

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---------------------------|---------------------|--|--|------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|----------|----------------------------|---|-----------------|---------|---|------------------|----------------------------|-------|----------------------------|---------------------------------|----------------|--|---------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------|---|--------------------|---------------------|---|--------------------|-------|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------------------|---------|-------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|
| Jiná ověření: | | Paré: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orientační schéma: | | Razítko oprávněné osoby: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Podpis: Datum: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revize: | Datum: | Popis: | Kontroloval: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Stavebník/Investor:</td><td>Správa železnic, státní organizace</td><td rowspan="4">SPRÁVA ŽELEZNIC</td></tr><tr><td>Adresa:</td><td>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</td></tr><tr><td>Zástupce investora:</td><td>Stavební správa východ</td></tr><tr><td>Adresa:</td><td>Nerudova 1, 779 00 Olomouc</td></tr></table> | | | | Stavebník/Investor: | Správa železnic, státní organizace |  SPRÁVA ŽELEZNIC | Adresa: | Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 | Zástupce investora: | Stavební správa východ | Adresa: | Nerudova 1, 779 00 Olomouc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stavebník/Investor: | Správa železnic, státní organizace |  SPRÁVA ŽELEZNIC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adresa: | Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zástupce investora: | Stavební správa východ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adresa: | Nerudova 1, 779 00 Olomouc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Zhotovitel díla:</td><td colspan="3">SUDOP BRNO, spol. s r.o.</td></tr><tr><td>Adresa:</td><td colspan="3">Kounicova 26, 611 36 Brno</td></tr><tr><td>Kontakt:</td><td colspan="3">T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz</td></tr><tr><td colspan="4"></td></tr><tr><td>Zhotovitel objektu:</td><td colspan="3">SUDOP BRNO, spol. s r.o.</td></tr><tr><td>Adresa:</td><td colspan="3">Kounicova 26, 611 36 Brno</td></tr><tr><td>Kontakt:</td><td colspan="3">T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz</td></tr><tr><td colspan="4"></td></tr><tr><td>Hlavní projektant (HIP):</td><td>Ing. Radomír Hanák</td><td>Specialista:</td><td>Ing. Radomír Hanák</td></tr></table> | | | | Zhotovitel díla: | SUDOP BRNO, spol. s r.o. | | | Adresa: | Kounicova 26, 611 36 Brno | | | Kontakt: | T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz | | |  | | | | Zhotovitel objektu: | SUDOP BRNO, spol. s r.o. | | | Adresa: | Kounicova 26, 611 36 Brno | | | Kontakt: | T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz | | |  | | | | Hlavní projektant (HIP): | Ing. Radomír Hanák | Specialista: | Ing. Radomír Hanák | | | | | | | | | | | | | | |
| Zhotovitel díla: | SUDOP BRNO, spol. s r.o. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adresa: | Kounicova 26, 611 36 Brno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kontakt: | T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zhotovitel objektu: | SUDOP BRNO, spol. s r.o. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adresa: | Kounicova 26, 611 36 Brno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kontakt: | T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hlavní projektant (HIP): | Ing. Radomír Hanák | Specialista: | Ing. Radomír Hanák | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td rowspan="2">Název stavby/akce:</td><td rowspan="2">Rekonstrukce mostu v km 133,610 na trati Retz - Kolín</td><td>Označení investora:</td></tr><tr><td>S631900142</td></tr><tr><td rowspan="2">Název části:</td><td rowspan="2">Mosty, propustky a zdi</td><td>Označení zhotovitele:</td></tr><tr><td>23099-01</td></tr><tr><td rowspan="2">Název objektu/dílní části:</td><td rowspan="2">Most v ev. km 133,610</td><td>Označení části:</td></tr><tr><td>D.2.1.4</td></tr><tr><td rowspan="2">Název přílohy:</td><td rowspan="2">Statický výpočet</td><td>Označení objektu/komplexu:</td></tr><tr><td>SO 02</td></tr><tr><td>Název dílní části přílohy:</td><td></td><td>Číslo přílohy:</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3. 001</td></tr><tr><td>Odpovědný projektant:</td><td>Zpracovatel přílohy:</td><td>Měřítko:</td><td>Stupeň dokumentace:</td></tr><tr><td>Ing. Radomír Hanák</td><td>Ing. Radka Kinclová</td><td>Formáty:</td><td>DUSP + PDPS</td></tr><tr><td>Kraj:</td><td>Katastrální území:</td><td>TUDU:</td><td>Smluvní datum zpracování:</td></tr><tr><td>Vysočina</td><td>Častohostice, Vesce u Mor. Budějovic</td><td>1201 12</td><td>23.07.2024</td></tr><tr><td colspan="4">Označení investora:: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize:</td></tr><tr><td colspan="4">S 6 3 1 9 0 0 1 4 2 - D S P X - D 2 1 4 1 - S O 0 2 - - - - - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0</td></tr><tr><td colspan="4">Prostor pro další informace</td></tr></table> | | | | Název stavby/akce: | Rekonstrukce mostu v km 133,610 na trati Retz - Kolín | Označení investora: | S631900142 | Název části: | Mosty, propustky a zdi | Označení zhotovitele: | 23099-01 | Název objektu/dílní části: | Most v ev. km 133,610 | Označení části: | D.2.1.4 | Název přílohy: | Statický výpočet | Označení objektu/komplexu: | SO 02 | Název dílní části přílohy: | | Číslo přílohy: | | | 3. 001 | Odpovědný projektant: | Zpracovatel přílohy: | Měřítko: | Stupeň dokumentace: | Ing. Radomír Hanák | Ing. Radka Kinclová | Formáty: | DUSP + PDPS | Kraj: | Katastrální území: | TUDU: | Smluvní datum zpracování: | Vysočina | Častohostice, Vesce u Mor. Budějovic | 1201 12 | 23.07.2024 | Označení investora:: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize: | | | | S 6 3 1 9 0 0 1 4 2 - D S P X - D 2 1 4 1 - S O 0 2 - - - - - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0 | | | | Prostor pro další informace | | | |
| Název stavby/akce: | Rekonstrukce mostu v km 133,610 na trati Retz - Kolín | Označení investora: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | S631900142 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Název části: | Mosty, propustky a zdi | Označení zhotovitele: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 23099-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Název objektu/dílní části: | Most v ev. km 133,610 | Označení části: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D.2.1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Název přílohy: | Statický výpočet | Označení objektu/komplexu: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SO 02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Název dílní části přílohy: | | Číslo přílohy: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3. 001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Odpovědný projektant: | Zpracovatel přílohy: | Měřítko: | Stupeň dokumentace: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ing. Radomír Hanák | Ing. Radka Kinclová | Formáty: | DUSP + PDPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kraj: | Katastrální území: | TUDU: | Smluvní datum zpracování: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vysočina | Častohostice, Vesce u Mor. Budějovic | 1201 12 | 23.07.2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Označení investora:: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S 6 3 1 9 0 0 1 4 2 - D S P X - D 2 1 4 1 - S O 0 2 - - - - - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prostor pro další informace | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Rekonstrukce mostu v km 133,610 na trati Retz – Kolín

SO 02 Most v ev. km 133,610

Statický výpočet

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Technická zpráva ke statickému výpočtu | 3 |
| 1.1 | Identifikační údaje | 3 |
| 1.2 | Základní údaje o mostním objektu | 3 |
| 1.3 | Celková koncepce řešení..... | 3 |
| 1.4 | Výpočtový model | 4 |
| 1.5 | Související ČSN, předpisy, právní normy | 4 |
| 1.6 | Schéma mostního objektu | 5 |
| 1.6.1 | Půdorys | 5 |
| 1.6.2 | Podélný řez | 6 |
| 1.6.3 | Příčný řez | 6 |
| 2 | Přepočet stávající nosné konstrukce | 7 |
| 2.1 | Přehled zatížitelnosti stávajícího objektu | 11 |
| 3 | Nová nosná konstrukce..... | 12 |
| 3.1 | Předpoklady statického výpočtu..... | 12 |
| 3.2 | Statický model, vlastnosti průřezů..... | 13 |
| 3.3 | Zatěžovací stavy | 19 |
| 3.4 | Kombinace | 32 |
| 3.5 | Obálky vnitřních sil..... | 34 |
| 3.6 | Posouzení průřezů v MSÚ – namáhání tlakem za ohybu..... | 42 |
| 3.7 | Posouzení průřezů v MSP – šířka trhlin..... | 45 |
| 3.8 | Posouzení průřezů v MSÚ – smyk za ohybu | 48 |
| 3.9 | Návrh výztuže | 51 |
| 3.10 | Napětí v základové spáře | 52 |
| 3.11 | Extrém deformace od nahodilého zatížení | 53 |
| 3.12 | Zatížitelnost | 53 |
| 4 | Založení nové nosné konstrukce | 54 |
| 5 | Tabulka zatížitelnosti | 58 |

1 Technická zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Identifikační údaje

| | |
|-------------------------------|---|
| Stavba: | Rekonstrukce mostu v km 133,610 na trati Retz – Kolín |
| Objekt: | SO 02 Most v ev. km 133,610 |
| Objednatel: | Správa železnic, s. o., Stavební správa východ, Nerudova 1, 779 00 Olomouc |
| Stávající vlastník objektu: | Správa železnic, s. o. |
| Nový vlastník objektu: | Správa železnic, s. o. |
| Správce objektu: | Správa železnic, s. o. |
| Projekt stavby: | SUDOP BRNO, spol. s r. o., Kounicova 26, 602 00 Brno |
| Odpovědný projektant stavby: | Ing. Radomír Hanák |
| Odpovědný projektant objektu: | Ing. Radomír Hanák |
| Katastrální území: | Vesce u Moravských Budějovic [780464] |
| Obec: | Moravské Budějovice [591181] |
| Kraj: | Kraj Vysočina |
| Dotčené parcely: | 521 – Vlastnické právo: Česká republika; Právo hospodařit s majetkem státu: Správa železnic, s. o. |
| Traťový úsek: | 1201 |
| Definiční úsek: | 12 |

1.2 Základní údaje o mostním objektu

evidenční km 133,610

přesný km 133,612 484

| | |
|------------------------------------|---|
| Situování objektu v terénu: | extravilán v mezistaničním úseku Grešlové Mýto – Moravské Budějovice |
| Účel objektu: | objekt převádí traťovou kolej přes nebezpečnou účelovou komunikaci |
| Úhel křížení stávající: | 90° |
| Úhel křížení nový: | 90° |
| Volná výška stávající: | 3,468 m |
| Volná výška nová: | 3,486 m |
| Počet otvorů stávající: | 1 |
| Počet otvorů nový: | 1 |
| Rozpětí stávající: | 4,610 m |
| Rozpětí nové: | 5,044 m |
| Světlost stávající: | 4,000 m |
| Světlost nová: | 4,784 m |
| Šikmost objektu: | bez šikmosti |
| Šírá trať / staniční obvod: | šírá trať |
| Železniční svršek stávající: | kolejnice S49, betonové pražce SB8 |
| Železniční svršek nový: | kolejnice S49, betonové pražce SB8 |
| Směrové poměry stávající: | oblouk R = 449,0 m, D = 98 mm |

| | |
|--------------------------------|---|
| Směrové poměry nové: | oblouk $R = 448,6 \text{ m}$, $D = 115 \text{ mm}$ |
| Sklonové poměry stávající: | kolej č. 1 – stoupá 11,30 ‰ |
| Sklonové poměry nové: | kolej č. 1 – stoupá 11,66 ‰ |
| Rychlost na objektu stávající: | 80 km/h |
| Rychlost na objektu nová: | 100 km/h pro V_{150} |
| Prostorové uspořádání: | VMP 2,5 |

1.3 Celková koncepce řešení

Na základě projektového řešení stavby je navrženo provedení těchto prací

- zbourání stávající konstrukce v celém rozsahu
- výstavba nového mostu z prefabrikovaných dílců

1.4 Výpočtový model

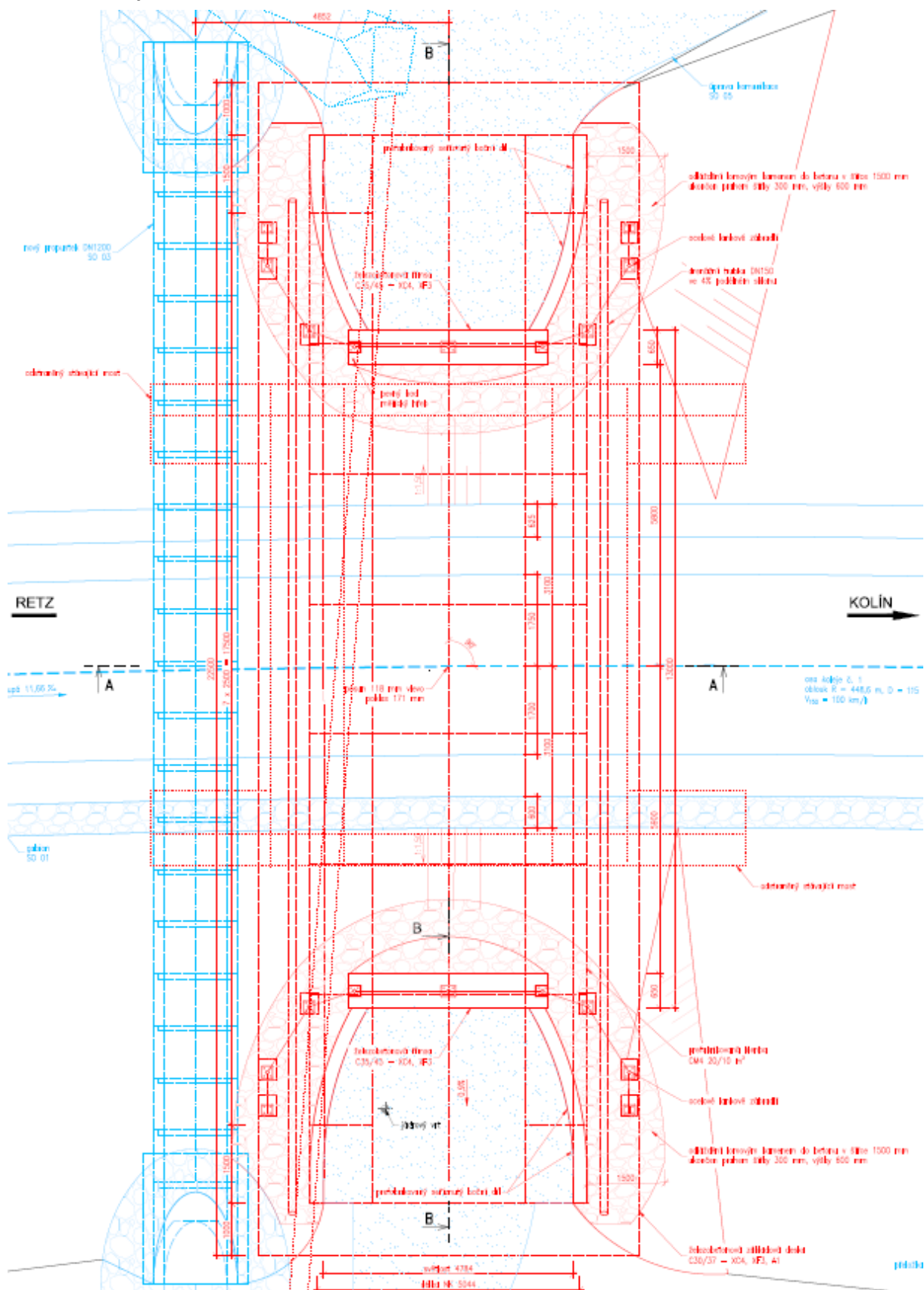
Nosná konstrukce byla posouzena v programu Robot Millennium. Statický model odpovídá střednici klenby, posouzení na šířce 1 bm. Založení bylo posouzeno v programu GEO 5 pomocí parametrů zemin získaným geotechnickým průzkumem.

1.5 Související ČSN, předpisy, právní normy

- 1) ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 2) ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 3) ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- 4) ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- 5) ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- 6) ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- 7) ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- 8) ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 9) ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- 10) ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- 11) ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- 12) ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
- 13) SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů

1.6 Schéma mostního objektu

1.6.1 Pūdorys



[illegible]

2 Přepočet stávající nosné konstrukce

Parametry výpočtu

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| Konstrukce mostu: | cihelná klenba |
| Spodní stavba: | opěry z kamenného a cihelného zdiva |
| Světlost: | 4,0 m |

Předpoklady výpočtu

Výpočet je proveden na jeden běžný metr délky klenby.

Rozdílná výška násypu v patě a ve vrcholu klenby je průměrována po výšce dle Předpisu SŽDC SR 5.

Zatížení od vlaku je rozneseno jak podélně, tak příčně dle ČSN EN 1991-2.

Polokruhová klenba je nahrazena střednicí klenby.

Uložení klenby je uvažováno vetknutím.

Zdivo klenby je místy vydrolené až do hloubky 150 mm, pro výpočet vnitřních sil bude výška průřezu redukována o 25%.

1 Zatížení

1.1 Stálá

| | γ_g [1] | g_k [kN/m ³] | tloušťka [m] | g_d [kN/m] |
|---|-------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| vlastní tíha | 1,1 | 26 | 0,61 | 17,45 |
| železniční svršek | 1,4 | 25 | 0,55 | 19,25 |
| přesypávka | 1,1 | 18 | 1,22 | 24,16 |
| izolace | 1,1 | 22 | 0,06 | 1,45 |
| ochrana izolace | 1,1 | 23 | 0,40 | 10,12 |
| Σ stálé svislé zatížení g_d | | | | 72,42 |

| | | |
|--|-------------|---------------------------|
| vlastní tíha zeminy g_k | 20 | [kN/m ³] |
| součinitel pro zemní tlak γ_g | 1,2 | [1] |
| výška přesypávky h | 1,22 | [m] |
| výška klenby | 2,31 | [m] |
| úhel vnitřního tření ϕ | 28 | [°] |
| souč. zemního tlaku v klidu K_0 | 0,53 | [1] |
| zemní tlak u vrcholu klenby σ_x | 15,5 | [kN/m²] |
| zemní tlak u paty klenby σ_x | 44,9 | [kN/m²] |

1.2 Proměnná

| | γ_q [1] | α [1] | Q_k [kN] | Q_d [kN] |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------|
| zatěžovací vlak LM71 | 1,3 | 1,0 | 250 | 325 |

| | | |
|-------------------------------|------|-----|
| světlost | 4,0 | [m] |
| náhradní délka L_0 | 8,0 | [m] |
| dynamický součinitel δ | 1,55 | [1] |

$$\delta = 2,16 / (L_0^{0,5} - 0,2) + 0,73$$

| | | |
|----------------------|--------|------|
| výška přesypávky h | 1,22 | [m] |
| $red\delta > 1$ | 1,53 | [1] |
| $Q_d * red\delta$ | 497,18 | [kN] |

$$red\delta = \delta - (h - 1) / 10$$

| | | |
|---|--------------|---------------|
| šířka pražce | 2,42 | [m] |
| roznos v násypu | 4:1 | [1] |
| roznos v příčném směru | 3,5 | [m] |
| roznos v podélném směru | 5,88 | [m] |
| $4 * Q_d / 5,88$ m | 338,22 | [kN] |
| zatížení na 1 bm klenby q_d | 96,63 | [kN/m] |

2 Vnitřní síly

vnitřní síly vypočteny programem Scia Engineer na 2D prutovém modelu.

modelováno jako oboustranně vetknutý obloukový nosník.

| kombinace | pata klenby | | | vrchol klenby | | | reakce |
|-----------------------------------|-------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------|--------|
| | N [kN/m] | M [kNm/m] | e [m] | N [kN/m] | M [kNm/m] | e [m] | |
| stálá zatížení | -272,60 | 13,96 | 0,051 | -161,28 | 8,77 | 0,054 | 272,59 |
| stálá zatížení + LM71 celé | -495,40 | 61,50 | 0,124 | -281,17 | 36,71 | 0,131 | 495,33 |
| stálá zatížení + LM71 na polovině | -320,03 | 56,79 | 0,177 | -221,23 | 22,74 | 0,103 | 347,91 |

3 Napětí

$$\sigma = N / (A - 2 \cdot e \cdot b)$$

výška průřezu je s ohledem na vydrolené zdivo redukována o 25%

| kombinace | pata klenby | | | vrchol klenby | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------|---------------------|------------------------|----------|---------------------|
| | A [m ²] | e [m] | σ_d [MPa] | A [m ²] | e [m] | σ_d [MPa] |
| stálá zatížení | 0,46 | 0,051 | 0,768 | 0,46 | 0,054 | 0,462 |
| stálá zatížení + LM71 celé | | 0,124 | 2,368 | | 0,131 | 1,432 |
| stálá zatížení + LM71 na polovině | | 0,177 | 3,119 | | 0,103 | 0,878 |

Pozn: Dále bude počítáno s pouze s hodnotou největšího napětí. V tomto případě se jedná o stálé zatížení + LM71 na polovině v patě klenby.

4 Posouzení klenby MSÚ

| | | |
|---|-------------|--------------|
| Charakteristická pevnost zdiva klenby v prostém tlaku f_k | 5,3 | [MPa] |
| Vzhledem ke stáří materiálu a nižších pevností jednotlivých komponentů oproti současnosti, je pevnost ponížena na 60% $f_{k,red}$ | 3,2 | [MPa] |
| Součinitel spolehlivosti materiálu γ_m | 1,5 | [1] |
| Výpočtová pevnost zdiva klenby v prostém tlaku f_d | 2,12 | [MPa] |

provedení iteračního výpočtu pro stanovení zatížitelnosti:

| násobek zatížení LM71 [1] | hodnota zatížení [kN/m] | využití průřezu ($\sigma_d / f_d < 1,0$) [1] |
|------------------------------|----------------------------|---|
| 1,00 | 96,63 | 1,47 |
| 0,80 | 77,31 | 1,00 |

$$Z_{LM71} = 0,80$$

5 Posouzení klenby MSP

Pozn: Maximální hodnoty napětí, excentricity a průhybu byli vypočteny programem Scia Engineer na 2D prutovém modelu při použití charakteristických hodnot zatížení.

5.1 Vnitřní síly

vnitřní síly vypočteny programem Scia Engineer na 2D prutovém modelu.

modelováno jako oboustranně vetknutý obloukový nosník.

| Kombinace | pata klenby | | | vrchol klenby | | | reakce |
|-----------------------------------|-------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------|--------|
| | N [kN/m] | M [kNm/m] | e [m] | N [kN/m] | M [kNm/m] | e [m] | |
| stálá zatížení | -235,20 | 12,74 | 0,054 | 137,57 | 7,89 | 0,057 | 235,19 |
| stálá zatížení + LM71 celé | -406,59 | 49,31 | 0,121 | -229,79 | 29,38 | 0,128 | 406,52 |
| stálá zatížení + LM71 na polovině | -271,68 | 45,68 | 0,168 | -183,68 | 18,64 | 0,101 | 370,05 |

5.2 Napětí

$$\sigma = N / (A - 2 \cdot e \cdot b)$$

výška průřezu je s ohledem na vydrolené zdivo redukována o 25%

| Kombinace | pata klenby | | | vrchol klenby | | |
|-----------------------------------|------------------------|--------------|---------------------|------------------------|----------|---------------------|
| | A [m ²] | e [m] | σ_k [MPa] | A [m ²] | e [m] | σ_k [MPa] |
| stálá zatížení | 0,46 | 0,054 | 0,674 | 0,46 | 0,057 | 0,401 |
| stálá zatížení + LM71 celé | | 0,121 | 1,892 | | 0,128 | 1,139 |
| stálá zatížení + LM71 na polovině | | 0,168 | 2,241 | | 0,101 | 0,722 |

$$\sigma_k < 0,45 \cdot f_{k,red}$$

$$2,24 \text{ Mpa} > 0,45 \cdot 3,2 \text{ Mpa}$$

$$2,24 \text{ Mpa} > 1,44 \text{ MPa}$$

NEVYHOVUJE

zatížitelnost

$$(0,45 \cdot f_{k,red} - \sigma_{k,stále}) / \sigma_{k,LM71} > 1,0$$

$$0,62 > 1,0$$

NEVYHOVUJE**5.3 Omezení excentricity tlakové síly v patě klenby**

výška průřezu je s ohledem na vydrolené zdivo redukována o 25%

$$h \text{ } 0,46 \text{ m}$$

$$e < h/3$$

$$0,168 \text{ m} > 0,46/3 \text{ m}$$

$$0,168 \text{ m} > 0,153 \text{ m}$$

NEVYHOVUJE

zatížitelnost

$$(e_{max} - e_{ck,stále}) / e_{ck,UIC} > 1,0$$

$$1,70 > 1,0$$

VYHOVUJE**6) Zatížitelnost**

| Posudek | Z_{LM71} |
|---|-------------|
| MSÚ - pata klenby | 0,80 |
| MSP - omezení napětí v betonu | 0,62 |
| MSP - omezení excentricity tlakové síly - pata klenby | 1,70 |

7 Posouzení přechodnosti zatížení

Přechodnost zatížení je posouzena pro MSP - omezení napětí v betonu v patě klenby

| | | | |
|--------------|---|-------|-------------------|
| D4/80 | $\delta_{f1} =$ | 1,80 | |
| | $\delta =$ | 1,53 | |
| | $\psi = \delta_{\Pi} / \delta =$ | 1,18 | |
| | $\sigma_{LM71} =$ | 1,218 | MPa |
| | $\sigma_{D4} =$ | 0,819 | MPa |
| | $\lambda_{LM71} =$ | 0,672 | |
| | $Z_{LM71} = 0,622 \leq \psi * \lambda_{LM71} = 0,791$ | | NEVYHOVUJE |

| | | | |
|--------------|---|-------|-----------------|
| D4/40 | $\delta_{f1} =$ | 1,40 | |
| | $\delta =$ | 1,53 | |
| | $\psi = \delta_{\Pi} / \delta =$ | 0,92 | |
| | $\sigma_{LM71} =$ | 1,218 | MPa |
| | $\sigma_{D4} =$ | 0,819 | MPa |
| | $\lambda_{LM71} =$ | 0,672 | |
| | $Z_{LM71} = 0,622 \geq \psi * \lambda_{LM71} = 0,615$ | | VYHOVUJE |

| | | | |
|--------------|---|-------|-----------------|
| B2/80 | $\delta_{f1} =$ | 1,80 | |
| | $\delta =$ | 1,53 | |
| | $\psi = \delta_{\Pi} / \delta =$ | 1,18 | |
| | $\sigma_{LM71} =$ | 1,218 | MPa |
| | $\sigma_{B2} =$ | 0,632 | MPa |
| | $\lambda_{LM71} =$ | 0,519 | |
| | $Z_{LM71} = 0,622 \geq \psi * \lambda_{LM71} = 0,611$ | | VYHOVUJE |

Mostní objekt je vyhovující pro přechodnost provozního zatížení traťové třídy D4 s návrhovou rychlostí 40 km/h,
dále pro přechodnost provozního zatížení traťové třídy B2 s návrhovou rychlostí 80 km/h.

2.1 Přehled zatížitelnosti stávajícího objektu

A. Identifikace mostu

TÚ: 1201 Retz (ÖBB) (mimo) – Kolín (mimo)□

DÚ: 12 km 133,610

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce, pod kolejí č. 1

C. Doplnění údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočtový model: oboustranně vetknutý obloukový nosník

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu v části most (ve směru staničení):

| | na začátku | uprostřed | na konci |
|-------------------------|------------|-----------|----------|
| poloměr oblouku | - | přímá | - |
| převýšení koleje | - | 0 mm | - |
| excentricita osy koleje | - | - | - |

Konstrukci mostu tvoří cihelná půlkruhová klenba z roku 1870 o rozpětí 4,0 m. Během výpočtu se předpokládá redukce výšky průřezu 25 %. Materiálové a průřezové charakteristiky byly stanoveny stavebně-technickým průzkumem v roce 2018. Projektant tyto hodnoty přebírá na stranu bezpečnou.

| č. | prvek | detail | namáhání | k_i | typ | L_p [m] | ϕ_i | L_ϕ [m] | γ_Q | Z_{LM71} |
|----|-------|---------------|----------|-------|-----|-----------|----------|--------------|------------|--------------|
| 1 | deska | střed rozpětí | ohyb | 1 | M | 4,00 | 0 | 8,00 | 1,30 | 0,622 |

Dne 6. 6. 2018

Zatížitelnost určil: Ing. Radka Kinclová

3 Nová nosná konstrukce

3.1 Předpoklady statického výpočtu

Popis konstrukce:

- Typ: Arch configuration: CM4.2x10
- Svetlá výška: 3.75 m
- Svetlý rozpon: 4.78 m
- Hrubka horného dílca: 260 mm
- Hrubka stenového dílca: 260 mm
- Hrubka monolitické dosky: 300 mm

Materiály:

- Betón prefabrikát: C50/60
- Betón monolit: C35/45

Hodnota nominálneho krytia výstuže 40mm.

Statická Analýza:

Konstrukcia bola analyzovaná pomocou programu ROBOT MILLENNIUM. Statický model konštrukcie zodpovedá tvaru strednicovej roviny prenesenej do rámu o šírke jeden meter. V bodoch spojov medzi horným a stenovým dílcem konštrukcie (tzv. Ball Socket Joint) sú namodelované kĺby.

Základy:

Základy sú modelované pomocou Winklerových pružín, vložených do bodov základových päťiek (dosiek). Výpočet tuhostí pružín je založený na Menardovej teórii.

Použitím tejto teórie bola stanovená hodnota súčiniteľa poddajnosti $K_z = 60 \text{ MPa/m}$.

Bočný zásyp:

Dôležitým statickým prvkom konštrukcie je priliehajúci zásyp. Pasívnu tuhosť bočného zásypu vo výpočte reprezentujú jednosmerné vodorovné Winklerové pružiny, ktoré sú aplikované do bodov stenových prvkov konštrukcie. Predpísaná hodnota E_{def2} pre zásypovú zemínu po zhutnení je 70 MPa . Táto hodnota musí byť kontrolovaná po dobu výstavby napríklad statickou zaťažovacou skúškou. Súčiniteľ vodorovnej poddajnosti zásypového materiálu a teda tuhosť vodorovných Winklerových pružín bola stanovená pomocou Menardovej teórie na $K_x = 22 \text{ MPa/m}$.

Zásyp, jeho hutnenie a výber materiálu musí byť v súlade s technologickým predpisom zasýpania schválený statikom.

Zaťaženie:

Súčiniteľ zemného tlaku:

Vodorovné účinky zemného tlaku sú uvažované v súlade s

EN 1997-1. Hodnota uhlu vnútorného trenia zásypového materiálu nesmie klesnúť pod 30° .

- $K_{o \max} = 0.50$
- $K_{o \min} = 0.15$
- $K_a = 0.33$

Stále a dlhodobé náhodilé zaťaženia:

- Vlastná ťaž konštrukcie
- Objemová hmotnosť betónu = 25 kN/m^3
- Zvislé zaťaženie zásypovou zemínou
- Objemová hmotnosť zeminy = 20 kN/m^3
- Výška nadnásypu:
 $DO_{Cmin} = 2.16 \text{ m}$, $DO_{Cmax} = 2.16 \text{ m}$, $DO_{Ccons} = 0.6 \text{ m}$
- Zaťaženie koľajovým lôžkom
- Objemová hmotnosť koľajového lôžka = 22 kN/m^3

Náhodilé krátkodobé zaťaženie:

Zaťaženie koľajovou dopravou

Zvislé zaťaženia:

- Súčiniteľ zaťaženia koľajovej dopravy $\alpha = 1.21$
- Model zaťaženia LM71
- Model zaťaženia SW/0
- Model zaťaženia SW/2

Vodorovné zaťaženia:

- Rozjazdové a brzdné sily
- Odstredivé sily
- Bočné rázy
- Zvýšenie zemného tlaku vyvolané pohyblivým zaťažením

Dynamický súčiniteľ pre bežne udržiavané trate redukovaný vplyvom nadnásypky.

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_3} - 0.2} + 0.73$$

$$\text{red } \Phi_{2,3} = \Phi_{2,3} - \frac{h - 1.00}{10} \geq 1.0$$

Použité normy:

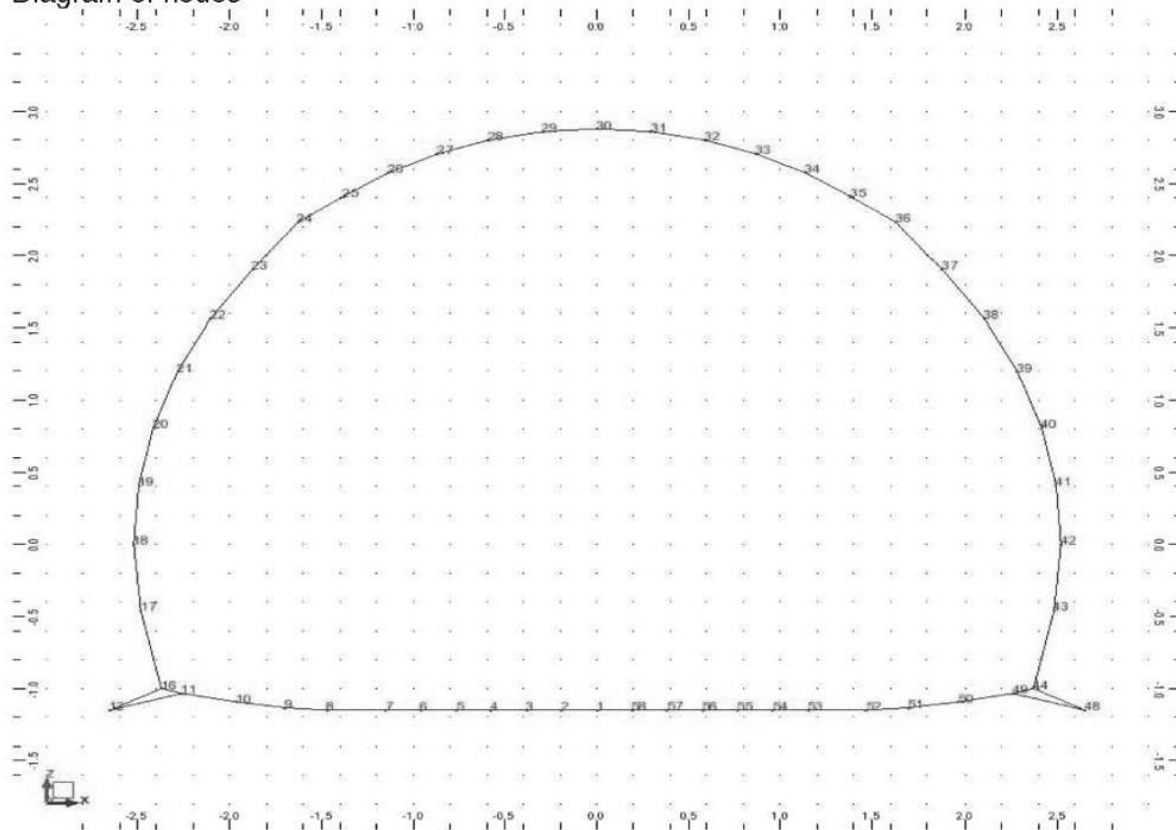
- EN 1990: Zásady navrhovania konštrukcií
- EN 1991-1: Zaťaženie konštrukcií – Všeobecné zaťaženia
- EN 1991-2: Zaťaženie konštrukcií – Zaťaženie mostov
- EN 1992-1-1: Navrhovanie betónových konštrukcií – Všeobecné pravidlá
- EN 1992-2: Navrhovanie betónových konštrukcií – Betónové mosty
- EN 1997-1: Navrhovanie geotechnických konštrukcií
- ČSN EN 206-1: Betón – Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda

Navrhov:

- Meno: Ing. Štefan Chrástina
- Dátum: 07/10/2020

3.2 Statický model, vlastnosti průřezů

Diagram of nodes



Nodes properties

| Node | X (m) | Z (m) | Support |
|------|-------|-------|------------------|
| 1 | 0.0 | -1.15 | ADD_Spring_1 |
| 2 | -0.19 | -1.15 | ADD_Spring_58 |
| 3 | -0.38 | -1.15 | ADD_Spring_57 |
| 4 | -0.58 | -1.15 | ADD_Spring_56 |
| 5 | -0.77 | -1.15 | ADD_Spring_55 |
| 6 | -0.96 | -1.15 | ADD_Spring_54 |
| 7 | -1.15 | -1.15 | ADD_Spring_53 |
| 8 | -1.47 | -1.15 | ADD_Spring_52 |
| 9 | -1.70 | -1.13 | ADD_Spring_51 |
| 10 | -1.96 | -1.09 | ADD_Spring_50 |
| 11 | -2.26 | -1.03 | ADD_Spring_49 |
| 12 | -2.65 | -1.15 | ADD_Spring_12 48 |
| 16 | -2.37 | -1.00 | ADD_Spring_16+ |
| 17 | -2.48 | -0.46 | ADD_Spring_17+ |
| 18 | -2.52 | 0.0 | ADD_Spring_18+ |
| 19 | -2.50 | 0.41 | ADD_Spring_19+ |
| 20 | -2.42 | 0.81 | ADD_Spring_20+ |
| 21 | -2.28 | 1.20 | ADD_Spring_21+ |
| 22 | -2.10 | 1.57 | ADD_Spring_22+ |
| 23 | -1.88 | 1.91 | ADD_Spring_23+ |
| 24 | -1.63 | 2.23 | ADD_Spring_24+ |
| 25 | -1.38 | 2.41 | |
| 26 | -1.14 | 2.57 | |
| 27 | -0.87 | 2.71 | |
| 28 | -0.59 | 2.80 | |
| 29 | -0.30 | 2.86 | |
| 30 | 0.0 | 2.88 | |
| 31 | 0.30 | 2.86 | |
| 32 | 0.59 | 2.80 | |
| 33 | 0.87 | 2.71 | |
| 34 | 1.14 | 2.57 | |
| 35 | 1.38 | 2.41 | |
| 36 | 1.63 | 2.23 | ADD_Spring_36- |
| 37 | 1.88 | 1.91 | ADD_Spring_37- |
| 38 | 2.10 | 1.57 | ADD_Spring_38- |
| 39 | 2.28 | 1.20 | ADD_Spring_39- |
| 40 | 2.42 | 0.81 | ADD_Spring_40- |
| 41 | 2.50 | 0.41 | ADD_Spring_41- |
| 42 | 2.52 | 0.0 | ADD_Spring_42- |
| 43 | 2.48 | -0.46 | ADD_Spring_43- |
| 44 | 2.37 | -1.00 | ADD_Spring_44- |
| 48 | 2.65 | -1.15 | ADD_Spring_12 48 |
| 49 | 2.26 | -1.03 | ADD_Spring_49 |
| 50 | 1.96 | -1.09 | ADD_Spring_50 |
| 51 | 1.70 | -1.13 | ADD_Spring_51 |
| 52 | 1.47 | -1.15 | ADD_Spring_52 |
| 53 | 1.15 | -1.15 | ADD_Spring_53 |
| 54 | 0.96 | -1.15 | ADD_Spring_54 |
| 55 | 0.77 | -1.15 | ADD_Spring_55 |
| 56 | 0.58 | -1.15 | ADD_Spring_56 |
| 57 | 0.38 | -1.15 | ADD_Spring_57 |
| 58 | 0.19 | -1.15 | ADD_Spring_58 |

Diagram of Bars

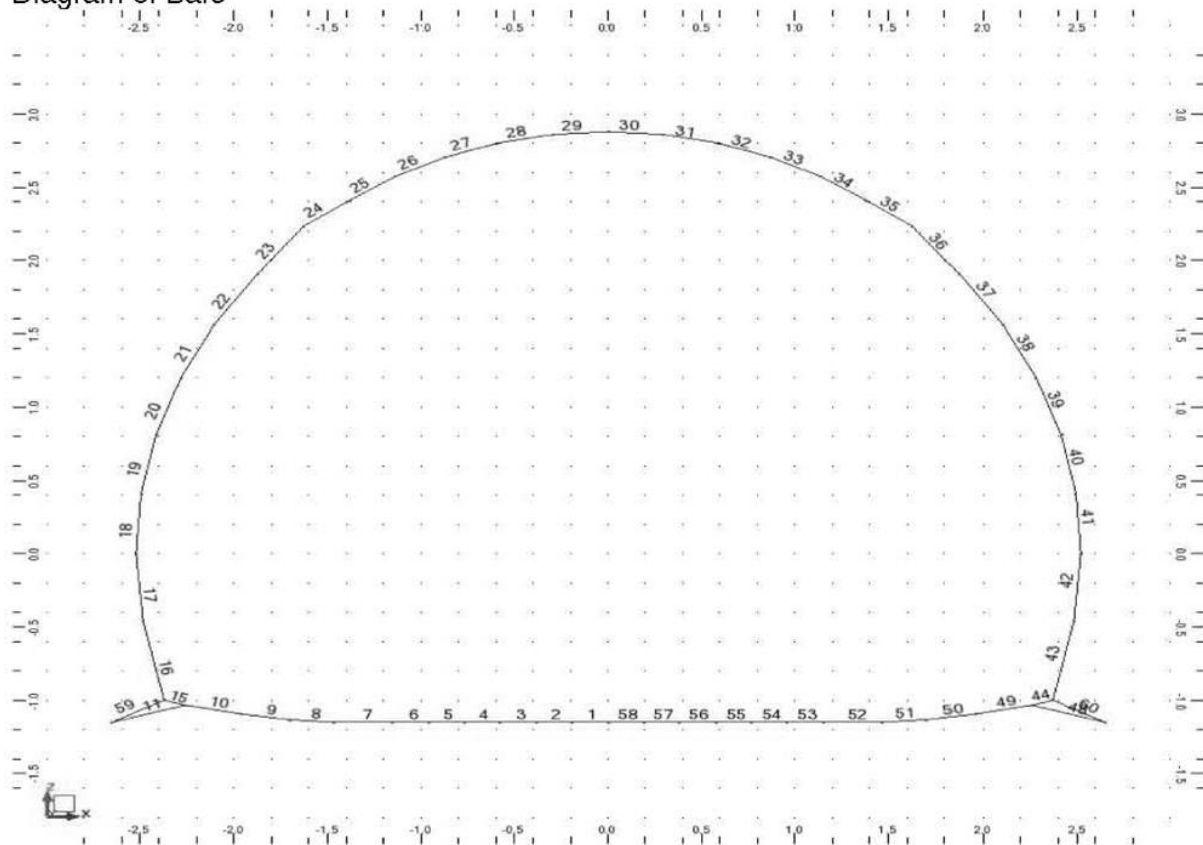
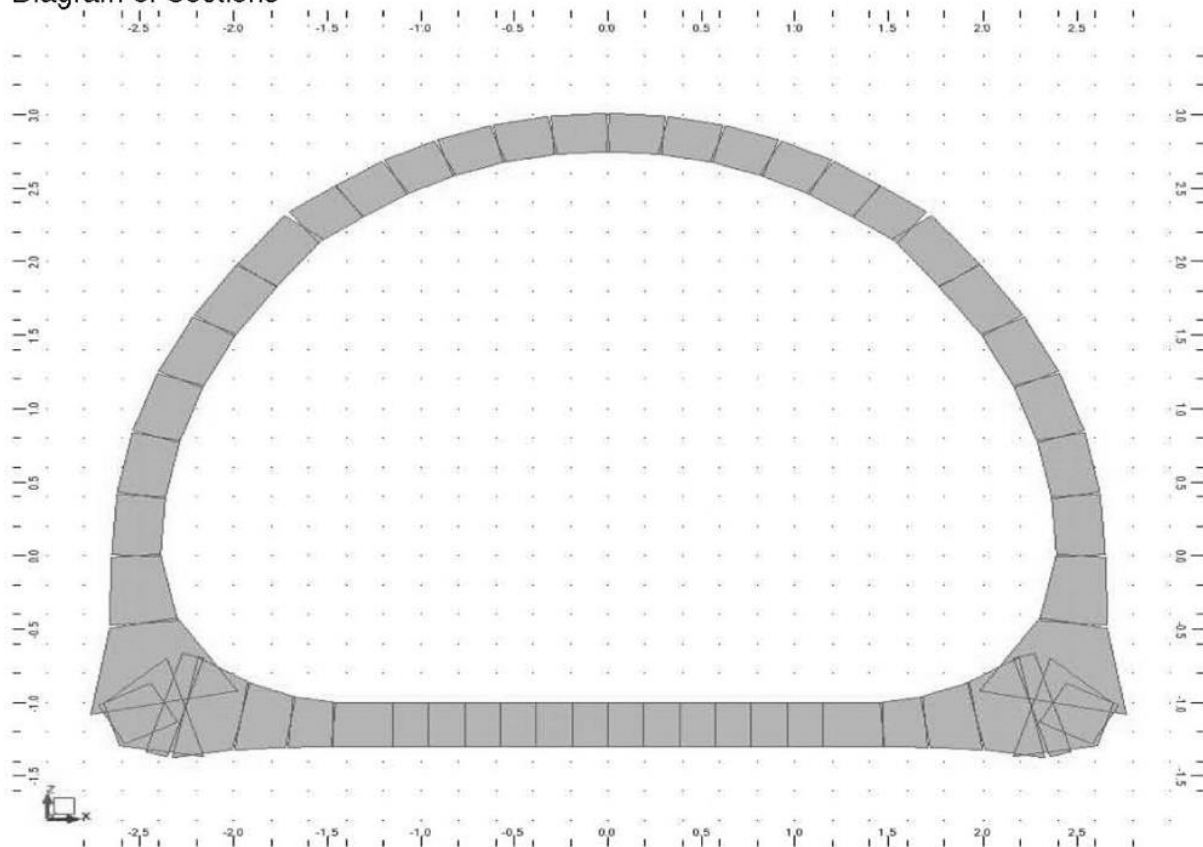


Diagram of Sections

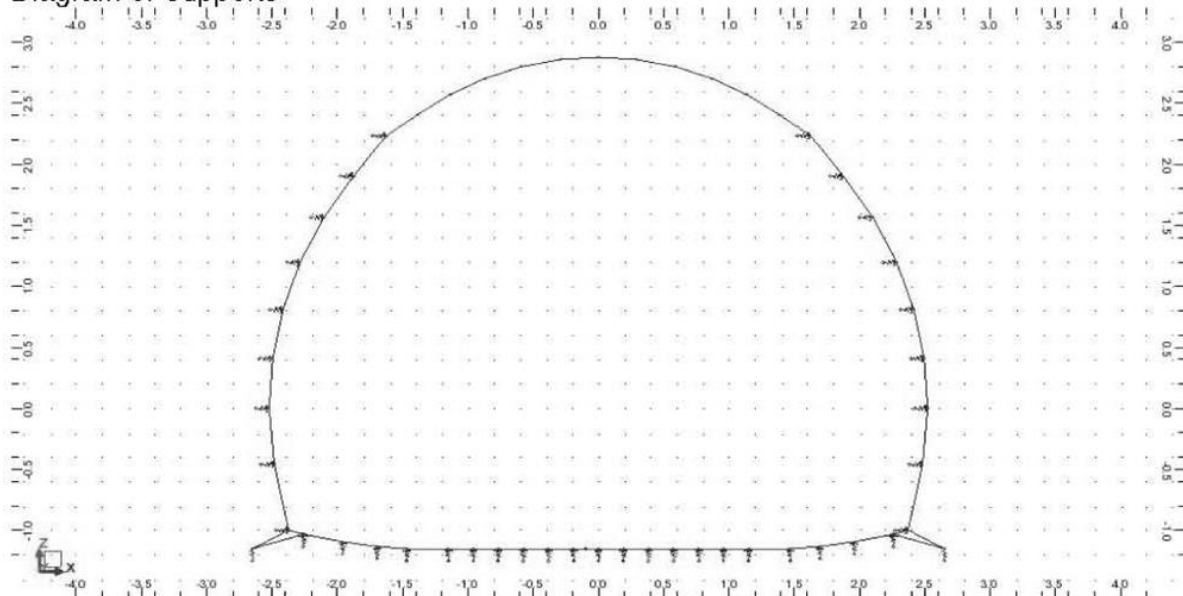


Bars properties

| Bar/Node | Node 1 | Node 2 | Section | Material | Length (m) | RECT_BF (mm) | RECT_HT (mm) |
|----------|-----------|-----------|---------|----------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1/ 1 | 1 | 2 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 1/ 2 | 1 | 2 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 2/ 2 | 2 | 3 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 2/ 3 | 2 | 3 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 3/ 3 | 3 | 4 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 3/ 4 | 3 | 4 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 4/ 4 | 4 | 5 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 4/ 5 | 4 | 5 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 5/ 5 | 5 | 6 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 5/ 6 | 5 | 6 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 6/ 6 | 6 | 7 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 6/ 7 | 6 | 7 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 7/ 7 | 7 | 8 | RE 1 | C35/45 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 7/ 8 | 7 | 8 | RE 1 | C35/45 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 8/ 8 | 8 | 9 | RE 7 | C50/60 | 0.23 | 1000 | 300 |
| 8/ 9 | 8 | 9 | RE 7 | C50/60 | 0.23 | 1000 | 346 |
| 9/ 9 | 9 | 10 | RE 8 | C50/60 | 0.27 | 1000 | 346 |
| 9/ 10 | 9 | 10 | RE 8 | C50/60 | 0.27 | 1000 | 466 |
| 10/ 10 | 10 | 11 | RE 9 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 466 |
| 10/ 11 | 10 | 11 | RE 9 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 697 |
| 11/ 11 | 11 | 12 | RE 10 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 697 |
| 11/ 12 | 11 | 12 | RE 10 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 300 |
| 15/ 11 | 11 | 16 | RE 34 | C50/60 | 0.12 | 1000 | 697 |
| 15/ 16 | 11 | 16 | RE 34 | C50/60 | 0.12 | 1000 | 697 |
| 16/ 16 | 16 | 17 | RE 14 | C50/60 | 0.55 | 1000 | 801 |
| 16/ 17 | 16 | 17 | RE 14 | C50/60 | 0.55 | 1000 | 367 |
| 17/ 17 | 17 | 18 | RE 15 | C50/60 | 0.46 | 1000 | 367 |
| 17/ 18 | 17 | 18 | RE 15 | C50/60 | 0.46 | 1000 | 260 |
| 18/ 18 | 18 | 19 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 18/ 19 | 18 | 19 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 19/ 19 | 19 | 20 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 19/ 20 | 19 | 20 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 20/ 20 | 20 | 21 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 20/ 21 | 20 | 21 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 21/ 21 | 21 | 22 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 21/ 22 | 21 | 22 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 22/ 22 | 22 | 23 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 22/ 23 | 22 | 23 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 23/ 23 | 23 | 24 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 23/ 24 | 23 | 24 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 24/ 24 | 24 | 25 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 24/ 25 | 24 | 25 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 25/ 25 | 25 | 26 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 25/ 26 | 25 | 26 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 26/ 26 | 26 | 27 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 26/ 27 | 26 | 27 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 27/ 27 | 27 | 28 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 27/ 28 | 27 | 28 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 28/ 28 | 28 | 29 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 28/ 29 | 28 | 29 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 29/ 29 | 29 | 30 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 29/ 30 | 29 | 30 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 30/ 30 | 30 | 31 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 30/ 31 | 30 | 31 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 31/ 31 | 31 | 32 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 31/ 32 | 31 | 32 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 32/ 32 | 32 | 33 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 32/ 33 | 32 | 33 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 33/ 33 | 33 | 34 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 33/ 34 | 33 | 34 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |

| | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|-------|--------|------|------|-----|
| 34/ | 34 | 34 | 35 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 34/ | 35 | 34 | 35 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 35/ | 35 | 35 | 36 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 35/ | 36 | 35 | 36 | RE 30 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 260 |
| 36/ | 36 | 36 | 37 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 36/ | 37 | 36 | 37 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 37/ | 37 | 37 | 38 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 37/ | 38 | 37 | 38 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 38/ | 38 | 38 | 39 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 38/ | 39 | 38 | 39 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 39/ | 39 | 39 | 40 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 39/ | 40 | 39 | 40 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 40/ | 40 | 40 | 41 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 40/ | 41 | 40 | 41 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 41/ | 41 | 41 | 42 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 41/ | 42 | 41 | 42 | RE 30 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 260 |
| 42/ | 42 | 42 | 43 | RE 16 | C50/60 | 0.46 | 1000 | 260 |
| 42/ | 43 | 42 | 43 | RE 16 | C50/60 | 0.46 | 1000 | 367 |
| 43/ | 43 | 43 | 44 | RE 17 | C50/60 | 0.55 | 1000 | 367 |
| 43/ | 44 | 43 | 44 | RE 17 | C50/60 | 0.55 | 1000 | 801 |
| 44/ | 44 | 44 | 49 | RE 34 | C50/60 | 0.12 | 1000 | 697 |
| 44/ | 49 | 44 | 49 | RE 34 | C50/60 | 0.12 | 1000 | 697 |
| 48/ | 48 | 48 | 49 | RE 21 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 300 |
| 48/ | 49 | 48 | 49 | RE 21 | C50/60 | 0.41 | 1000 | 697 |
| 49/ | 49 | 49 | 50 | RE 22 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 697 |
| 49/ | 50 | 49 | 50 | RE 22 | C50/60 | 0.30 | 1000 | 466 |
| 50/ | 50 | 50 | 51 | RE 23 | C50/60 | 0.27 | 1000 | 466 |
| 50/ | 51 | 50 | 51 | RE 23 | C50/60 | 0.27 | 1000 | 346 |
| 51/ | 51 | 51 | 52 | RE 24 | C50/60 | 0.23 | 1000 | 346 |
| 51/ | 52 | 51 | 52 | RE 24 | C50/60 | 0.23 | 1000 | 300 |
| 52/ | 52 | 52 | 53 | RE 1 | C35/45 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 52/ | 53 | 52 | 53 | RE 1 | C35/45 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 53/ | 53 | 53 | 54 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 53/ | 54 | 53 | 54 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 54/ | 54 | 54 | 55 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 54/ | 55 | 54 | 55 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 55/ | 55 | 55 | 56 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 55/ | 56 | 55 | 56 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 56/ | 56 | 56 | 57 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 56/ | 57 | 56 | 57 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 57/ | 57 | 57 | 58 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 57/ | 58 | 57 | 58 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 58/ | 58 | 58 | 1 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 58/ | 1 | 58 | 1 | RE 1 | C35/45 | 0.19 | 1000 | 300 |
| 59/ | 12 | 12 | 16 | RE 32 | C50/60 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 59/ | 16 | 12 | 16 | RE 32 | C50/60 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 60/ | 48 | 48 | 44 | RE 32 | C50/60 | 0.32 | 1000 | 300 |
| 60/ | 44 | 48 | 44 | RE 32 | C50/60 | 0.32 | 1000 | 300 |

Diagram of Supports

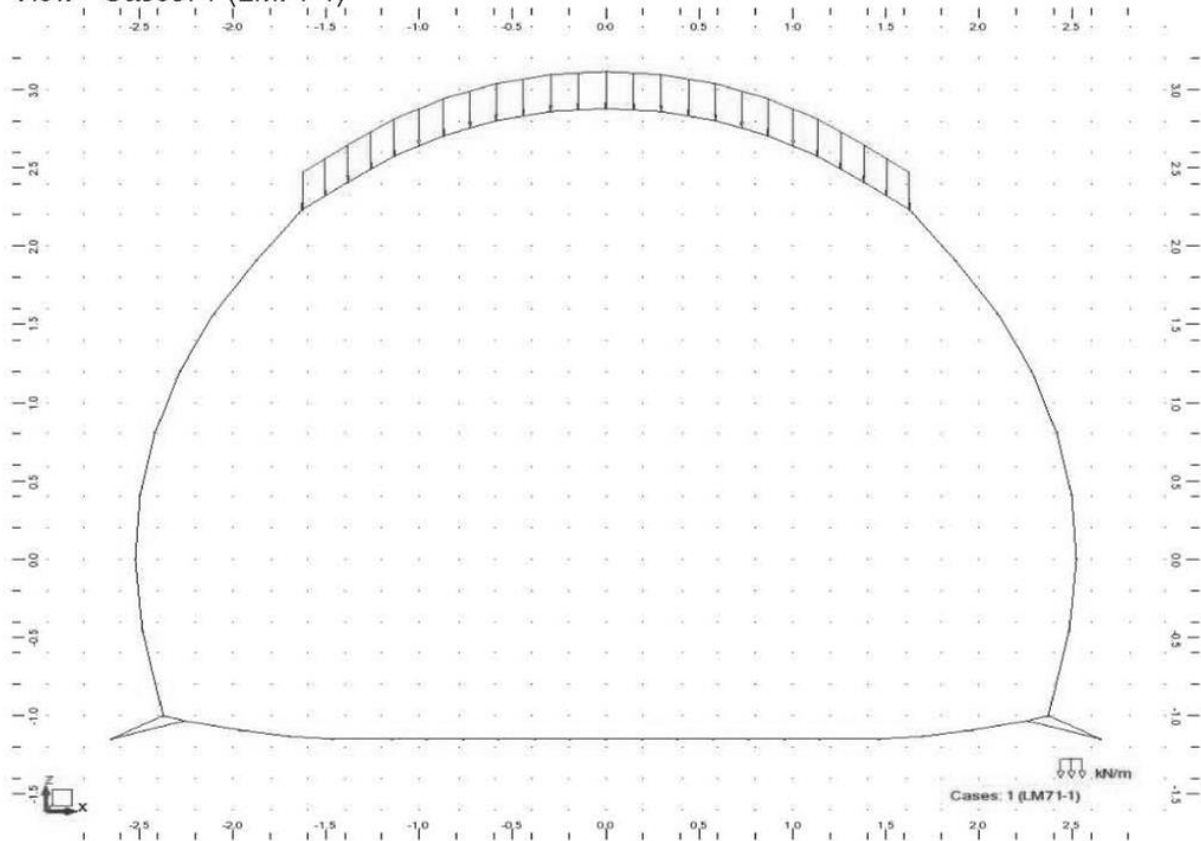


Supports properties

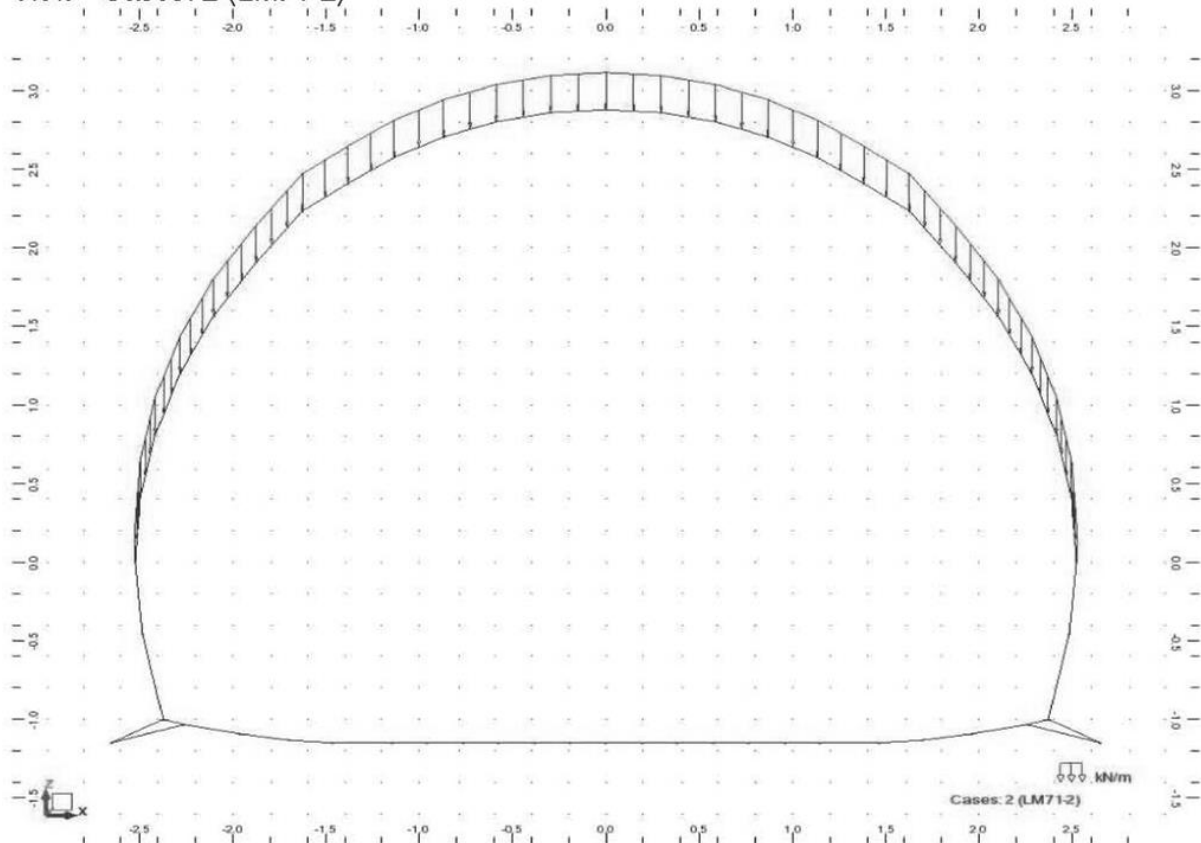
| Support name | List of nodes | Support conditions |
|------------------|---------------|-------------------------|
| ADD_Spring_12 48 | 12 48 | KZ=21830.82 (kN/m) |
| ADD_Spring_49 | 11 49 | KZ=21420.80 (kN/m) + |
| ADD_Spring_50 | 10 50 | KZ=17159.46 (kN/m) + |
| ADD_Spring_51 | 9 51 | KZ=16398.90 (kN/m) + |
| ADD_Spring_52 | 8 52 | KZ=16398.90 (kN/m) + |
| ADD_Spring_53 | 7 53 | KZ=15270.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_54 | 6 54 | KZ=11490.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_55 | 5 55 | KZ=11490.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_56 | 4 56 | KZ=11520.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_57 | 3 57 | KZ=11490.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_58 | 2 58 | KZ=11490.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_1 | 1 | UX KZ=11520.00 (kN/m) + |
| ADD_Spring_16+ | 16 | KX=9569.09 (kN/m) + |
| ADD_Spring_44- | 44 | KX=9569.09 (kN/m) - |
| ADD_Spring_17+ | 17 | KX=11142.16 (kN/m) + |
| ADD_Spring_43- | 43 | KX=11142.16 (kN/m) - |
| ADD_Spring_18+ | 18 | KX=9575.99 (kN/m) + |
| ADD_Spring_42- | 42 | KX=9575.99 (kN/m) - |
| ADD_Spring_19+ | 19 | KX=9006.72 (kN/m) + |
| ADD_Spring_41- | 41 | KX=9006.72 (kN/m) - |
| ADD_Spring_20+ | 20 | KX=9002.62 (kN/m) + |
| ADD_Spring_40- | 40 | KX=9002.62 (kN/m) - |
| ADD_Spring_21+ | 21 | KX=9005.97 (kN/m) + |
| ADD_Spring_39- | 39 | KX=9005.97 (kN/m) - |
| ADD_Spring_22+ | 22 | KX=9004.34 (kN/m) + |
| ADD_Spring_38- | 38 | KX=9004.34 (kN/m) - |
| ADD_Spring_23+ | 23 | KX=9041.72 (kN/m) + |
| ADD_Spring_37- | 37 | KX=9041.72 (kN/m) - |
| ADD_Spring_24+ | 24 | KX=7841.59 (kN/m) + |
| ADD_Spring_36- | 36 | KX=7841.59 (kN/m) - |

3.3 Zatěžovací stavy

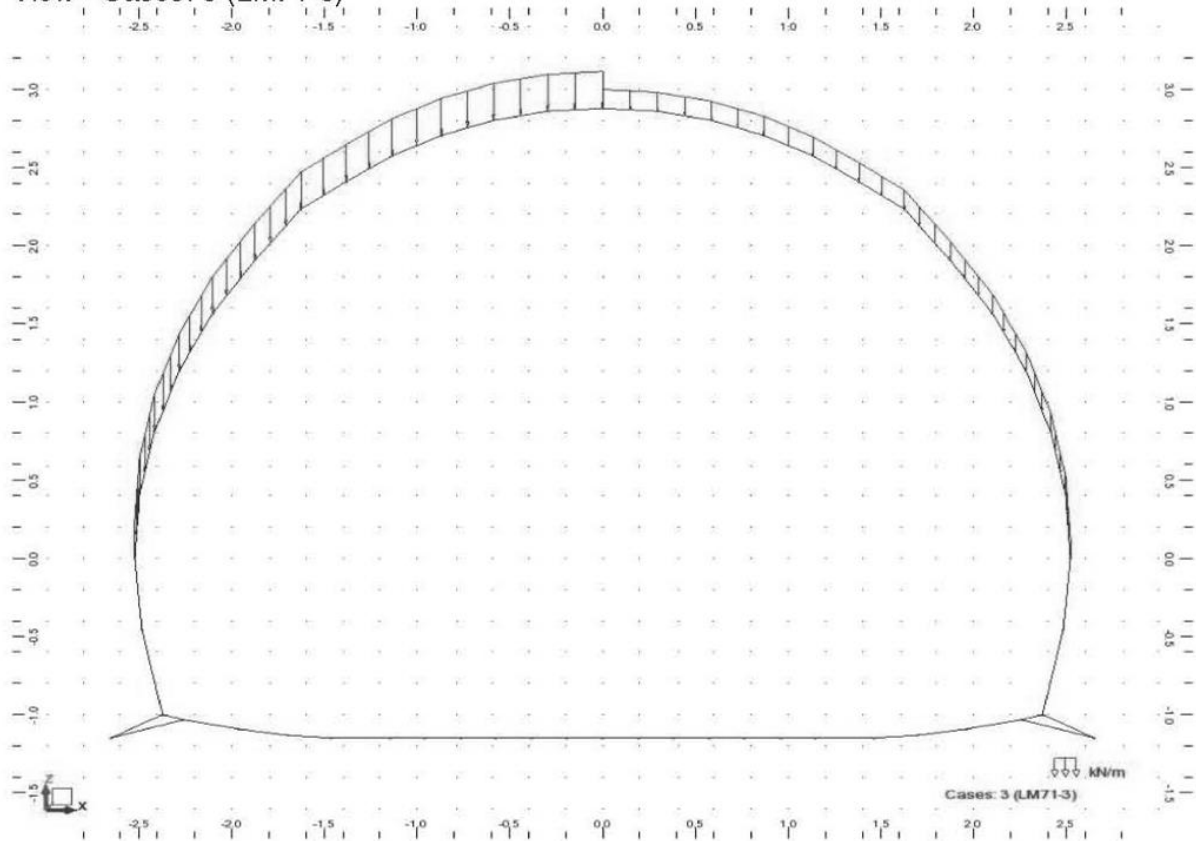
View - Cases: 1 (LM71-1)



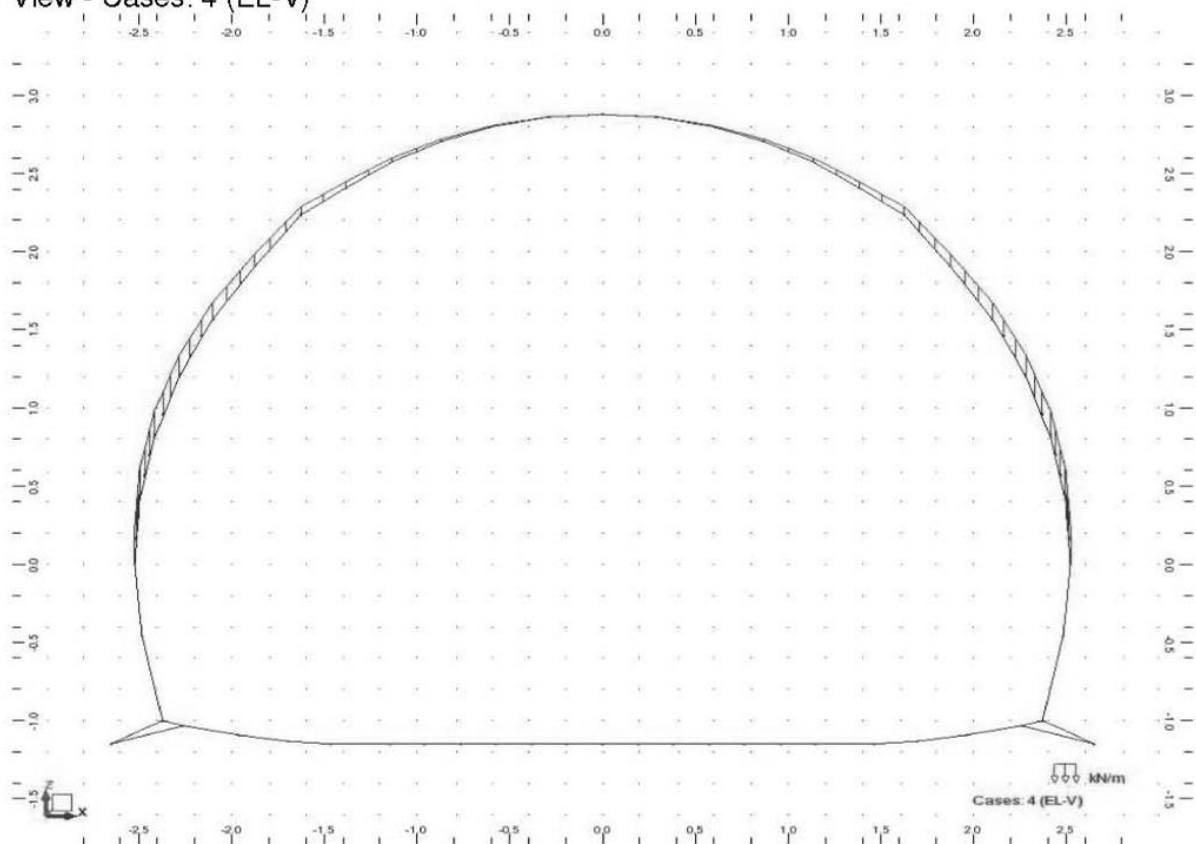
View - Cases: 2 (LM71-2)



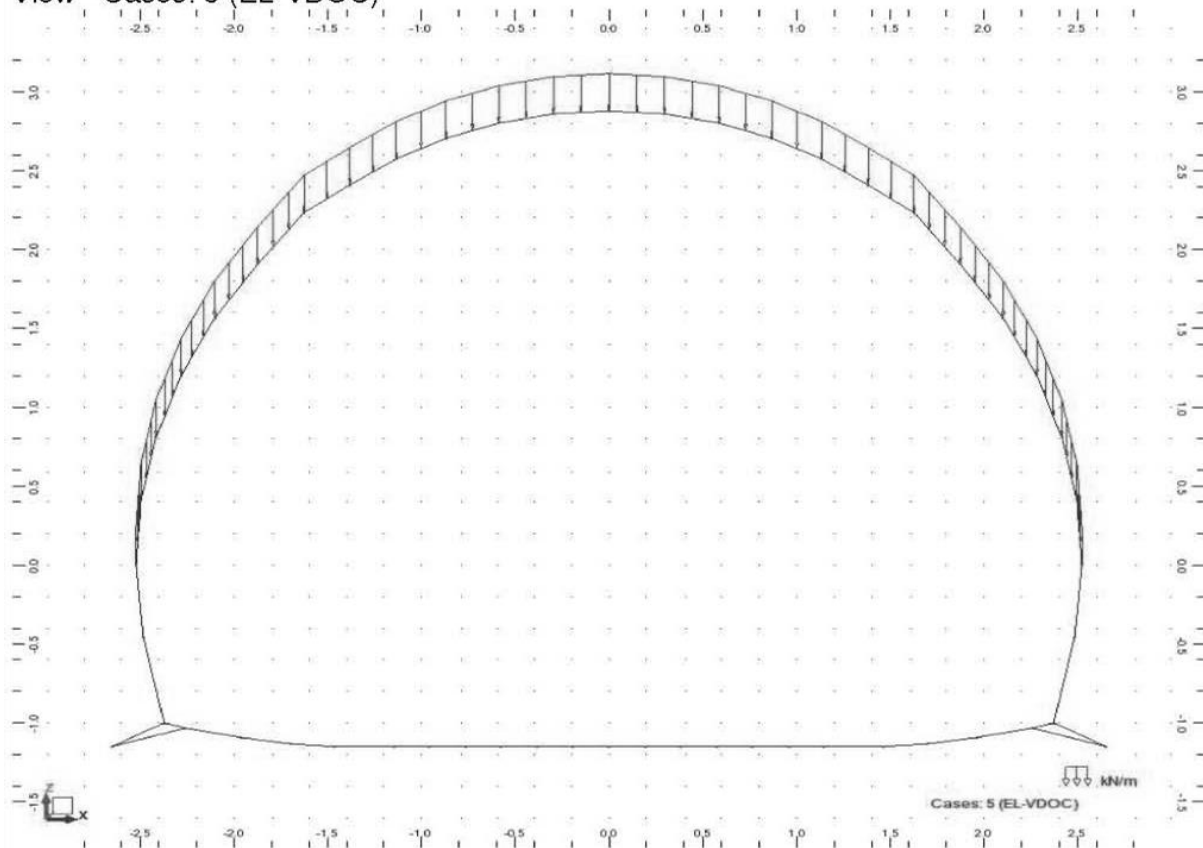
View - Cases: 3 (LM71-3)



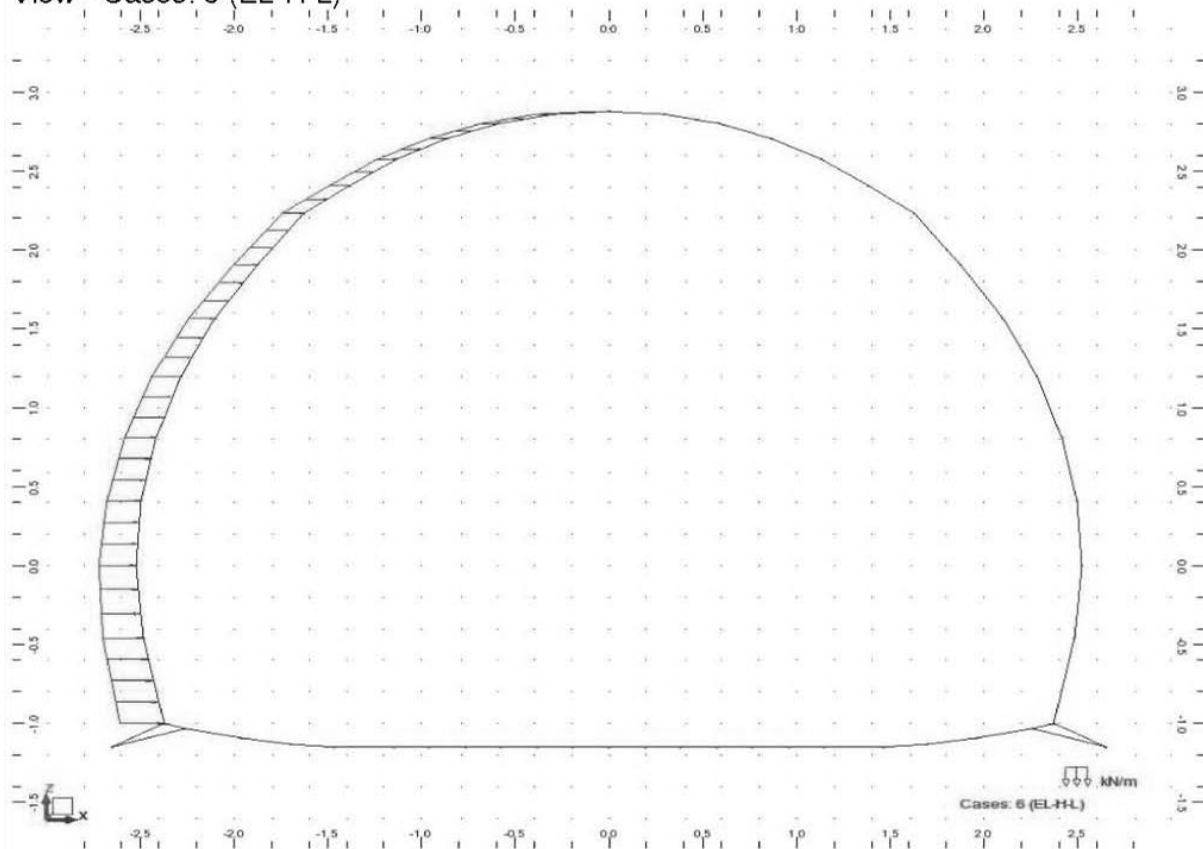
View - Cases: 4 (EL-V)



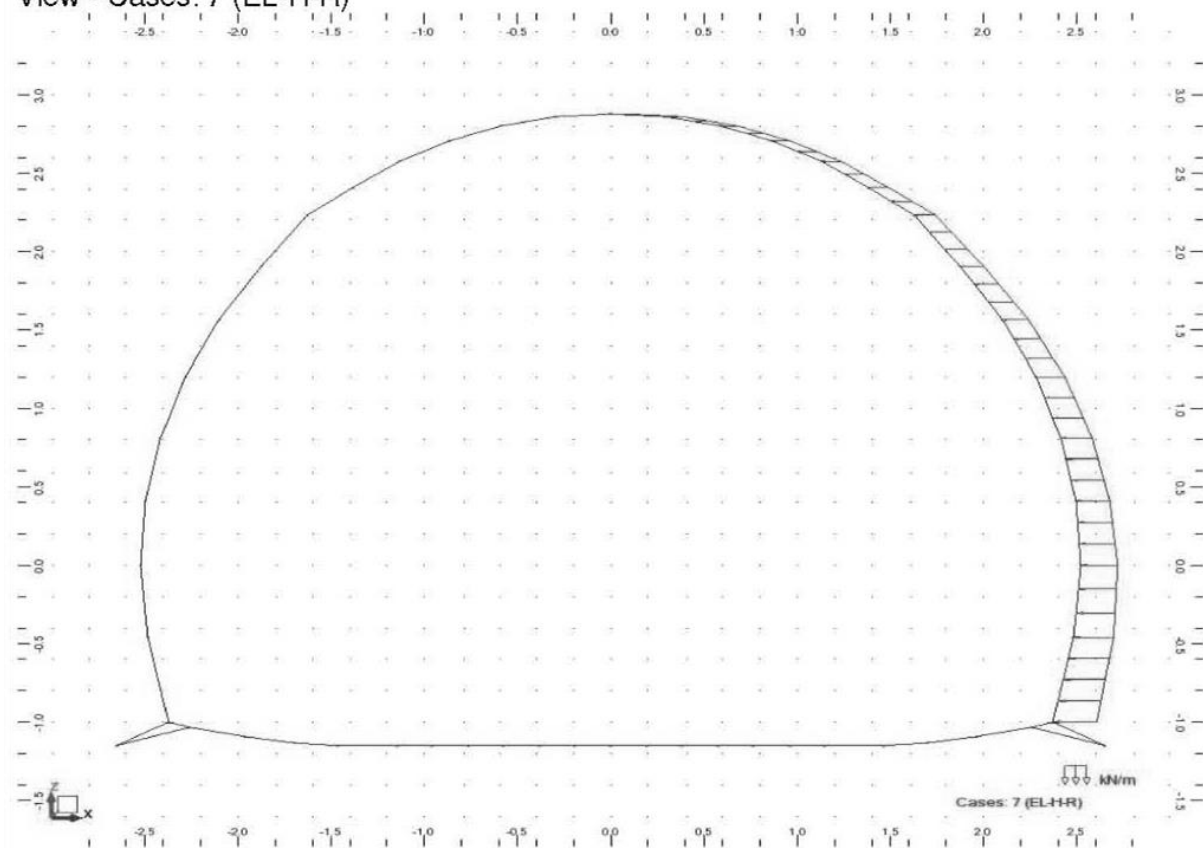
View - Cases: 5 (EL-VDOC)



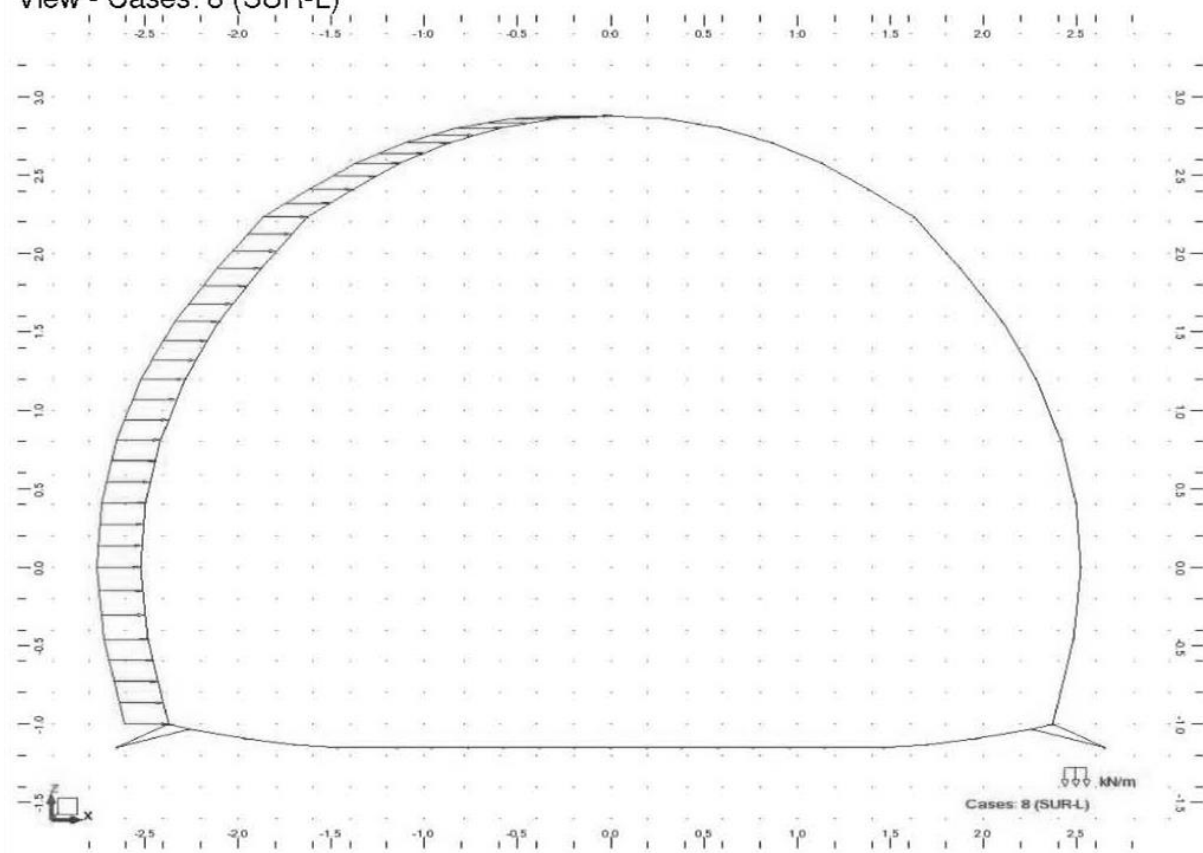
View - Cases: 6 (EL-H-L)



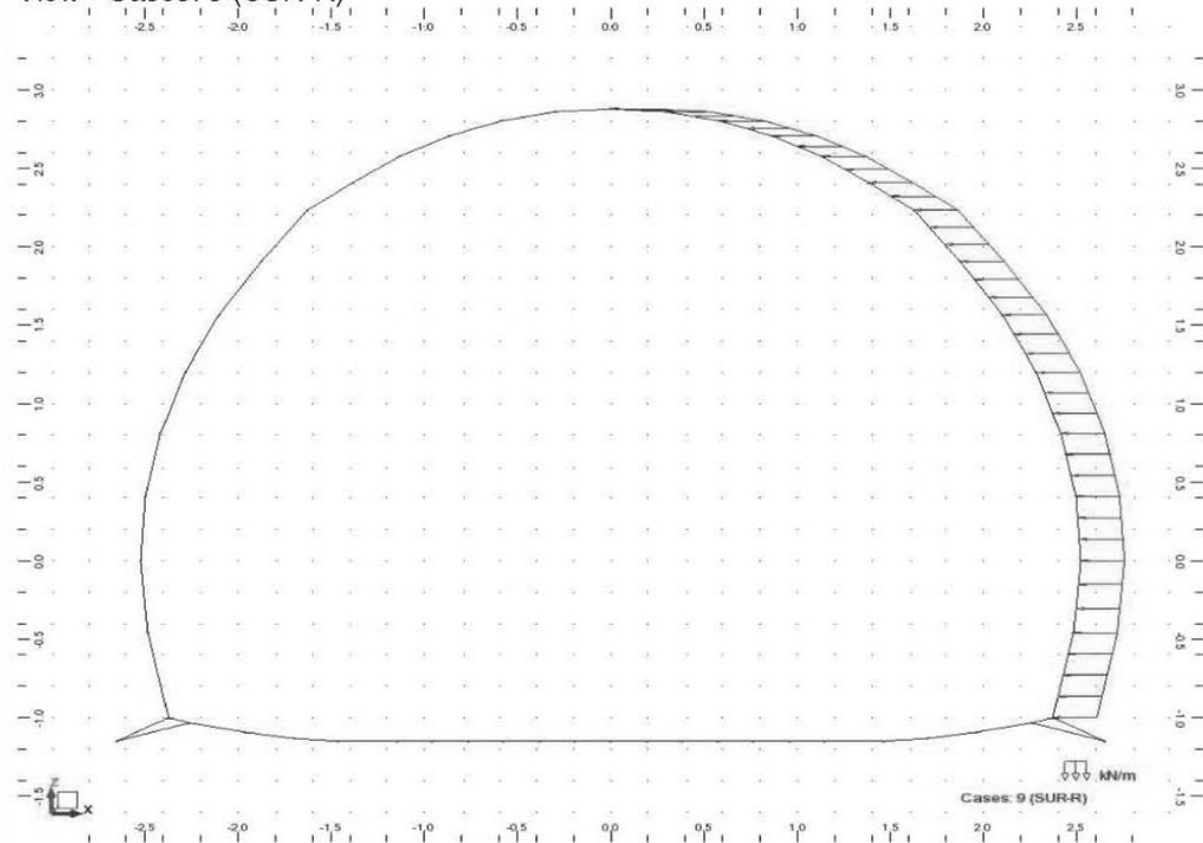
View - Cases: 7 (EL-H-R)



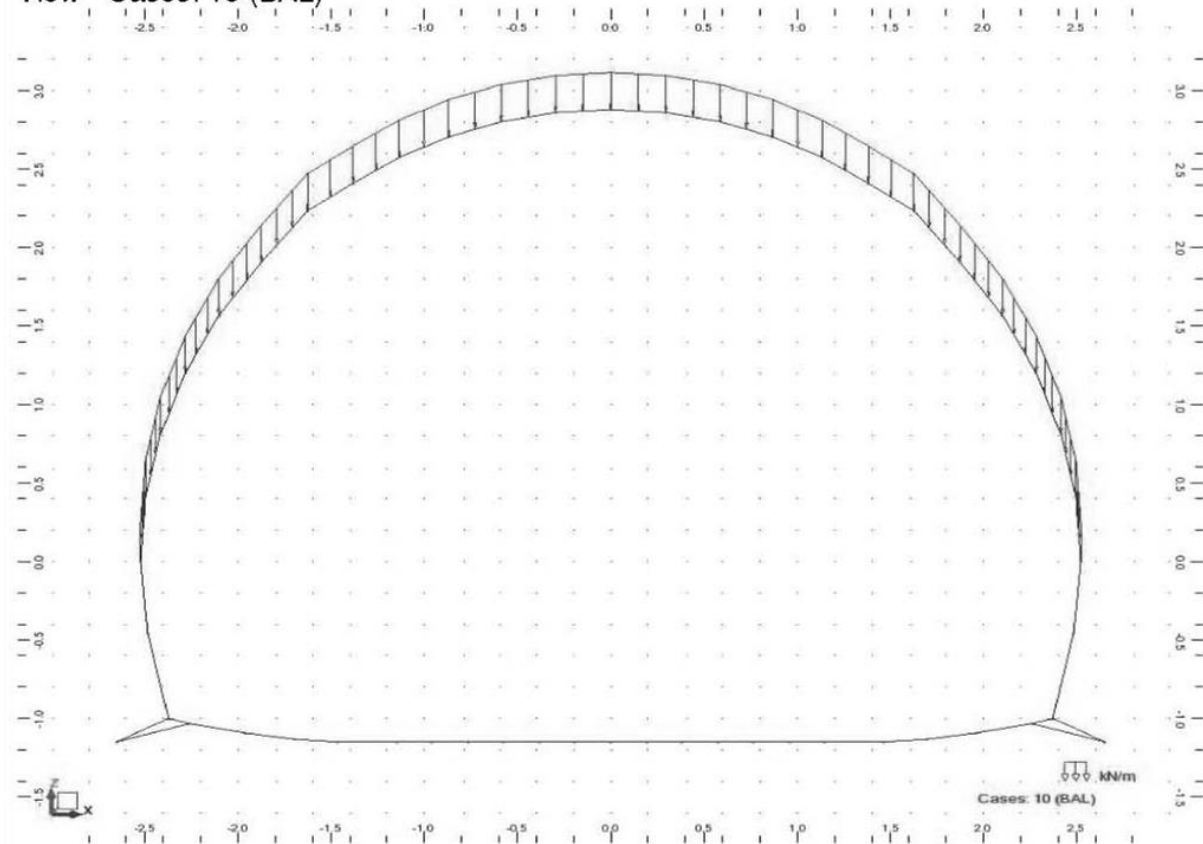
View - Cases: 8 (SUR-L)



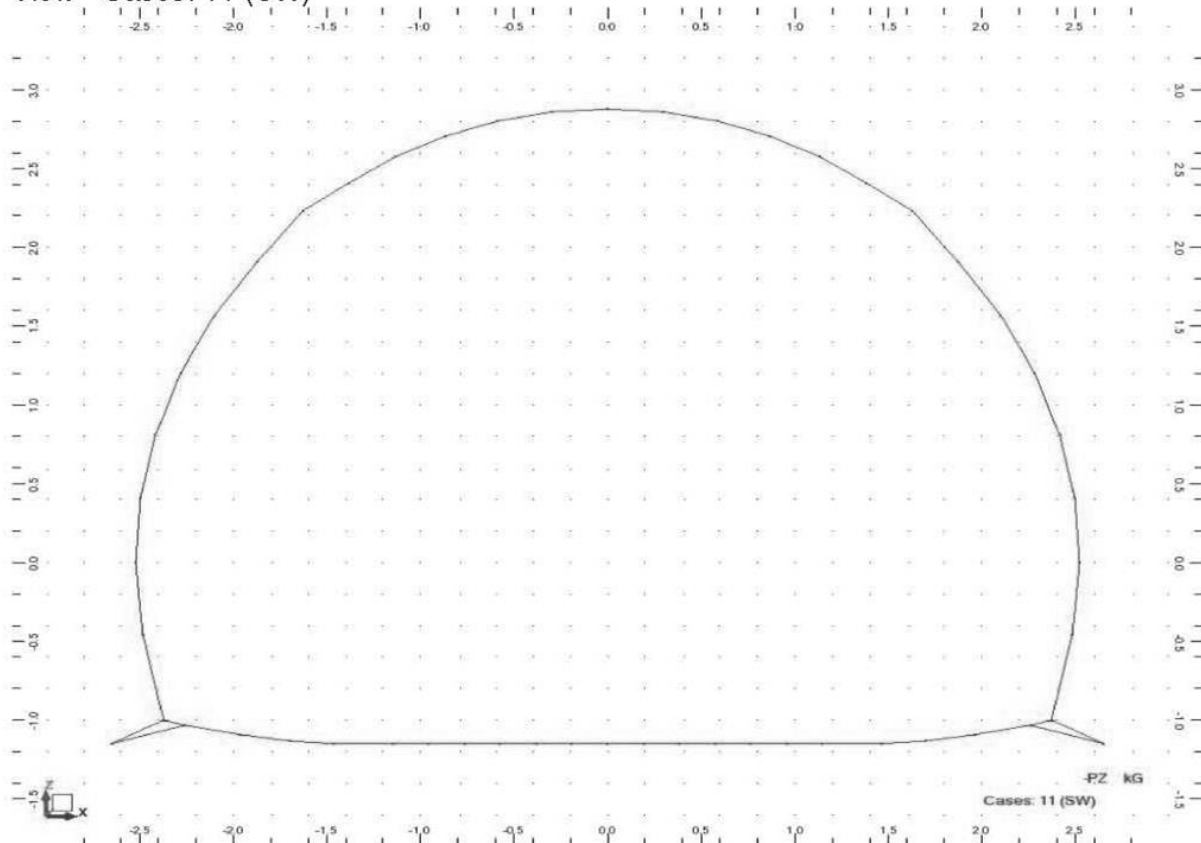
View - Cases: 9 (SUR-R)



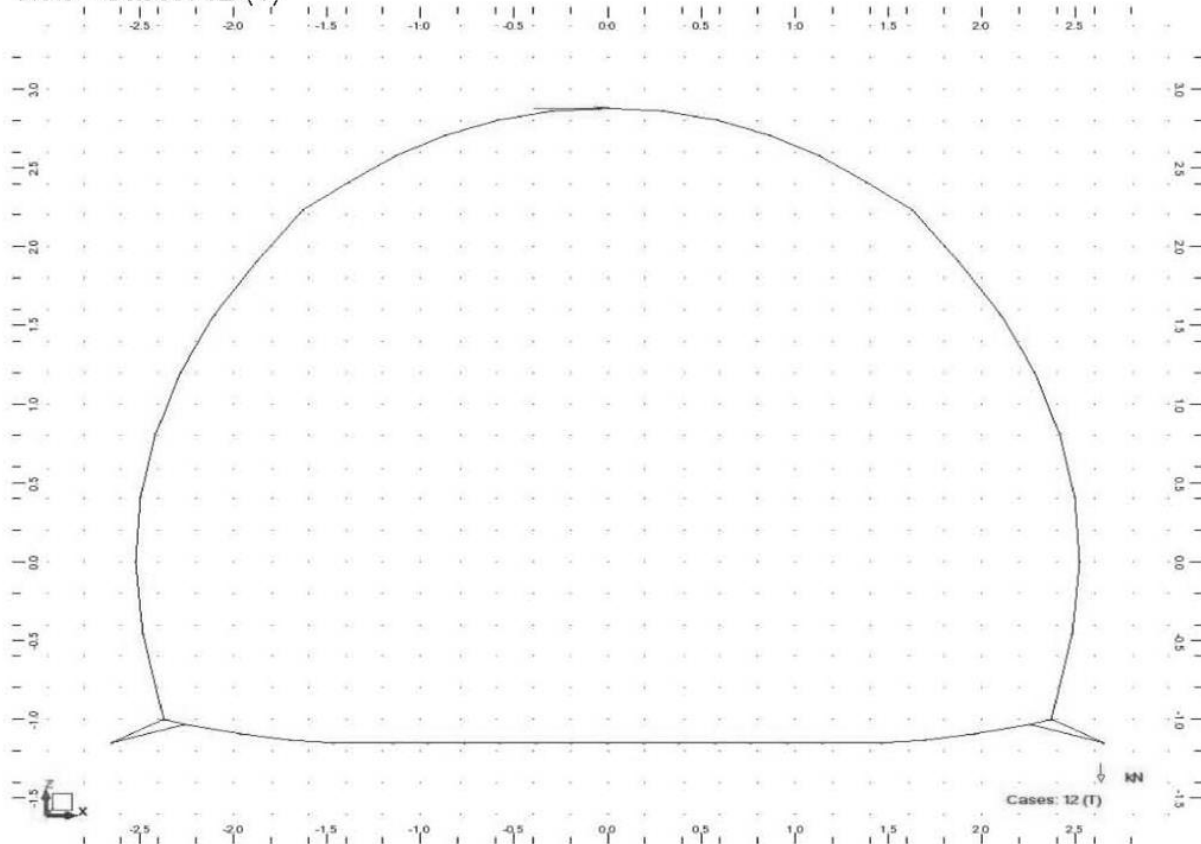
View - Cases: 10 (BAL)



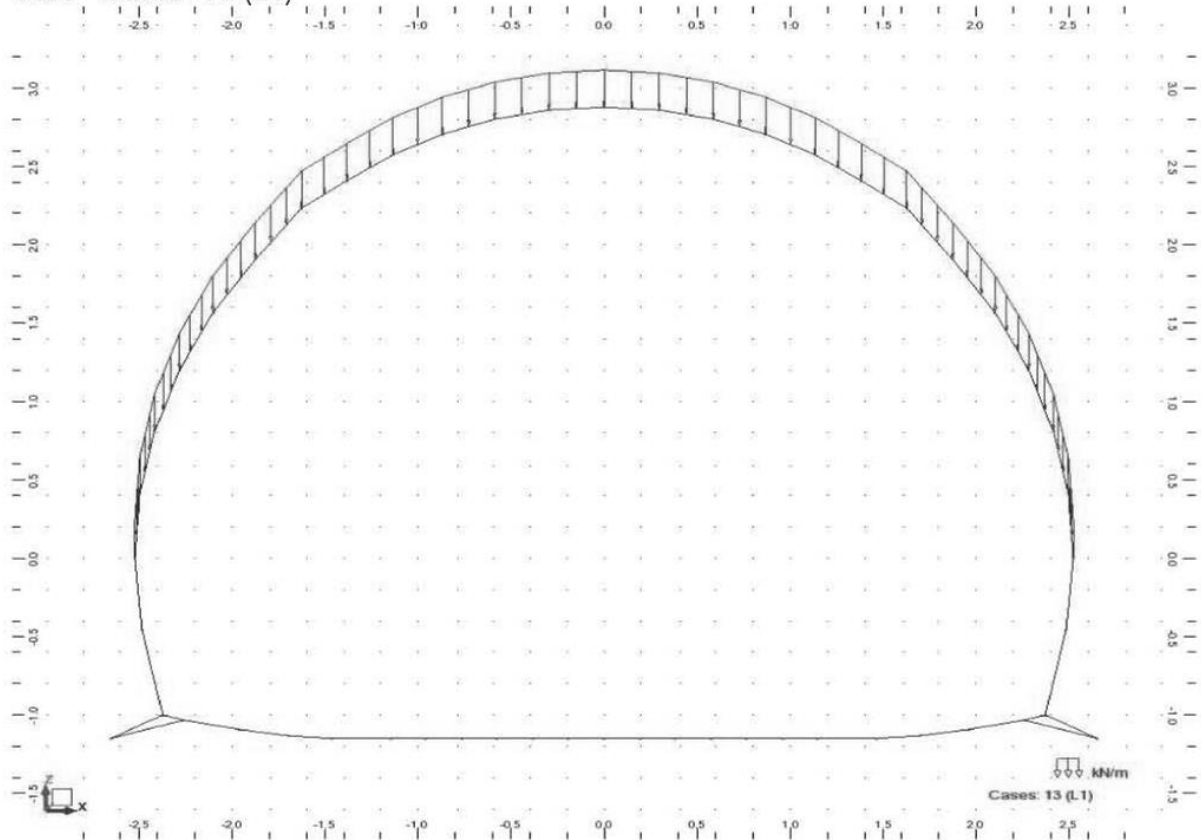
View - Cases: 11 (SW)



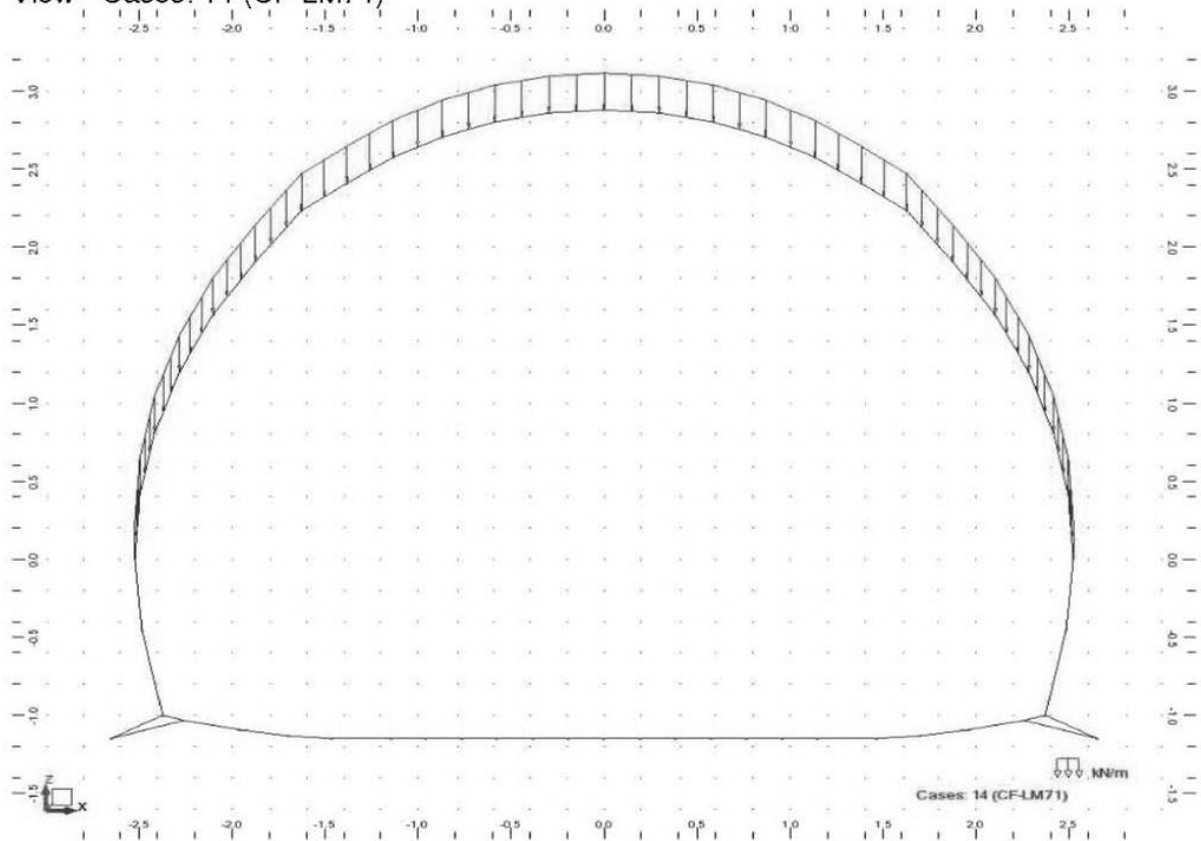
View - Cases: 12 (T)



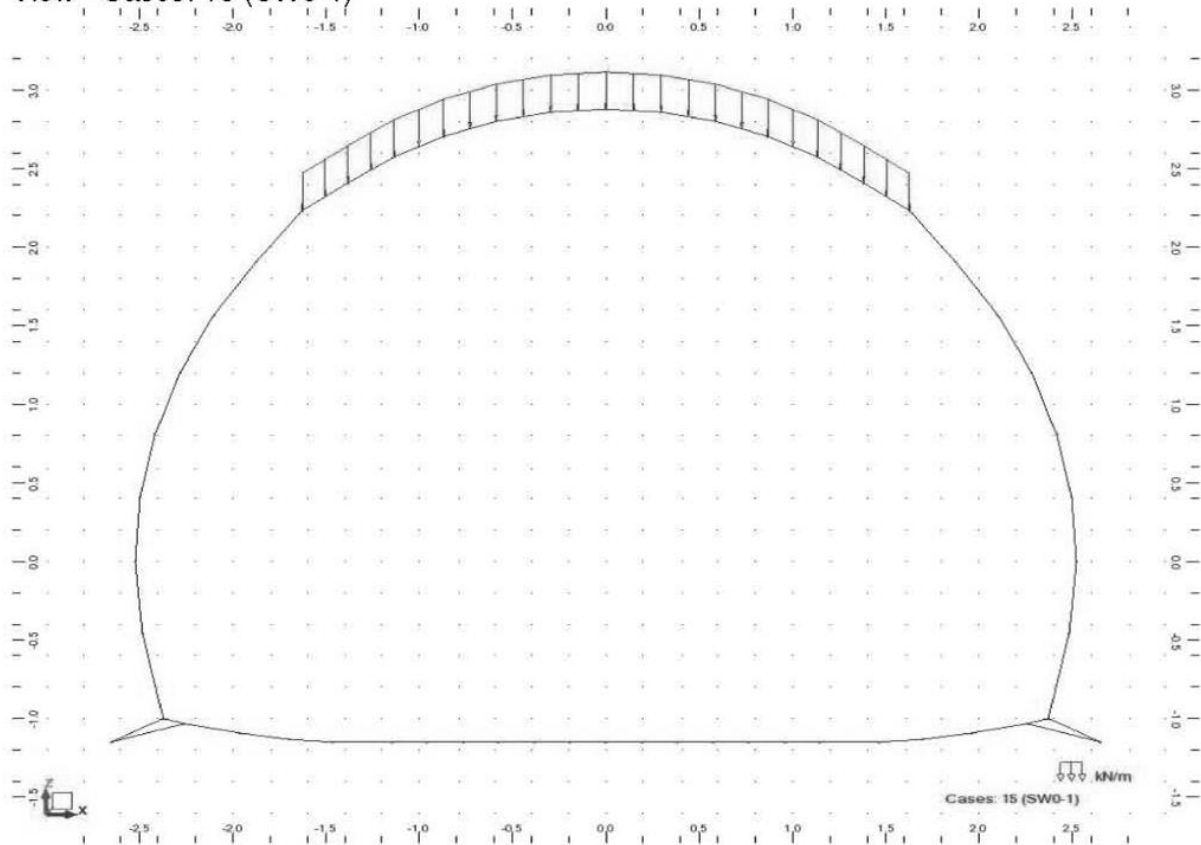
View - Cases: 13 (L1)



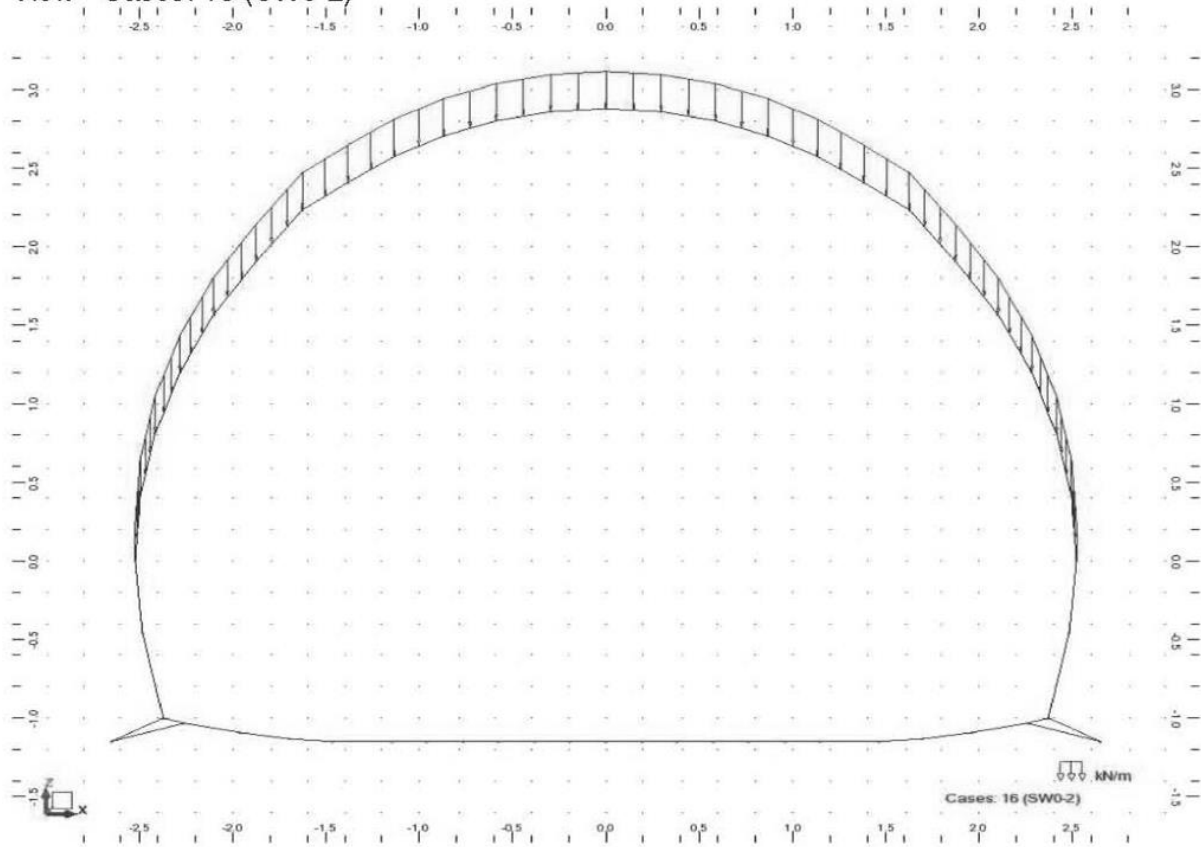
View - Cases: 14 (CF-LM71)



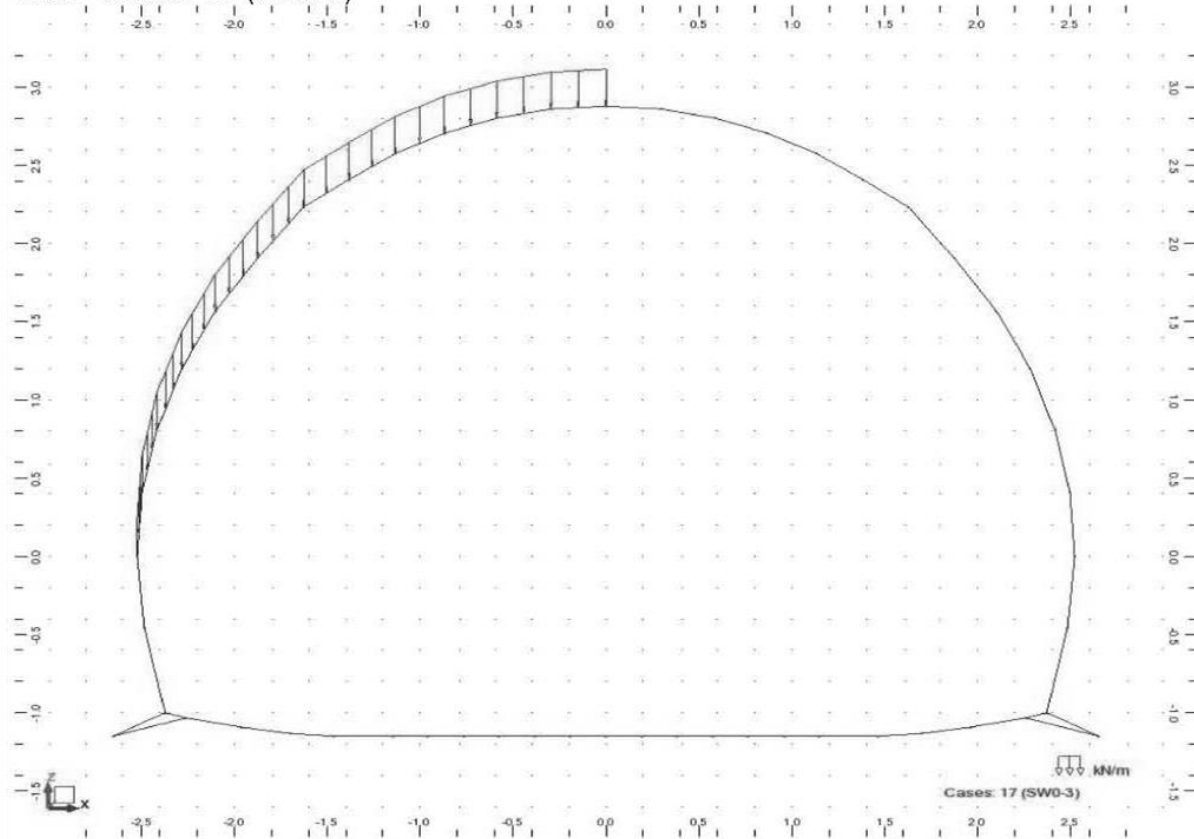
View - Cases: 15 (SW0-1)



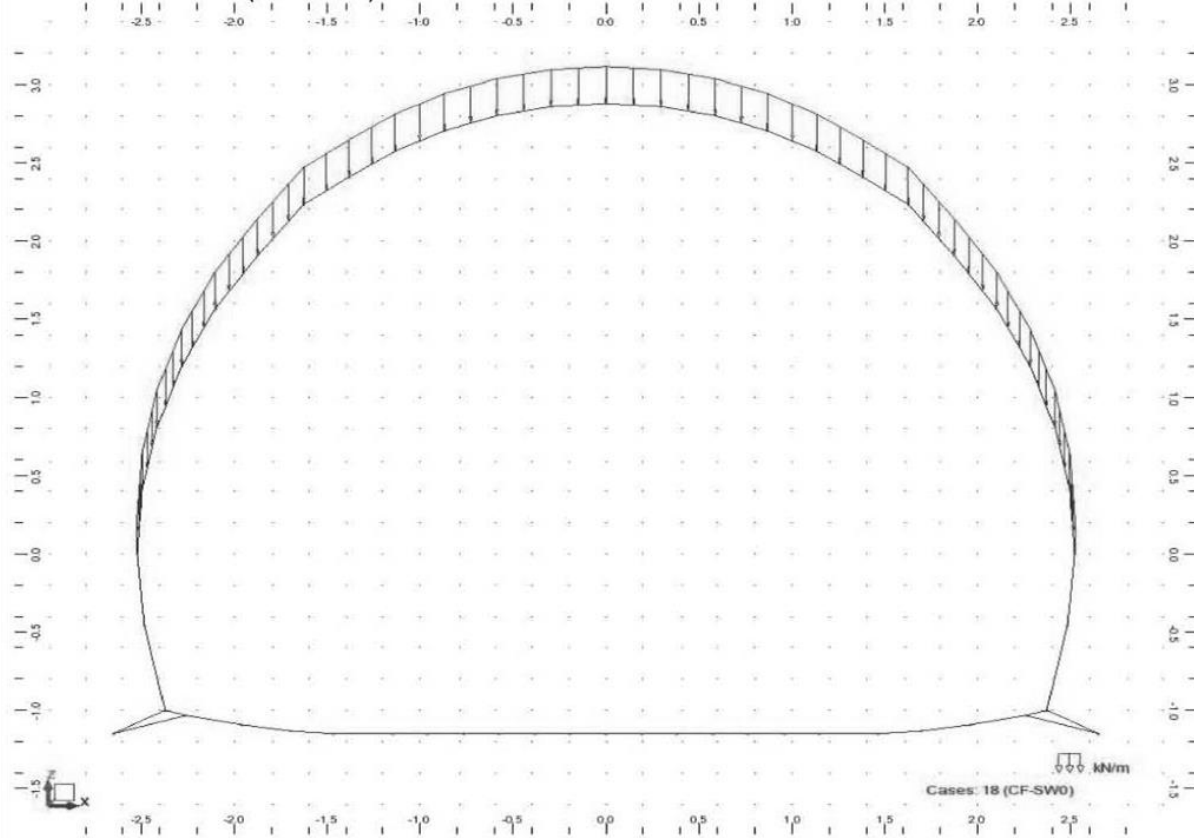
View - Cases: 16 (SW0-2)



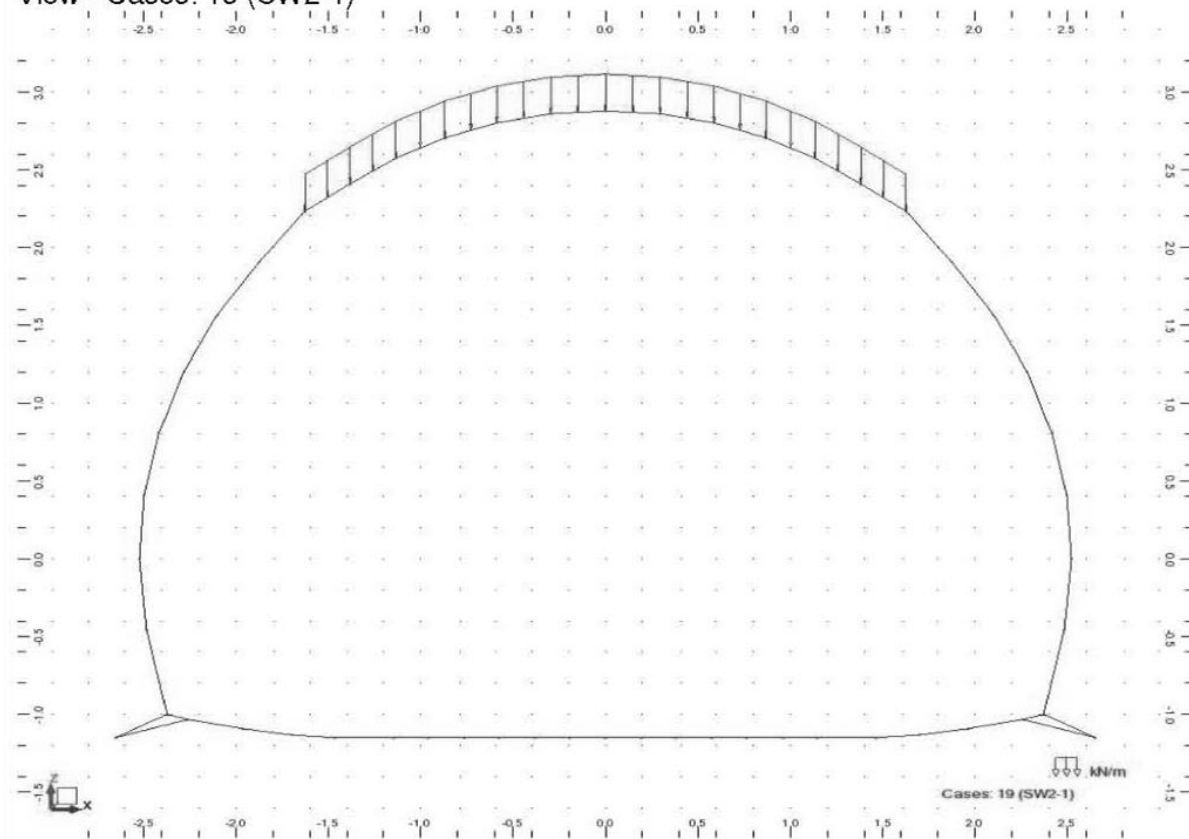
View - Cases: 17 (SW0-3)



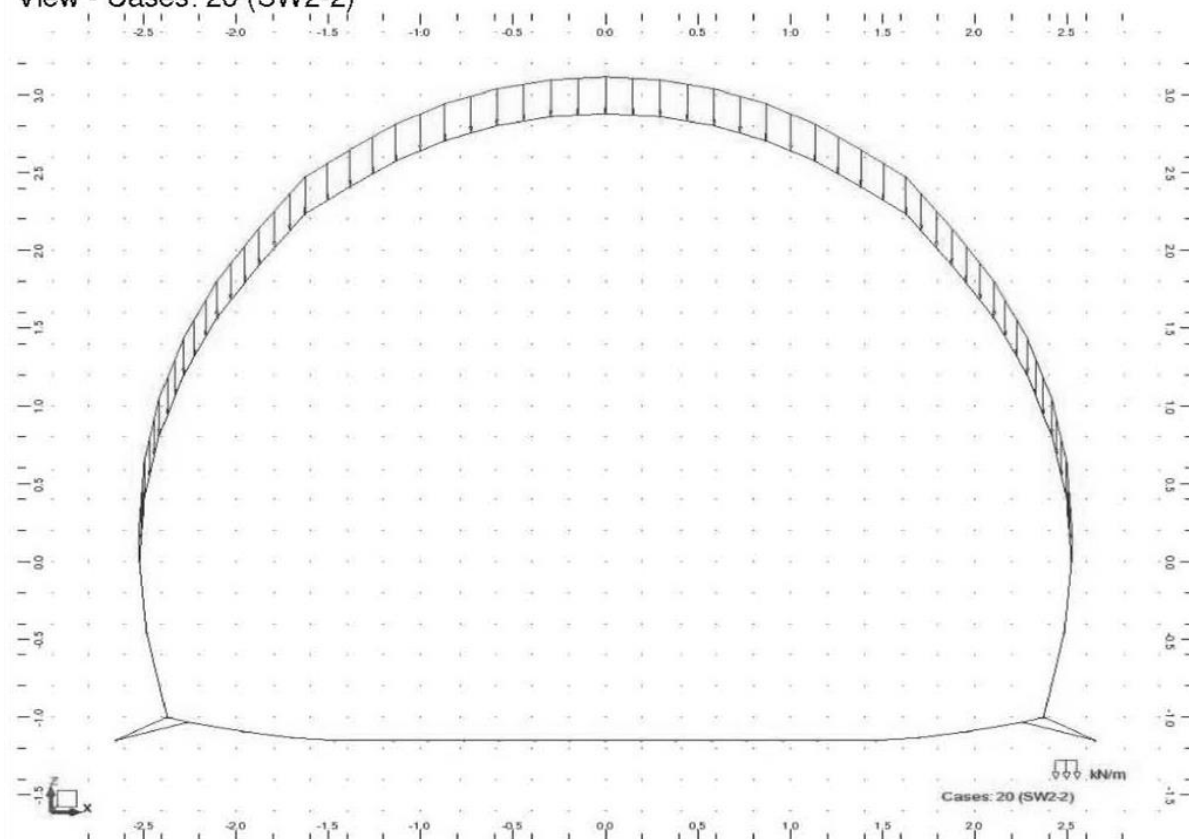
View - Cases: 18 (CF-SW0)



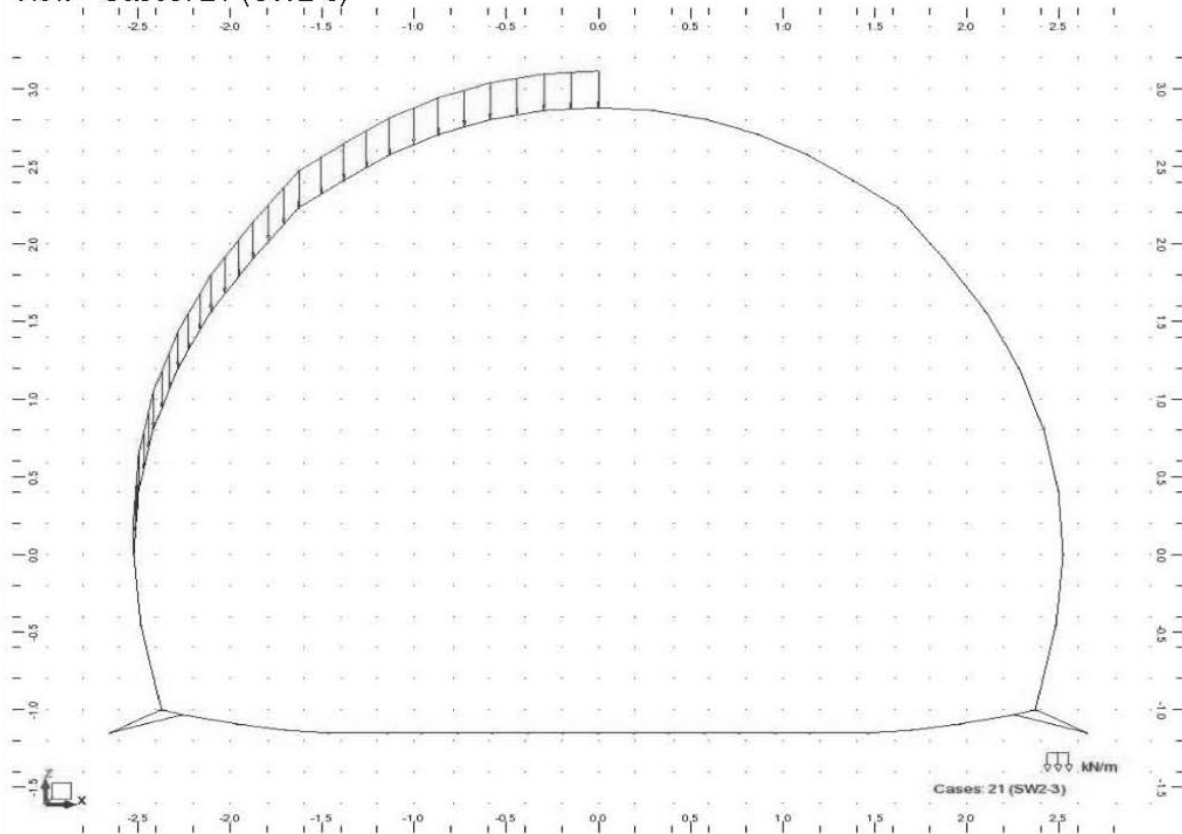
View - Cases: 19 (SW2-1)



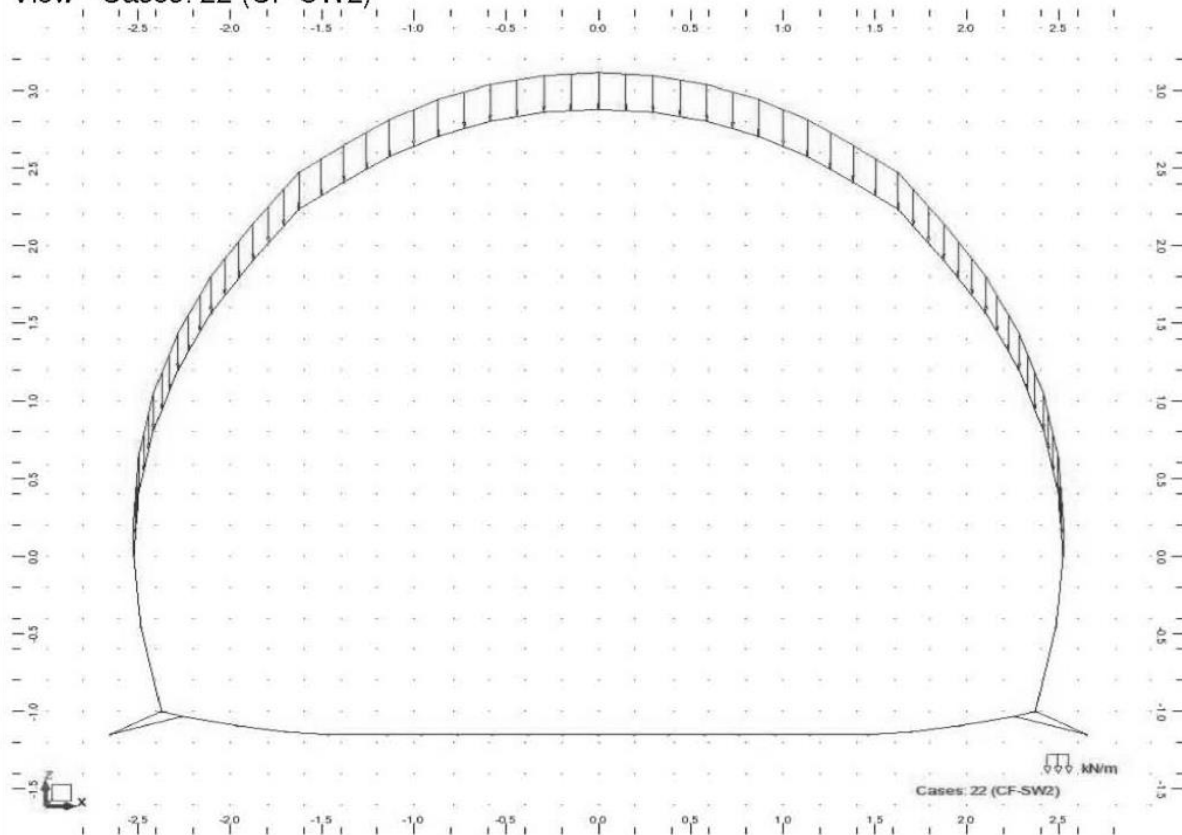
View - Cases: 20 (SW2-2)



View - Cases: 21 (SW2-3)



View - Cases: 22 (CF-SW2)



Service Max - SLS - Load Case Values

| Case | Case name | Nature | Load type | List | Load values |
|------|-----------|--------|-----------------------|--------|---|
| 1 | LM71-1 | live | uniform load | 24to29 | PZ=-40.90(kN/m) projected |
| 1 | LM71-1 | live | uniform load | 30to35 | PZ=-40.90(kN/m) projected |
| 2 | LM71-2 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-40.90(kN/m) projected |
| 2 | LM71-2 | live | uniform load | 30to41 | PZ=-40.90(kN/m) projected |
| 3 | LM71-3 | live | uniform load | 30to41 | PZ=-21.00(kN/m) projected |
| 3 | LM71-3 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-40.90(kN/m) projected |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 40 | PZ2=-49.38(kN/m) PZ1=-41.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 36 | PZ2=-19.46(kN/m) PZ1=-12.88(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 24 | PZ2=-9.38(kN/m) PZ1=-12.88(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 19 | PZ2=-41.36(kN/m) PZ1=-49.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 23 | PZ2=-12.88(kN/m) PZ1=-19.46(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 41 | PZ2=-57.56(kN/m) PZ1=-49.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 18 | PZ2=-49.38(kN/m) PZ1=-57.56(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 37 | PZ2=-26.26(kN/m) PZ1=-19.46(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 22 | PZ2=-19.46(kN/m) PZ1=-26.26(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 38 | PZ2=-33.60(kN/m) PZ1=-26.26(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 21 | PZ2=-26.26(kN/m) PZ1=-33.60(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 20 | PZ2=-33.60(kN/m) PZ1=-41.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 39 | PZ2=-41.36(kN/m) PZ1=-33.60(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 35 | PZ2=-12.88(kN/m) PZ1=-9.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 25 | PZ2=-6.08(kN/m) PZ1=-9.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 34 | PZ2=-9.38(kN/m) PZ1=-6.08(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 26 | PZ2=-3.46(kN/m) PZ1=-6.08(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 33 | PZ2=-6.08(kN/m) PZ1=-3.46(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 27 | PZ2=-1.54(kN/m) PZ1=-3.46(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 28 | PZ2=-0.38(kN/m) PZ1=-1.54(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 31 | PZ2=-1.54(kN/m) PZ1=-0.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 29 | PZ2=0.0(kN/m) PZ1=-0.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 30 | PZ2=-0.38(kN/m) PZ1=0.0(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 4 | EL-V | dead | trapezoidal load (2p) | 32 | PZ2=-3.46(kN/m) PZ1=-1.54(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 5 | EL-VDOC | dead | uniform load | 18to41 | PZ=-43.20(kN/m) projected |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 19 | PX2=88.96(kN/m) PX1=96.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 16 | PX2=114.34(kN/m) PX1=125.16(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 17 | PX2=105.16(kN/m) PX1=114.34(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 18 | PX2=96.98(kN/m) PX1=105.16(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 20 | PX2=81.20(kN/m) PX1=88.96(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |

| | | | | | |
|----|---------|------|-----------------------|---------------------|--|
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 21 | PX2=73.86(kN/m) PX1=81.20(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 22 | PX2=67.06(kN/m) PX1=73.86(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 23 | PX2=60.48(kN/m) PX1=67.06(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 24 | PX2=56.98(kN/m) PX1=60.48(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 25 | PX2=53.68(kN/m) PX1=56.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 26 | PX2=51.06(kN/m) PX1=53.68(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 27 | PX2=49.14(kN/m) PX1=51.06(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 28 | PX2=47.98(kN/m) PX1=49.14(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 6 | EL-H-L | dead | trapezoidal load (2p) | 29 | PX2=47.60(kN/m) PX1=47.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 42 | PX2=-114.34(kN/m) PX1=-105.16(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 40 | PX2=-96.98(kN/m) PX1=-88.96(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 39 | PX2=-88.96(kN/m) PX1=-81.20(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 38 | PX2=-81.20(kN/m) PX1=-73.86(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 37 | PX2=-73.86(kN/m) PX1=-67.06(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 36 | PX2=-67.06(kN/m) PX1=-60.48(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 35 | PX2=-60.48(kN/m) PX1=-56.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 41 | PX2=-105.16(kN/m) PX1=-96.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 34 | PX2=-56.98(kN/m) PX1=-53.68(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 43 | PX2=-125.16(kN/m) PX1=-114.34(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 33 | PX2=-53.68(kN/m) PX1=-51.06(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 32 | PX2=-51.06(kN/m) PX1=-49.14(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 31 | PX2=-49.14(kN/m) PX1=-47.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 7 | EL-H-R | dead | trapezoidal load (2p) | 30 | PX2=-47.98(kN/m) PX1=-47.60(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative |
| 8 | SUR-L | live | uniform load | 16to29 | PX=21.00(kN/m) projected |
| 9 | SUR-R | live | uniform load | 30to43 | PX=-21.00(kN/m) projected |
| 10 | BAL | dead | uniform load | 18to41 | PZ=-4.40(kN/m) projected |
| 11 | SW | dead | self-weight | 1to11 15to44 48to60 | PZ Negative Factor=1.00 |
| 12 | T | live | nodal force | 30 | FX=40.20(kN) |
| 13 | L1 | live | uniform load | 30to41 | PZ=-14.30(kN/m) projected |
| 13 | L1 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-14.30(kN/m) projected |
| 14 | CF-LM71 | dead | uniform load | 18to41 | PZ=-18.40(kN/m) projected |
| 15 | SW0-1 | live | uniform load | 30to35 | PZ=-34.80(kN/m) projected |
| 15 | SW0-1 | live | uniform load | 24to29 | PZ=-34.80(kN/m) projected |
| 16 | SW0-2 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-34.80(kN/m) projected |
| 16 | SW0-2 | live | uniform load | 30to41 | PZ=-34.80(kN/m) projected |
| 17 | SW0-3 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-34.80(kN/m) projected |
| 18 | CF-SW0 | dead | uniform load | 18to41 | PZ=-15.70(kN/m) projected |
| 19 | SW2-1 | live | uniform load | 30to35 | PZ=-32.50(kN/m) projected |
| 19 | SW2-1 | live | uniform load | 24to29 | PZ=-32.50(kN/m) projected |
| 20 | SW2-2 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-32.50(kN/m) projected |
| 20 | SW2-2 | live | uniform load | 30to41 | PZ=-32.50(kN/m) projected |
| 21 | SW2-3 | live | uniform load | 18to29 | PZ=-32.50(kN/m) projected |
| 22 | CF-SW2 | dead | uniform load | 18to41 | PZ=-14.60(kN/m) projected |

3.4 Kombinace

Service Max - Load Combination SLS

| Combinations | Name | Definition |
|--------------|--------------------|--|
| 23 | LM71-1_VH_SLS-CH | $(1+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 24 | LM71-2_VH_SLS-CH | $(2+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 25 | LM71-3_VH_SLS-CH | $(3+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 26 | LM71-1_Vh_SLS-CH | $(1+4+5+10+11+13+14)*1.00$ |
| 27 | LM71-2_Vh_SLS-CH | $(2+4+5+10+11+13+14)*1.00$ |
| 28 | LM71-3_Vh_SLS-CH | $(3+4+5+10+11+13+14)*1.00$ |
| 29 | LM71-1_VH_T_SLS-CH | $(1+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 30 | LM71-2_VH_T_SLS-CH | $(2+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 31 | LM71-3_VH_T_SLS-CH | $(3+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 32 | LM71-1_vH_T_SLS-CH | $(1+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 33 | LM71-2_vH_T_SLS-CH | $(2+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 34 | LM71-3_vH_T_SLS-CH | $(3+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 35 | vH1-ULS | $(4+5+10+11)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 36 | vh2-ULS | $(4+5+10+11)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 37 | SW/0-1_VH_SLS-CH | $(15+4+5+10+11+13+18)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 38 | SW/0-2_VH_SLS-CH | $(16+4+5+10+11+13+18)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 39 | SW/0-3_VH_SLS-CH | $(17+4+5+10+11+13+18)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 40 | SW/0-1_Vh_SLS-CH | $(15+4+5+10+11+13+18)*1.00$ |
| 41 | SW/0-2_Vh_SLS-CH | $(16+4+5+10+11+13+18)*1.00$ |
| 42 | SW/0-3_Vh_SLS-CH | $(17+4+5+10+11+13+18)*1.00$ |
| 43 | SW/0-1_VH_T_SLS-CH | $(15+4+5+10+11+13+18+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 44 | SW/0-2_VH_T_SLS-CH | $(16+4+5+10+11+13+18+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 45 | SW/0-3_VH_T_SLS-CH | $(17+4+5+10+11+13+18+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 46 | SW/0-1_vH_T_SLS-CH | $(15+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 47 | SW/0-2_vH_T_SLS-CH | $(16+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 48 | SW/0-3_vH_T_SLS-CH | $(17+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 49 | SW/2-1_VH_SLS-CH | $(19+4+5+10+11+13+22)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 50 | SW/2-2_VH_SLS-CH | $(20+4+5+10+11+13+22)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 51 | SW/2-3_VH_SLS-CH | $(21+4+5+10+11+13+22)*1.00+(6+7+8+9)*0.50$ |
| 52 | SW/2-1_Vh_SLS-CH | $(19+4+5+10+11+13+22)*1.00$ |
| 53 | SW/2-2_Vh_SLS-CH | $(20+4+5+10+11+13+22)*1.00$ |
| 54 | SW/2-3_Vh_SLS-CH | $(21+4+5+10+11+13+22)*1.00$ |
| 55 | SW/2-1_VH_T_SLS-CH | $(19+4+5+10+11+13+22+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 56 | SW/2-2_VH_T_SLS-CH | $(20+4+5+10+11+13+22+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 57 | SW/2-3_VH_T_SLS-CH | $(21+4+5+10+11+13+22+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 58 | SW/2-1_vH_T_SLS-CH | $(19+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 59 | SW/2-2_vH_T_SLS-CH | $(20+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |
| 60 | SW/2-3_vH_T_SLS-CH | $(21+4+5+10+11+12)*1.00+(6+8)*0.50+7*0.33$ |

Service Max - Load Combination SLS - QUASI PERMANENT - CRACK WIDTH CHECK

| Combinations | Name | Definition |
|--------------|------------|-------------------------------|
| 23 | VH1_SLS-QP | $(4+5+10+11)*1.00+(6+7)*0.55$ |
| 24 | VH2_SLS-QP | $(4+5+10+11)*1.00+6*0.55$ |
| 25 | Vh3_SLS-QP | $(4+5+10+11)*1.00$ |
| 26 | vH4_SLS-QP | $(4+5+10+11)*1.00+(6+7)*0.60$ |
| 27 | vH5_SLS-QP | $(4+5+10+11)*1.00+6*0.60$ |

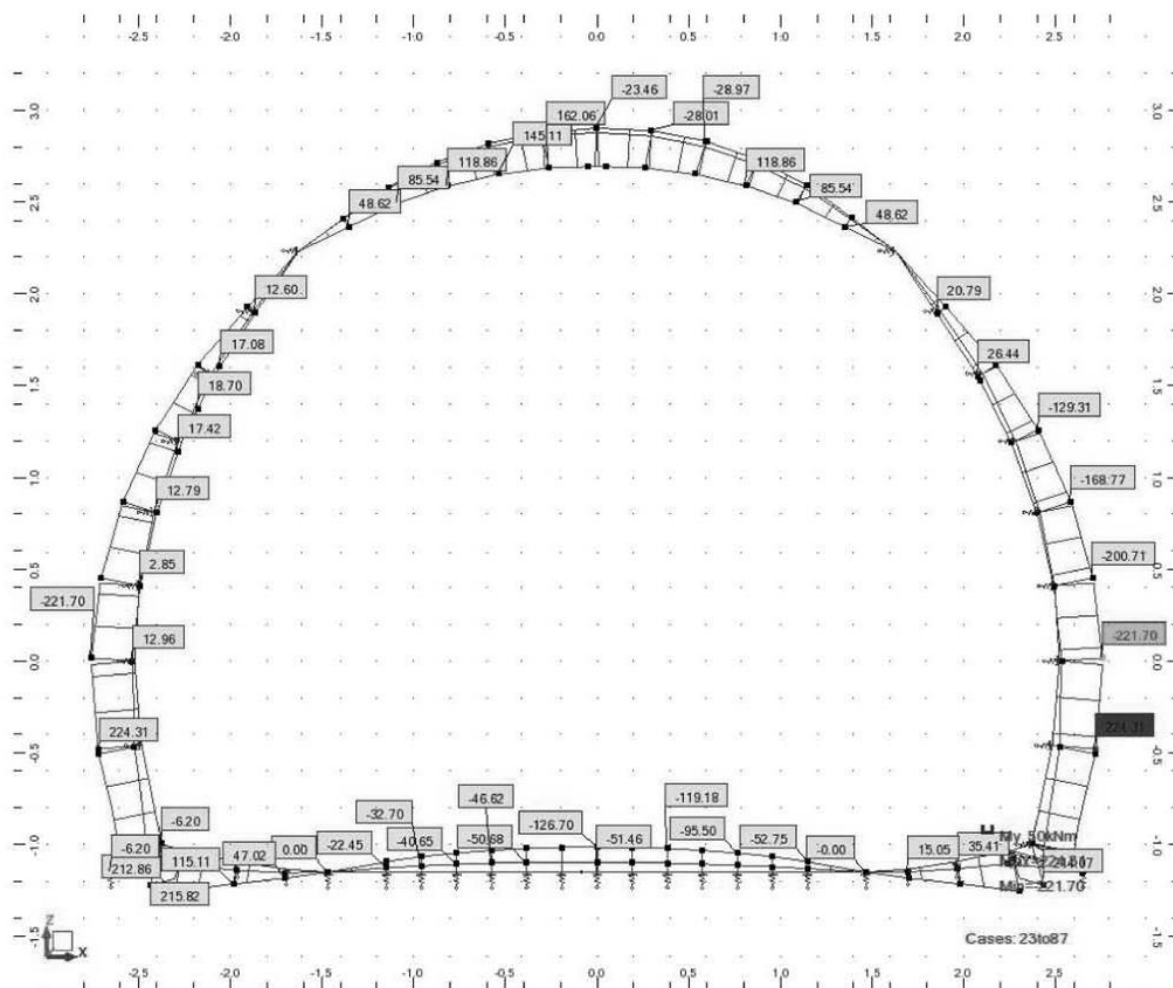
Service Max - Load Combination ULS

| Combinations | Name | Definition |
|--------------|-------------------|--|
| 23 | LM71-1_VH_ULS_a | $1*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+14)*1.16$ |
| 24 | LM71-1_VH_ULS_b | $1*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+14)*1.45$ |
| 25 | LM71-2_VH_ULS_a | $2*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+14)*1.16$ |
| 26 | LM71-2_VH_ULS_b | $2*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+14)*1.45$ |
| 27 | LM71-3_VH_ULS_a | $3*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+14)*1.16$ |
| 28 | LM71-3_VH_ULS_b | $3*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+14)*1.45$ |
| 29 | LM71-1_Vh_ULS_a | $1*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 30 | LM71-1_Vh_ULS_b | $1*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 31 | LM71-2_Vh_ULS_a | $2*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 32 | LM71-2_Vh_ULS_b | $2*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 33 | LM71-3_Vh_ULS_a | $3*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 34 | LM71-3_Vh_ULS_b | $3*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 35 | LM71-1_VH_T_ULS_a | $1*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+14+12)*1.16$ |

| | | |
|----|-------------------|---|
| 36 | LM71-1_VH_T_ULS_b | $1*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+14+12)*1.45$ |
| 37 | LM71-2_VH_T_ULS_a | $2*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+14+12)*1.16$ |
| 38 | LM71-2_VH_T_ULS_b | $2*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+14+12)*1.45$ |
| 39 | LM71-3_VH_T_ULS_a | $3*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+14+12)*1.16$ |
| 40 | LM71-3_VH_T_ULS_b | $3*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+14+12)*1.45$ |
| 41 | LM71-1_vH_T_ULS | $1*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 42 | LM71-2_vH_T_ULS | $2*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 43 | LM71-2_vH_T_ULS | $3*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 44 | vh1-ULS | $(4+5+10+11)*1.00+(6+7+8+9)*0.75$ |
| 45 | vh2-ULS | $(4+5+10+11)*1.00+(6+8)*0.75+7*0.33$ |
| 46 | SW/0-1_VH_ULS_a | $15*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+18)*1.16$ |
| 47 | SW/0-1_VH_ULS_b | $15*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+18)*1.45$ |
| 48 | SW/0-2_VH_ULS_a | $16*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+18)*1.16$ |
| 49 | SW/0-2_VH_ULS_b | $16*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+18)*1.45$ |
| 50 | SW/0-2_VH_ULS_a | $17*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+18)*1.16$ |
| 51 | SW/0-2_VH_ULS_b | $17*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+18)*1.45$ |
| 52 | SW/0-1_Vh_ULS_a | $15*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 53 | SW/0-1_Vh_ULS_b | $15*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 54 | SW/0-1_Vh_ULS_a | $16*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 55 | SW/0-1_Vh_ULS_b | $16*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 56 | SW/0-1_Vh_ULS_a | $17*2.43+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$ |
| 57 | SW/0-1_Vh_ULS_b | $17*2.86+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$ |
| 58 | SW/0-1_VH_T_ULS_a | $15*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+18+12)*1.16$ |
| 59 | SW/0-1_VH_T_ULS_b | $15*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+18+12)*1.45$ |
| 60 | SW/0-2_VH_T_ULS_a | $16*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+18+12)*1.16$ |
| 61 | SW/0-2_VH_T_ULS_b | $16*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+18+12)*1.45$ |
| 62 | SW/0-3_VH_T_ULS_a | $17*2.43+(4+5+10+11)*1.35+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(13+18+12)*1.16$ |
| 63 | SW/0-3_VH_T_ULS_b | $17*2.86+(4+5+10+11)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(13+18+12)*1.45$ |
| 64 | SW/0-1_vH_T_ULS | $15*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 65 | SW/0-2_vH_T_ULS | $16*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 66 | SW/0-3_vH_T_ULS | $17*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.45$ |
| 67 | SW/2-1_VH_ULS_a | $19*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+22)*1.00$ |
| 68 | SW/2-1_VH_ULS_b | $19*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+22)*1.20$ |
| 69 | SW/2-2_VH_ULS_a | $20*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+22)*1.00$ |
| 70 | SW/2-2_VH_ULS_b | $20*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+22)*1.20$ |
| 71 | SW/2-3_VH_ULS_a | $21*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.75+(8+9)*0.64+(13+22)*1.00$ |
| 72 | SW/2-3_VH_ULS_b | $21*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.64+(8+9)*0.75+(13+22)*1.20$ |
| 73 | SW/2-1_Vh_ULS_a | $19*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$ |
| 74 | SW/2-1_Vh_ULS_b | $19*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$ |
| 75 | SW/2-2_Vh_ULS_a | $20*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$ |
| 76 | SW/2-2_Vh_ULS_b | $20*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$ |
| 77 | SW/2-3_Vh_ULS_a | $21*2.01+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$ |
| 78 | SW/2-3_Vh_ULS_b | $21*2.36+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$ |
| 79 | SW/2-1_VH_T_ULS_a | $19*2.01+(4+5)*1.15+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$ |
| 80 | SW/2-1_VH_T_ULS_b | $19*2.36+(4+5)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$ |
| 81 | SW/2-2_VH_T_ULS_a | $20*2.01+(4+5)*1.15+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$ |
| 82 | SW/2-2_VH_T_ULS_b | $20*2.36+(4+5)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$ |
| 83 | SW/2-3_VH_T_ULS_a | $21*2.01+(4+5)*1.15+6*0.75+7*0.33+8*0.64+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$ |
| 84 | SW/2-3_VH_T_ULS_b | $21*2.36+(4+5)*1.15+6*0.64+7*0.33+8*0.75+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$ |
| 85 | SW/2-1_vH_T_ULS | $19*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.30$ |
| 86 | SW/2-2_vH_T_ULS | $20*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.30$ |
| 87 | SW/2-3_vH_T_ULS | $21*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.75+7*0.33+8*0.64+12*1.30$ |

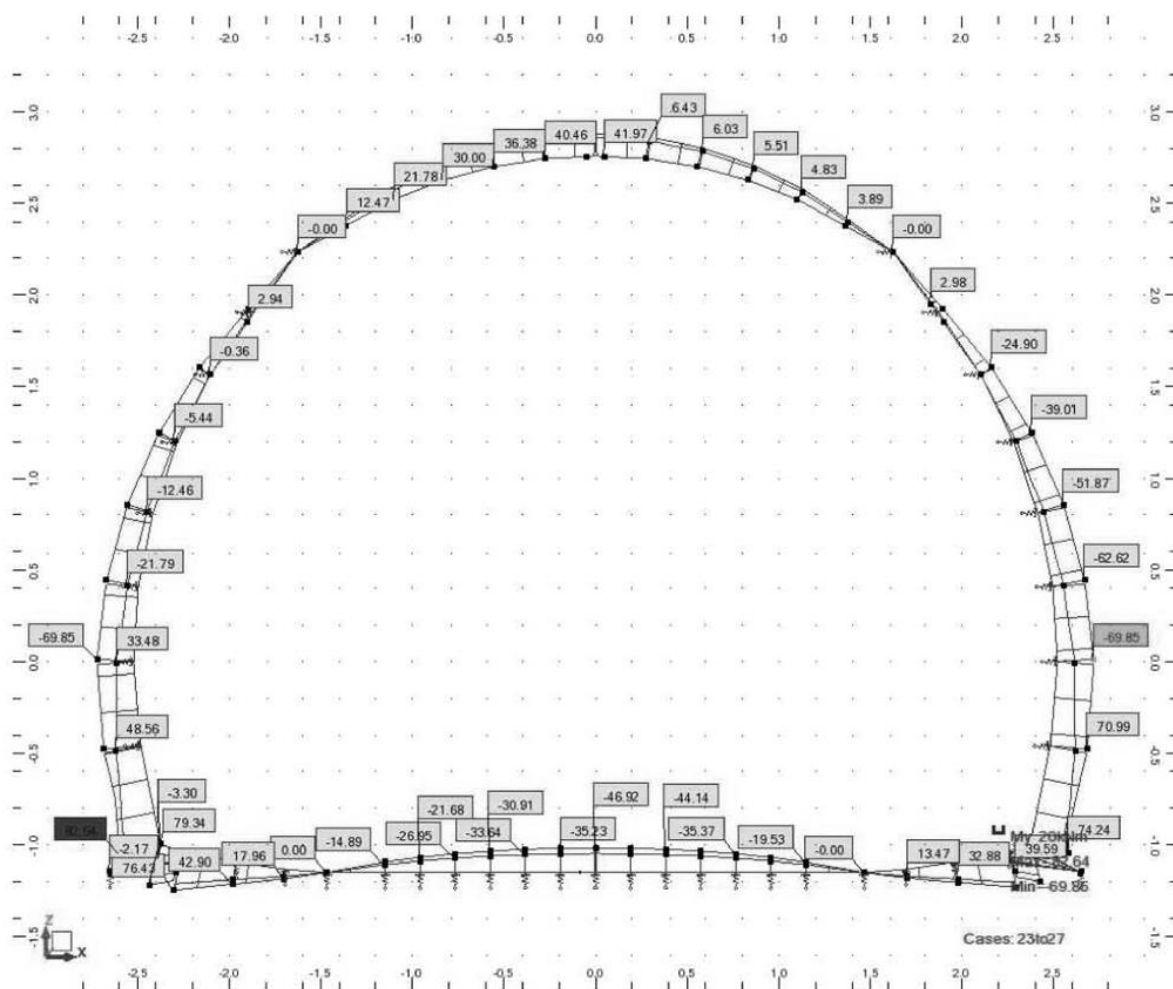
3.5 Obálky vnitřních sil

Obálka ohybových momentů (MSU)



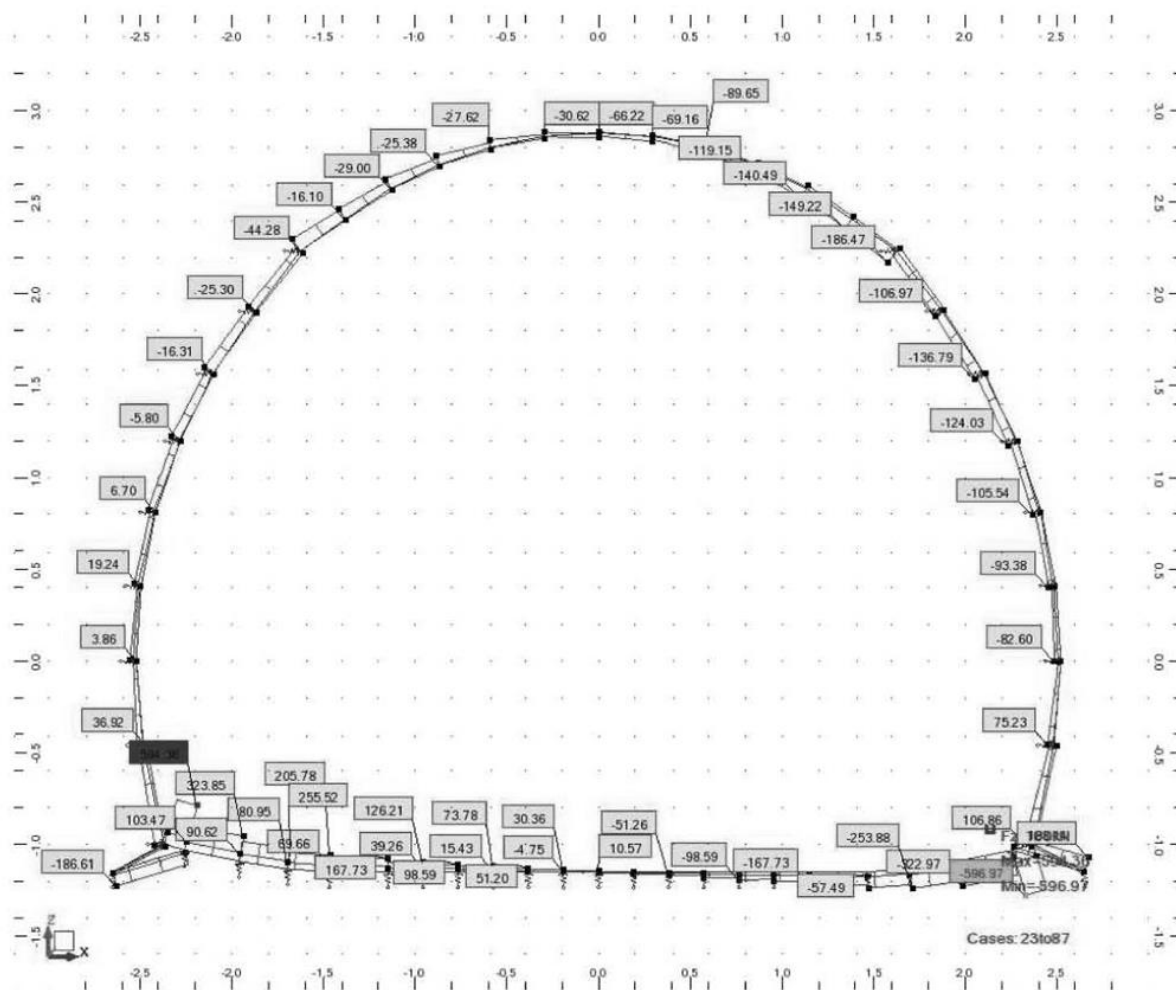
| Section | MY [kNm] | Load Case-Phase | Face |
|---------|----------|------------------------|----------|
| 1 | -35.23 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 1 | -46.92 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 6 | -14.89 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 6 | -28.49 | vH5_SLS-QP-Service Max | External |
| 10 | 76.43 | vH5_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 10 | 33.98 | Vh3_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 17 | 70.99 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 17 | 33.48 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 20 | -5.44 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 20 | -51.87 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 30 | 41.87 | Vh3_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 30 | 6.43 | vH4_SLS-QP-Service Max | Internal |

Obálka ohybových momentů od kvázistálé kombinace (MSP)



| Section | MY [kNm] | Load Case-Phase | Face |
|---------|----------|------------------------|----------|
| 1 | -35.23 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 1 | -46.92 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 6 | -14.89 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 6 | -28.49 | vH5_SLS-QP-Service Max | External |
| 10 | 76.43 | vH5_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 10 | 33.98 | Vh3_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 17 | 70.99 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 17 | 33.48 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 20 | -5.44 | vH4_SLS-QP-Service Max | External |
| 20 | -51.87 | Vh3_SLS-QP-Service Max | External |
| 30 | 41.87 | Vh3_SLS-QP-Service Max | Internal |
| 30 | 6.43 | vH4_SLS-QP-Service Max | Internal |

Obálka šmykových síl (MSU)



| Section | FZ [kNm] | Load Case-Phase | Face |
|---------|----------|-------------------------------|----------|
| 1 | 10.57 | LM71-2_VH_ULS_b-Service Max | Internal |
| 1 | -4.75 | SW/0-3_vH_T_ULS-Service Max | External |
| 6 | 126.21 | LM71-2_VH_ULS_b-Service Max | Internal |
| 6 | 52.67 | vH1-ULS-Service Max | Internal |
| 10 | 323.85 | LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | Internal |
| 10 | 103.47 | vH1-ULS-Service Max | Internal |
| 17 | 3.86 | SW/0-1_Vh_ULS_b-Service Max | External |
| 17 | -80.72 | vh2-ULS-Service Max | Internal |
| 20 | 105.54 | LM71-2_Vh_ULS_b-Service Max | Internal |
| 20 | -5.8 | vH1-ULS-Service Max | External |
| 30 | 18.91 | LM71-2_VH_ULS_b-Service Max | Internal |
| 30 | -69.16 | SW/0-3_VH_T_ULS_b-Service Max | External |

| Bar | h (mm) | b (mm) | c1 (mm) | c2 (mm) | n1 (pcs/m) | fi.1 (mm) | As1 (mm²/m) | n2 (pcs/m) | fi.2 (mm) | As2 (mm²/m) | fist (mm) | n |
|-----|-----------|-----------|------------|------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|--------------|---|
| 1 | 300 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 12 | 1131 | 10 | 12 | 1131 | 10 | 7 |
| 6 | 300 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 12 | 1131 | 10 | 12 | 1131 | 10 | |
| 10 | 610 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 16 | 2011 | 10 | 12 | 1131 | 10 | |
| 17 | 350 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 16 | 2011 | 10 | 12 | 1131 | 10 | |
| 20 | 260 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 12 | 1131 | 10 | 16 | 2011 | 10 | |
| 30 | 260 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 16 | 2011 | 10 | 12 | 1131 | 10 | |
| 30 | 260 | 1000 | 40 | 40 | 10 | 12 | 1131 | 10 | 16 | 2011 | 10 | |

i := 1..n

$$S_i := \frac{b_i}{n_i \text{ if } n_i > 0} \\ 10000000 \text{ otherwise}$$

$$h_i := h \cdot \text{mm} \quad b_i := b \cdot \text{mm} \quad c_{1i} := c_1 \cdot \text{mm} \quad c_{2i} := c_2 \cdot \text{mm} \\ A_{s1i} := A_{s1} \cdot \text{mm}^2 \quad A_{s2i} := A_{s2} \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ci} := h_i \cdot b_i \quad E_{si} := E_s$$

$$\phi_{1i} := \phi_1 \cdot \text{mm} \quad \phi_{2i} := \phi_2 \cdot \text{mm} \quad \phi_{sti} := \phi_{st} \cdot \text{mm}$$

$$d_{1i} := c_{1i} + \frac{\phi_{1i}}{2} + \phi_{sti} \quad d_{2i} := c_{2i} + \frac{\phi_{2i}}{2} + \phi_{sti} \quad d_i := h_i - d_{1i}$$

$$z_{1i} := 0.5 \cdot h_i - d_{2i} \quad z_{2i} := -0.5 \cdot h_i + d_i$$

h - Výška prierezu

b - Šírka prierezu (1m)

c₁ - Nominálne krytie ťahaný povrch

c₂ - Nominálne krytie tlačný povrch

φ₁ - Priemer ťahanej výstuže

φ₂ - Priemer tlačenej výstuže

φ_{st} - Priemer priečnej výstuže

n₁ - Počet prútov ťahaný povrch (na 1m)

n₂ - Počet prútov tlačný povrch (na 1m)

A₁ - Plocha ťahanej výstuže (na 1m)

A₂ - Plocha tlačenej výstuže (na 1m)

e₀ - Excentricita normálovej sily

d - Účinná výška prierezu

z₁ - Rameno ťahanej výstuže

z₂ - Rameno tlačenej výstuže

| Bar | MEd (kNm) | NEd (kN) | MEk (kNm) | NEk (kN) | Ved (kN) | Load Case |
|-----|--------------|----------|--------------|----------|----------|-------------------|
| 1 | 126.7 | 186.7 | 46.92 | 105.75 | 10.57 | LM71-2 VH ULS b |
| 6 | 76.82 | 186.7 | 28.49 | 98.435 | 126.21 | LM71-2 VH ULS b |
| 10 | 212.9 | 238.7 | 76.43 | 122.16 | 323.85 | LM71-2 VH T ULS |
| 17 | 224.3 | 627.3 | 70.99 | 183.09 | 80.72 | LM71-2 Vh ULS b |
| 20 | 17.22 | 159.8 | 51.87 | 161 | 105.54 | vH1-ULS-Service M |
| 30 | 167.9 | 212.7 | 41.87 | 50.684 | 69.16 | LM71-1 Vh ULS b |
| 30 | 28.01 | 212.1 | NS | NS | 69.16 | SW/0-3_vH_T_ULS |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

M_{Ed} - Ohybový moment od zat'az'enia MSU

N_{Ed} - Normálová sila od zat'az'enia MSU

M_{Ek} - Ohybový moment od zat'az'enia MSP

N_{Ek} - Normálová sila od zat'az'enia MSP

Ved - Šmyková sila od zat'az'enia MSU

Výstuž :

Charakteristická medza klzu $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnosť výstuže $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{s_steel}}$

$\gamma_{s_steel} \equiv 1.15$

$E_s := 200 \text{ GPa}$

$\varepsilon_{yd} := \frac{f_{yd}}{E_s}$

ε_{cu2} - Pomerné pretvorenie betónu

γ_c - Parciálny faktor spoľ'ahlivosti betónu

α_{cc} - Súč'initeľ dlhodobej pevnosti betónu v tlaku

η - Súč'initeľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súč'initeľ definujúci efektívnu výš'ku tlač'enej zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

Hodnoty zobraené z tabul'ky 3.1 EN 1992-1-1:2006

Priemerná hodnota pevnosti betónu v tlaku po 28 dň'och $f_{cm} := f_{cm} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku $f_{ck} := f_{ck} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$\text{Súčiniteľ veku betónu } \beta_{cc}(t) := e^{.2 \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right]} \quad \text{Eq 3.1}$$

$$\text{Priemerná hodnota pevnosti betónu v tlaku v závislosti od veku } f_{cm_}(t) := \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm} \quad \text{Eq 3.1}$$

Tieto hodnoty je potrebné zobrať z tabuľky 3.1 EN 1992-1-1 page 31

$$f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}) := \begin{cases} f_1 \leftarrow \frac{f_{ck}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \\ f_2 \leftarrow \frac{f_{cm}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \\ 0.3 \cdot (f_1)^{\left(\frac{2}{3}\right)} \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{if } f_{ck} \leq 50 \frac{N}{\text{mm}^2} \\ 2.12 \cdot \ln \left[1 + \left(\frac{f_2}{10} \right) \right] \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}) = 4.072 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ck_}(t, f_{cm}, f_{ck}) := \begin{cases} f_{cm_}(t) - 8 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{if } 3 < t < 28 \\ f_{ck} \quad \text{otherwise} \end{cases}$$

Charakteristická pevnosť betónu v tlaku v závislosti od veku $f_{ck_}(28, f_{cm}, f_{ck}) = 50.000 \cdot \text{MPa}$

CI 3.1.2.9

$$f_{ctm_}(f_{ck}, f_{cm}, t) := \begin{cases} \alpha \leftarrow 1 \quad \text{if } t < 28 \\ \alpha \leftarrow \frac{2}{3} \quad \text{otherwise} \\ \beta_{cc}(t)^\alpha \cdot f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}) \end{cases}$$

$$f_{ctm_}(f_{ck}, f_{cm}, 20) = 3.925 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Modul pružnosti betónu: } E_{cm}(f_{cm}) := 22 \cdot 1000 \cdot \left(\frac{f_{cm} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}}{10} \right)^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{cm}(f_{cm}) = 37658.937 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Modul pružnosti betónu v závislosti od věku: } E_{cm}(t, f_{cm}) := \left(\frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} \right)^3 \cdot E_{cm}(f_{cm}) \quad \text{Eq 3.5}$$

$$\varepsilon_{cu1}(f_{ck}, f_{cm}) := \begin{cases} \frac{3.5}{1000} & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \frac{2.8 + 21 \cdot \left[\frac{\left(98 - \frac{f_{cm}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^4}{100} \right]}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_{c2}(f_{ck}) := \begin{cases} .002 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ .002 + \frac{.085 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} - 50 \right)^{.53}}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_{cu2}(f_{ck}) := \begin{cases} .0035 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ .0026 + \frac{35 \cdot \left[\frac{\left(90 - \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^4}{100} \right]}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_{c3}(f_{ck}) := \begin{cases} .00175 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ .00175 + \frac{.55 \cdot \left[\frac{\left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} - 50 \right)^4}{40} \right]}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) := \begin{cases} .0035 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ .0026 + \frac{35 \cdot \left[\left(90 - \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^4 \right]}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Výpočtová pevnost betónu v tlaku $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$ Eq 3.15

$$\alpha_{cc} \equiv 0.85 \quad \gamma_c \equiv 1.5$$

$$f_{ctk_{.05}}(f_{ck}, f_{cm}) := .7 \cdot f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm})$$
 Eq 3.16

Výpočtová pevnost betónu v tlaku $f_{ctd}(f_{ck}, f_{cm}) := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk_{.05}}(f_{ck}, f_{cm})}{\gamma_c}$

$$\alpha_{ct} \equiv 1$$

3.6 Posouzení průřezů v MSÚ – namáhání tlakem za ohybu

$$h := h \quad b := b \quad c_1 := c_1 \quad c_2 := c_2$$

$$A_{s1} := A_{s1} \quad A_{s2} := A_{s2} \quad A_{c_i} := h_i \cdot b_i$$

$$\phi_1 := \phi_1 \quad \phi_2 := \phi_2 \quad \phi_{st} := \phi_{st}$$

$$d_{1i} := c_{1i} + \frac{\phi_{1i}}{2} + \phi_{sti} \quad d_{2i} := c_{2i} + \frac{\phi_{2i}}{2} + \phi_{sti}$$

$$z_{1i} := 0.5 \cdot h_i - d_{2i} \quad z_{2i} := -0.5 \cdot h_i + d_{1i} \quad d_i := h_i - d_{1i}$$

$$e_{oi} := \max\left(\frac{h_i}{30}, 20\text{mm}\right)$$

$$M_{Ed_i} := M_{Ed} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed_i} := N_{Ed} \cdot \text{kN}$$

$$M_{Ed_i} := M_{Ed_i} + |N_{Ed_i} \cdot e_{oi}|$$

n - Počet posuzovaných prutů

h - Výška průřezu

b - Šířka průřezu (1bm)

c₁ - Krytí výstuže při tláčenom vlákne

c₂ - Krytí výstuže při tlač enom vlákne

M_{Ed} - Návrhová hodnota momentu od zat' až enia

N_{Ed} - Návrhová hodnota normálovej síly od zat' až enia

φ₁ - Priemer t' ahovej výstuže

φ₂ - Priemer tlakovej výstuže

φ_{st} - Priemer prieč nej výstuže

n₁ - Počet prutů t' ahovej výstuže na 1bm

n₂ - Počet prutů tlakovej výstuže na 1bm

A₁ - Plocha t' ahovej výstuže na 1bm

A₂ - Plocha tlakovej výstuže na 1bm

e_o - Minimálna výstrednosť tlakovej síly

d - Úč inná výška průřezu

z₁ - Rameno vnútorných síl

z₂ - Rameno vnútorných síl

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETÓN:

$$f_{ck} = 50 \cdot \text{MPa}$$

$$\epsilon_{cu3}(f_{ck}) = 0.003496$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{cd} = 28.333 \cdot \text{MPa}$$

$$\lambda(f_{ck}) := \begin{cases} 0.8 & \text{if } f_{ck} \leq 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \left[0.8 - \frac{\left(f_{ck} - 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)}{400 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

VÝSTUŽ : B500B

$$E_s = 2 \times 10^5 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{yd} = 434.8 \cdot \text{MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$\epsilon_{yd} = 0.002174$$

f_{ck} - Charakteristická valcová pevnost' betónu v tlaku

ε_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu v tlaku

γ_c - Súč initel' spol' ahlivosti betónu

α_{cc} - Súč initel' dlhodobej spol' ahlivosti betónu

η - Súč initel' tlakovej pevnosti betónu

λ - Súč initel' definujúci efektívnu výšku tlač enej zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnost' betónu v tlaku

$$\eta(f_{ck}) := \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ck} \leq 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \left[1 - \frac{\left(f_{ck} - 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)}{200 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

f_{yk} - Charakteristická pevnost' výstuže v t'ahu

E_s - Modul pruž nosti výstuže

γ_s - Súč initel' spol' ahlivosti výstuže

f_{yd} - Návrhová pevnost' výstuže v t'ahu

ε_{yd} - Pomerné pretvorenie výstuže v t'ahu

[illegible]

3.7 Posouzení průřezů v MSP – šířka trhlin

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Věk betonu $t := 28$ days

Charakteristická mezka klzu výstuže $f_{yk} = 500$ MPa

Súčiniteľ dotvarovania $\Phi := 1.5$

$E_s = 200$ GPa

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(f_{cm})} \cdot (1 + \Phi)$$

Súčiniteľ normálovej sily $k_1 := 1.5$

VÝPOČET ŠÍRKY TRHLÍN:

$$\rho_1 := \frac{A_{s1}}{b_i \cdot d_{e1}} \quad \rho_2 := \frac{A_{scom1}}{b_i \cdot d_{e1}}$$

$$A_{s_min} \cdot \sigma_c = k_c \cdot k \cdot f_{ct_eff} \cdot A_{ct}$$

$$\sigma_{c1} := \frac{N_{Ed1}}{b_i \cdot h_i}$$

$$h_1(h) := \text{if}(h < 1000, h, 1000)$$

$$\sigma_s := f_{yk}$$

$$f_{ct_eff}(t) := f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}, t) \quad \eta := \frac{h}{m}$$

Charakteristická pevnosť betónu v ťahu v čase $f_{ct_eff}(t) = 4.072$ MPa

$$k(h) := \begin{cases} 1 & \text{if } h \leq 300 \\ 1 - h \cdot 0.0004375 & \text{if } 300 < h \leq 800 \\ 0.65 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$k_c(t, i) := 4 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{c1}}{\frac{k_1 \cdot h_i}{h_1(h)} \cdot f_{ct_eff}(t)} \right)$$

Poloha neutrálnej osi prierezu bez trhlín $x_{uncracked}$

$$x_{uncracked,1} := \frac{b_i \cdot \frac{(h_i, m)^2}{2} + b_i \cdot d_{e1} \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (\rho_1 \cdot d_{e1} + \rho_2 \cdot d_{21})}{b_i \cdot h_i \cdot m + b_i \cdot d_{e1} \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (\rho_1 + \rho_2)}$$

| Bar | kt | Doba trvania zaťaženia |
|-----|-----|------------------------|
| 1 | 0.4 | long |
| 6 | 0.4 | long |
| 10 | 0.4 | long |
| 17 | 0.4 | long |
| 20 | 0.4 | long |
| 30 | 0.4 | long |
| 30 | 0.4 | long |

Moment zotrvač nosti prierezu bez trhlín I_{u_i}

$$I_{u_i} := b_i \cdot \frac{(h_i \cdot m)^3}{12} + b_i \cdot h_i \cdot m \cdot \left(\frac{h_i \cdot m}{2} - x_{\text{uncracked}_i} \right)^2 + (\alpha_e - 1) \cdot \left[A_{s_i} \cdot (d_{e_i} - x_{\text{uncracked}_i})^2 \right] + A_{s_{\text{com}_i}} \cdot (x_{\text{uncracked}_i} - d_{2_i})^2$$

Ohybový moment na medzi vzniku trhlín M_{cr}

$$M_{cr_i} := f_{ct_eff}(t) \cdot \frac{I_{u_i}}{(h_i \cdot m - x_{\text{uncracked}_i})}$$

Poloha neutrálnej osi prierezu s ohybovou trhlinou:

$$K_i := -\alpha_e \cdot (p_i + p_{2_i}) + \sqrt{\alpha_e^2 \cdot (p_i + p_{2_i})^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(p_i + p_{2_i} \cdot \frac{d_{2_i}}{d_{e_i}} \right)}$$

$$x_{c_i} := K_i \cdot d_{e_i}$$

$$I_{c_transformed_i} := \frac{b_i \cdot (x_{c_i})^3}{3} + \alpha_e \cdot p_{2_i} \cdot b_i \cdot d_{e_i} \cdot (x_{c_i} - d_{2_i})^2 + \alpha_e \cdot p_i \cdot b_i \cdot d_{e_i} \cdot (d_{e_i} - x_{c_i})^2$$

Napätie v betóne pri ť ahanom vlákne:

$$M_{e_i} := M_{app_i} + N_{Ek_i} \cdot kN \cdot e_1$$

$$\sigma_{concrete_i} := \frac{M_{e_i} \cdot x_{c_i}}{I_{c_transformed_i}} - \frac{N_{Ek_i}}{b_i \cdot h_i \cdot m} \cdot kN$$

Napätie vo výstuži i pri ť ahanom vlákne:

$$\sigma_{steel_i} := \sigma_{concrete_i} \cdot \alpha_e \cdot \frac{(d_{e_i} - x_{c_i})}{x_{c_i}} - \frac{N_{Ek_i}}{b_i \cdot h_i \cdot m} \cdot kN$$

Efektívna ť ahaná plocha betónu:

$$A_{c_eff_i} := \min \left[\frac{h_i \cdot m}{2}, 2.5 \cdot (h_i \cdot m - d_{e_i}), \frac{(h_i \cdot m - x_{c_i})}{3} \right] \cdot b_i - A_{s_i}$$

$$\rho_{p_eff_i} := \frac{A_{s_i}}{A_{c_eff_i}}$$

Súč initeľ súdrž nosti výstuže $K_1 := .8$ Cl 7.2

Súč initeľ rozdelenia pomerného pretvorenia $K_2 := 0.5$

$$K_3 := 3.4$$

$$K_4 := .425$$

3.8 Posouzení průřezů v MSÚ – smyk za ohybu**PRVKY BEZ POTREBY Š MYKOVÉHO VYSTUŽ ENIA:**

$$C_{Rdc} := \frac{0.18}{\gamma_c}$$

$$k_i := \min \left(1 + \sqrt{\frac{200mm}{d_i}}, 2 \right)$$

$$\sigma_{cp_i} := \min \left(\frac{N_{Ed_i}}{b_i \cdot h_i}, 0.2f_{cd} \right)$$

$$\rho_{l_i} := \frac{A_{sl_i}}{b_i \cdot d_i}$$

$$v_{min_i} := 0.035 \cdot \left(k_i \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250MPa} \right)$$

$$V_{Rdcmin_i} := \left(v_{min_i} + 0.15\sigma_{cp_i} \right) \cdot b_i \cdot d_i$$

$$V_{Rdmax_i} := 0.5 \cdot b_i \cdot d_i \cdot v \cdot f_{cd}$$

$$V_{Rdc_i} := \left[C_{Rdc} \cdot k_i \cdot \left(\frac{100 \cdot \rho_{l_i} \cdot f_{ck}}{MPa} \right)^{0.33} \cdot MPa + 0.15 \cdot \sigma_{cp_i} \right] \cdot b_i \cdot d_i$$

Š MYKOVÁ ODOLNOST PRIEREZU BEZ Š MYKOVEJ VÝSTUŽ E:

$$VRdc_i := \begin{cases} V_{Rdcmin_i} & \text{if } V_{Rdc_i} < V_{Rdcmin_i} \\ V_{Rdmax_i} & \text{if } V_{Rdc_i} > V_{Rdmax_i} \\ V_{Rdc_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

PRVKY SO ŠMYKOVÝM VYSTUŽENÍM:

VPLYV NORMÁLOVEJ SILY

$$\alpha_{cw_i} := \min \left(1 + \frac{\sigma_{cp_i}}{f_{cd}}, 1.25 \right)$$

PODMIENKA PRE $V_{ed} < V_{Rd_max_22}$

$$V_{Rd_max_22_i} := \alpha_{cw_i} \cdot 0.3125 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot d_i$$

PODMIENKA PRE $V_{Rd_max_45} > V_{ed} > V_{Rd_max_22}$

$$V_{Rd_max_45_i} := \alpha_{cw_i} \cdot 0.45 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot d_i$$

VÝPOČET SKLONU TLAKOVEJ DIAGONÁLY θ

$$\theta_{x_i} := \min \left(\frac{\pi}{4}, \left| 0.5 \cdot \arcsin \left(\frac{V_{ed_i}}{V_{Rd_max_45_i}} \right) \right| \right)$$

$$\theta_i := \begin{cases} 22 \frac{\pi}{180} & \text{if } \theta_{x_i} \leq 22 \frac{\pi}{180} \\ \theta_{x_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

KONTROLA TLAKOVEJ DIAGONÁLY

$$V_{Rd_max_i} := \begin{cases} \frac{\alpha_{cw_i} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot 0.9 d_i}{\left(\tan(\theta_i) + \frac{1}{\tan(\theta_i)} \right)} & \text{if } \frac{\alpha_{cw_i} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot 0.9 d_i}{\left(\tan(\theta_i) + \frac{1}{\tan(\theta_i)} \right)} \geq V_{ed_i} \\ 0.0001 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases}$$

NÁVRH STRMEŇOV A SPŇOV (na 1000 x 1000mm)

$$s_{links} := 1000 \text{ mm}$$

$$A_{sw_i} := \begin{cases} \frac{V_{ed_i} \cdot s_{links}}{0.9 \cdot d_i \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\tan(\theta_i)}} \\ 0 & \text{if } V_{Rdc_i} > |V_{ed_i}| \end{cases}$$

MINIMÁLNY STUPEŇ VYSTUŽENIA (na 1000 x 1000mm)

$$A_{sw_min_i} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \cdot \text{MPa} \cdot b_i \cdot s_{links}}{f_{yk}}$$

$$A_{prov_i} := \max(A_{sw_min_i}, A_{sw_i})$$

Pozdí ž ny smer:

$$sImax_i := \min(15 \cdot \phi_i, 300mm)$$

$$s2max_i := 300mm$$
$$\Delta F_{sd_i} := 0.5 \cdot V_{ed_i} \cdot \frac{1}{\tan(\theta_i)}$$

$$\Delta A_{sl_i} := \begin{cases} \frac{\Delta F_{sd_i}}{f_{yd}} \\ 0 \text{ if } VRdc_i > |Ved_i| \end{cases}$$

[illegible]

3.9 Návrh výztuže

a. Návrh šmykové výztuže v klíbovém spoji

Pre tento prípad je kapacita betónu zanedbaná a predpokladá sa, že celej šmykovej sile musí odolať len navrhnutá výstuž. Výstuž je určená pre zvýšenú hodnotu šmykovej sily o 4% osovej sily. Napätie v oceli spolu so silou by nemala byť

prekročená. $f_y := 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

| $\left(\begin{array}{c} P \\ V \end{array} \right) :=$ | |
|---|-------------------|
| P (kN) | Shear stress (kN) |
| 512.33 | 186.4682 |

ULS Osova síla: $P_u := P \cdot \text{kN}$ $P_u = 512.33 \text{ kN}$

Šmyková síla: $V_u := V \cdot \text{kN}$

Zvýšená šmyková síla $V_{\text{enhanced}} := V + .04 P_u$

Potrebná plocha výstuže $A_s := \frac{V_{\text{enhanced}}}{f_y}$ $A = 1035 \text{ mm}^2$

b. Návrh tlakovej výztuže

Výstuž, ktorá by mala odolať lokálnemu tlakovému napätiu. Určuje vystuženie odolávajúce bočnému pôsobeniu v dôsledku difúzie sily smerom von. Výpočet je na základe kapitoly 7 knihy Multi-Storey Precast Concrete Frame Structures od K.S Elliot. Kniha špecifikuje výpočet na určenie ďalšieho vystuženia.

$$f_{cm} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \quad A_{\text{burs}} := \frac{P_u \cdot \xi}{\gamma_m \cdot f_y}$$

$\xi \equiv .7$ odporúčaný súčiniteľ

$\gamma_m \equiv .85$

Čiastočný bezpečnostný factor pre pevnosť

$P_u = 512.33 \text{ kN}$ ULS osová síla

Potrebná plocha výstuže $A_{\text{burs}} = 824 \text{ mm}^2$

3.10 Napětí v základové spáře

| Bar | Reaction (kN) | Case | L | n1 | n2 |
|-----|---------------|------------------------------|------|----|----|
| 1 | 20.45 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Ma: | 2.65 | 12 | 23 |
| 2 | 21 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 3 | 22.27 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 4 | 24.24 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 5 | 26.67 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 6 | 29.66 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 7 | 43.97 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 8 | 56.04 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 9 | 67.28 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 10 | 83.62 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 11 | 122.33 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 12 | 148.32 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 48 | 173.04 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 49 | 135.8 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 50 | 87.86 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 51 | 65.78 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 52 | 49.77 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 53 | 39.47 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 54 | 26.88 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 55 | 24.47 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 56 | 22.6 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 57 | 21.19 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |
| 58 | 20.47 | M71-2_VH_T_ULS_b-Service Max | | | |

Širka základu:

$$L_{\text{ave}} := L \cdot n$$

Priemerna dĺžka elementu

$$L_{\text{ave}} := \frac{L}{n_1}$$

Suma reakcií pod ľavou časťou

$$F_{\text{under_Lfooting}} := \sum_{i=1}^{n_1} (F_i \text{ kN})$$

$$F_{\text{under_Lfooting}} = 665.850 \cdot \text{kN}$$

Suma reakcií pod pravou časťou

$$F_{\text{under_Rfooting}} := \sum_{i=n_1+1}^{n_2} (F_i \text{ kN})$$

$$F_{\text{under_Rfooting}} = 667.330 \cdot \text{kN}$$

Priemerne napätie v základovej spáre $P_{\text{ave_L}} := \frac{F_{\text{under_Lfooting}}}{L \cdot 1\text{m}}$

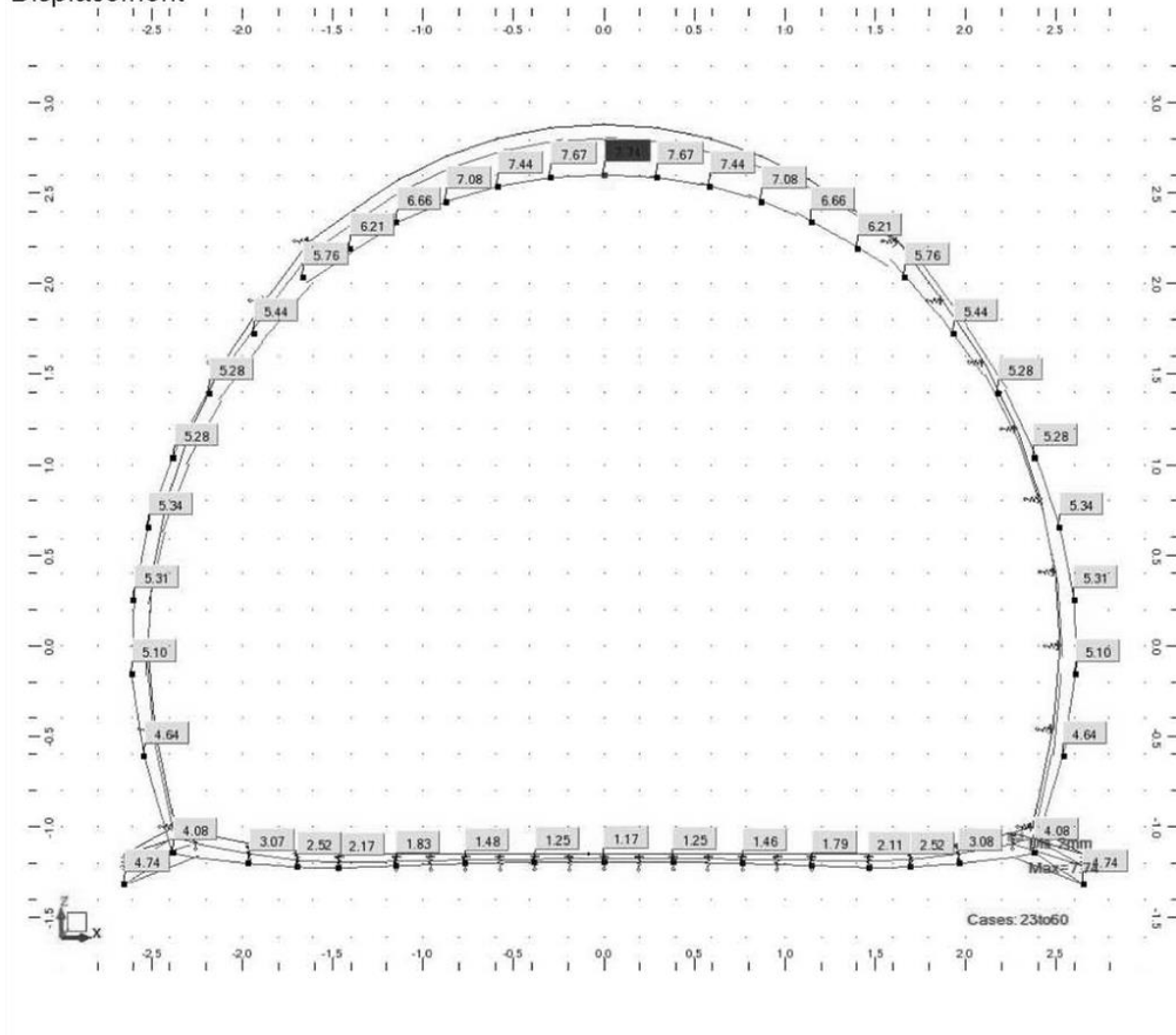
$$P_{\text{ave_L}} = 251.264 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{ave_R}} := \frac{F_{\text{under_Rfooting}}}{L \cdot 1\text{m}}$$

$$P_{\text{ave_R}} = 251.823 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

3.11 Extrém deformace od nahodilého zatížení

Displacement



3.12 Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{g,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

| | |
|---|------|
| dílčí součinitel účinků stálého zatížení γ_G | 1,30 |
| dílčí součinitel účinků proměnného zatížení $\gamma_{Q,LM71}$ | 1,45 |
| klasifikační součinitel α | 1,21 |

Mezní stav únosnosti

| | | | R_d | E_g | $E_{g,Ed}$ | E_{LM71} | $E_{LM71,Ed}$ | Z_{LM71} |
|---------------|------|-------|-------|-------|------------|------------|---------------|------------|
| dolní příčel | ohyb | [kNm] | 139,9 | 29,7 | 38,6 | 10,4 | 12,5 | 8,12 |
| stěna | ohyb | [kNm] | 112,6 | 58,3 | 75,7 | 23,5 | 28,2 | 1,31 |
| vrchol klenby | ohyb | [kNm] | 185,1 | 40,6 | 52,8 | 33,4 | 40,0 | 3,30 |

4 Založení nové nosné konstrukce

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Datum : 19.10.2020

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu

Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

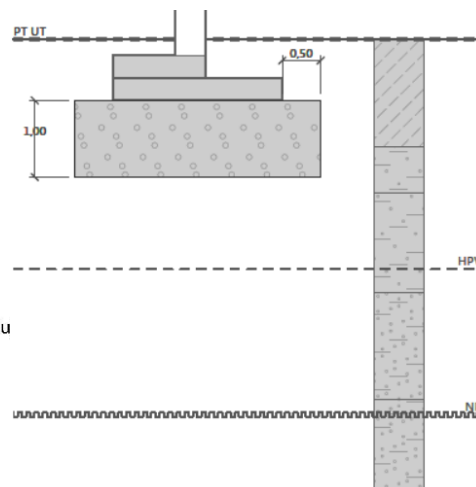
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu



| Součinitele redukce zatížení (F) | | | |
|--|------------------|------------|----------|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| | | Nepříznivé | Příznivé |
| Stálé zatížení : | $\gamma_G =$ | 1,35 [-] | 1,00 [-] |
| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce svislé únosnosti : | $\gamma_{Rvs} =$ | 1,40 [-] | |
| Součinitel redukce vodorovné únosnosti : | $\gamma_{Rhs} =$ | 1,10 [-] | |

Základní parametry zemín

| Číslo | Název | Vzorek | ϕ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m³] | γ_{su} [kN/m³] | δ [°] |
|-------|--------------|--------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | navážky | | 22,00 | 19,00 | 20,00 | 10,50 | |
| 2 | F2 GC, F4 CS | | 25,00 | 20,00 | 18,50 | 9,00 | |
| 3 | S5 SC | | 29,00 | 5,00 | 18,00 | 8,50 | |
| 4 | polštář | | 35,00 | 20,00 | 21,00 | 11,00 | |

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Založení

Typ základu: základový pas

Hloubka od původního terénu $h_z = 0,90$ m

Hloubka základové spáry $d = 0,90$ m

Tloušťka základu $t = 0,40$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00$ °

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00$ °

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: základový pas

Celková délka pasu = 2,00 m

Šířka pasu (x) = 1,80 m

Šířka sloupu ve směru x = 0,40 m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

Objem pasu = 0,72 m³/mObjem výkopu = 1,62 m³/mObjem zásyvu = 0,70 m³/m**Štěrkopískový polštář**

Zemina tvořící ŠP polštář - polštář

Přesah ŠP polštáře mimo základ $d_{sp} = 0,50$ mHloubka štěrkopískového polštáře $h_{sp} = 0,60$ m**Materiál konstrukce**Objemová tíha $\gamma = 23,00$ kN/m³

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

 $f_{ck} = 30,00$ MPa

Pevnost v tahu

 $f_{ctm} = 2,90$ MPa

Modul pružnosti

 $E_{cm} = 33000,00$ MPa**Ocel podélná: B500B**

Mez kluzu

 $f_{yk} = 500,00$ MPa**Ocel příčná: B500B**

Mez kluzu

 $f_{yk} = 500,00$ MPa**Geologický profil a přiřazení zemín**

| Číslo | Mocnost vrstvy t [m] | Hloubka z [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|-------------------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 1,40 | 0,00 .. 1,40 | navážky | |
| 2 | 0,60 | 1,40 .. 2,00 | F2 GC, F4 CS | |
| 3 | 1,30 | 2,00 .. 3,30 | F2 GC, F4 CS | |
| 4 | 1,40 | 3,30 .. 4,70 | S5 SC | |
| 5 | - | 4,70 .. ∞ | S5 SC | |

Zatížení

| Číslo | Zatížení | | Název | Typ | N [kN/m] | M_y [kNm/m] | H_x [kN/m] |
|-------|----------|-------|---------------|----------|-------------|------------------|-----------------|
| | nové | změna | | | | | |
| 1 | Ano | | Zatížení č. 1 | Návrhové | 667,33 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | Ano | | Zatížení č. 2 | Užitné | 667,33 | 0,00 | 0,00 |

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,00 m od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce 4,90 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1**Posouzení zatěžovacích stavů**

| Název | VI. tíha příznivě | e_x [m] | e_y [m] | σ [kPa] | R_d [kPa] | Využití [%] | Vyhovuje |
|---------------|----------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| Zatížení č. 1 | Ano | 0,29 | 0,00 | 569,11 | 631,24 | 90,16 | Ano |
| Zatížení č. 1 | Ne | 0,28 | 0,00 | 573,78 | 632,48 | 90,72 | Ano |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 22,36$ kN/mSpočtená tíha nadloží $Z = 18,90$ kN/m**Posouzení svíslé únosnosti**

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 2,46 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 6,92 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 632,48 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 573,78 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,159 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,159 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 466,54 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_2 (vliv nestlačitelného podloží).

Napětí v základové spáře uvažováno od původního terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 16,56 \text{ kN/m}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 14,00 \text{ kN/m}$

Sednutí středu délkové hrany $= 18,3 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 1 $= 24,2 \text{ mm}$

Sednutí středu šířkové hrany 2 $= 13,8 \text{ mm}$

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 39,35 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=9,20$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=53,67$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,159 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,159 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu $= 18,6 \text{ mm}$

Hloubka deformační zóny $= 4,00 \text{ m}$

Natočení ve směru šířky $= 5,741$ (\tan^*1000); ($3,3E-01^\circ$)

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

6,66 ks profil 16,0 mm, krytí 55,0 mm

Šířka průřezu $= 1,00 \text{ m}$

Výška průřezu $= 0,40 \text{ m}$

Stupeň výztužení $\rho = 0,40 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,04 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{max}$

[GEO5 - Patky (64 bit) | verze 5.2023.78.0 | hardwarový klíč 4439/1 | SUDOP BRNO, spol. s r.o. | Copyright © 2023 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine.cz]

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 187,73 \text{ kNm} > 142,34 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení základu na protlačení****Smyková výztuž kritického průřezu**

2 ks profil 10,0 mm

Úhel sklonu = $90,00^\circ$

Normálová síla v sloupu = 667,33 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 148,30 kN

Síla přenášená smykovou pevností patky = 519,03 kN

Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 2,00 \text{ m}$

Smykové napětí na obvodu sloupu $v_{Ed,max} = 0,77 \text{ MPa}$

Únosnost na obvodu sloupu $v_{Rd,max} = 4,22 \text{ MPa}$

Kritický průřez se smykovou výztuží

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 484,00 kN

Síla přenášená smykovou pevností patky = 183,33 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,51 m

Délka průřezu $u = 1,00 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu $v_{Ed} = 0,54 \text{ MPa}$

Únosnost vyztuženého průřezu $v_{Rd,cs} = 0,61 \text{ MPa}$

$v_{Ed} < v_{Rd,cs} \Rightarrow$ PRŮŘEZ VYHOVUJE

Kritický průřez bez smykové výztuže (vzdálenost od sloupu > 2.d)

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 546,47 kN

Síla přenášená smykovou pevností patky = 120,86 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,67 m

Délka průřezu $u = 1,00 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu $v_{Ed} = 0,36 \text{ MPa}$

Únosnost nevyztuženého průřezu $v_{Rd,c} = 0,46 \text{ MPa}$

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE

5 Tabulka zatížitelnosti

A. Identifikace mostu

TÚ: 1201 Retz (ÖBB) (část) – Kolín (mimo)☐

DÚ: 12 km 133,610

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce

C. Doplnění údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočtový model: rám s liniovým pružným podepřením

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu v části most (ve směru staničení):

| | na začátku | uprostřed | na konci |
|-------------------------|------------|-----------|----------|
| poloměr oblouku | 448,6 m | 448,6 m | 448,6 m |
| převýšení koleje | 115 mm | 115 mm | 115 mm |
| excentricita osy koleje | - | - | - |

Nová nosná konstrukce bude tvořena prefabrikovaným přesypáným obloukovým tenkostěnným systémem ze železobetonu C 50/60 s výztuží B500B. Světlá šířka klenby je 4784 mm, tloušťka stěny je 260 mm, tloušťka dolní desky 300 mm.

Mezní stav únosnosti

| č. | prvek | detail | namáhání | k_i | typ | L_p [m] | ϕ_i | L_ϕ [m] | γ_Q | Z_{LM71} |
|----|---------------|-----------------|----------|-------|-----|-----------|----------|--------------|------------|--------------|
| 1 | dolní příčel | střed rozpětí | ohyb | 1 | S | 5,04 | 1,62 | 10,09 | 1,45 | 8,124 |
| 2 | stěna | střed rozpětí | ohyb | 1 | S | 5,04 | 1,62 | 10,09 | 1,45 | 1,307 |
| 3 | vrchol klenby | střed rozpětí | ohyb | 1 | S | 5,04 | 1,62 | 10,09 | 1,45 | 3,305 |
| 3 | základ | základová spára | napětí | 1 | S | 5,04 | 1,62 | 10,09 | 1,45 | 2,386 |

Dne 10. 10. 2020

Zatížitelnost určil: Ing. Radka Kinclová
SUDOP BRNO, spol. s r. o.

