

NÁZEV AKCE

## PŘEMOSTĚNÍ TRATI SCHIRNDING-CHEB, ČERVENÝ MOST

OBJEDNATEL



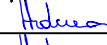


MĚSTO CHEB  
náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14  
350 20 Cheb



D 201

Souřadný systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

VEDOUcí PROJEKTANT	ING. LEONARD ŠOPÍK, Ph.D.		Stráský, Hustý a partneři s. r. o. Bohunická 50 619 00 Brno 		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. LIBOR HRDINA				
NAVRHL/VYPRACOVAL	ING. KRISTNA SLOVÁKOVÁ				
KONTROLOVAL	ING. PAVEL SLIWKA				
KRAJ: KARLOVARSKÝ	OKRES: CHEB	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ: CHEB	STUPEŇ		
NÁZEV OBJEKTU  SO 201 PŘESÝPANÝ MOST PŘES TRAŤ Č. 179 SCHIRNDING-CHEB			DATUM		
			FORMÁT	A4	
			MĚŘÍTKO	-	
			Č. ZAKÁZKY		
			ARCHIVNÍ Č.		
NÁZEV PŘÍLOHY  STATICKÝ VÝPOČET			Č. SOUPRAVY	Č. VÝKRESU 10	

# STATICKÝ VÝPOČET

Názov projektu:	PŘEMOSTĚNÍ TRATI SCHIRNDING-CHEB, ČERVENÝ MOST SO 201 – MOST PŘES TRAŤ Č. 179
Objekt:	ABM ARCH_64Wx225R
Číslo projektu:	23305
Revízia:	A0
Dátum:	5/4/2023
Navrhol:	Ing. Slavomír Sabol

# Obsah

## Kapitola 1

Predpoklady statického výpočtu

## Kapitola 2

Statický model, číslovanie prútov a bodov, podpory, vlastnosti prierezov

## Kapitola 3

Zaťažovacie stavy - Schémy

## Kapitola 4

Kombinácie zaťažovacích stavov

## Kapitola 5

Obálky vnútorných síl

## Kapitola 6

Posúdenie prierezov namáhaných ohybovým momentom (MSU)

## Kapitola 7

Posúdenie prierezov na medzný stav šírky trhlín (MSP)

## Kapitola 8

Posúdenie prierezov namáhaných šmykom za ohybu (MSU)

## Kapitola 9

Návrh výstuže kĺbového spoja (MSU)

## Kapitola 10

Napätie v základovej špáre (MSU)

## Kapitola 11

Extrém deformácie od náhodilého zaťaženia (MSP)

## Kapitola 1

### Predpoklady statického výpočtu







## Popis konštrukcie:

- Typ: Arch configuration: ABM ARCH\_ 64X225
- Svetlá výška: 8.5 m
- Svetlý rozpon: 17.75 m
- Hrúbka horného dielca: 350 mm
- Hrúbka stenového dielca: 350 mm
- Dĺžka monolitckej pätky: 1500 mm

## Materiály:

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

### Statická Analýza:

Konštrukcia 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 dielcom konštrukcie (tzv. Ball Socket Joint) sú namodelované kĺby.

### Základy:

Základy sú modelované pomocou Winklerových pružín, vložených do bodov základových pätičiek (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 zeminu po zhutnení je  $70 \text{ MPa}$ . 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  $K_x = 20 \text{ MPa/m}$ .

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  $30^\circ$ .

- $K_0 \text{ max} = 0.50$
- $K_0 \text{ min} = 0.15$
- $K_a = 0.33$

### Stále a dlhodobé náhodilé zaťaženia:

- Vlastná tiaž konštrukcie
- Objemová hmotnosť betónu =  $25 \text{ kN/m}^3$
- Zvislé zaťaženie zásypovou zeminou
- Objemová hmotnosť zeminy =  $20 \text{ kN/m}^3$
- Výška nadnásypu:  
 $\text{DOCmin} = 3.25 \text{ m}$ ,  $\text{DOCmax} = 3.25 \text{ m}$ ,  $\text{DOCcons} = 0.6 \text{ m}$
- Zaťaženie vozovkou
- Objemová hmotnosť vozovky =  $22 \text{ kN/m}^3$

### Náhodilé krátkodobé zaťaženie:

#### Zaťaženie cestnou dopravou

Zvislé zaťaženia:

- Model zaťaženia LM1
- Model zaťaženia LM2
- Model zaťaženia LM3

Vodorovné zaťaženia:

- Rozjazdové a brzdné sily
- Zvýšenie zemného tlaku vyvolané pohyblivým zaťažením  $10 \text{ kN/m}^2$

## 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:

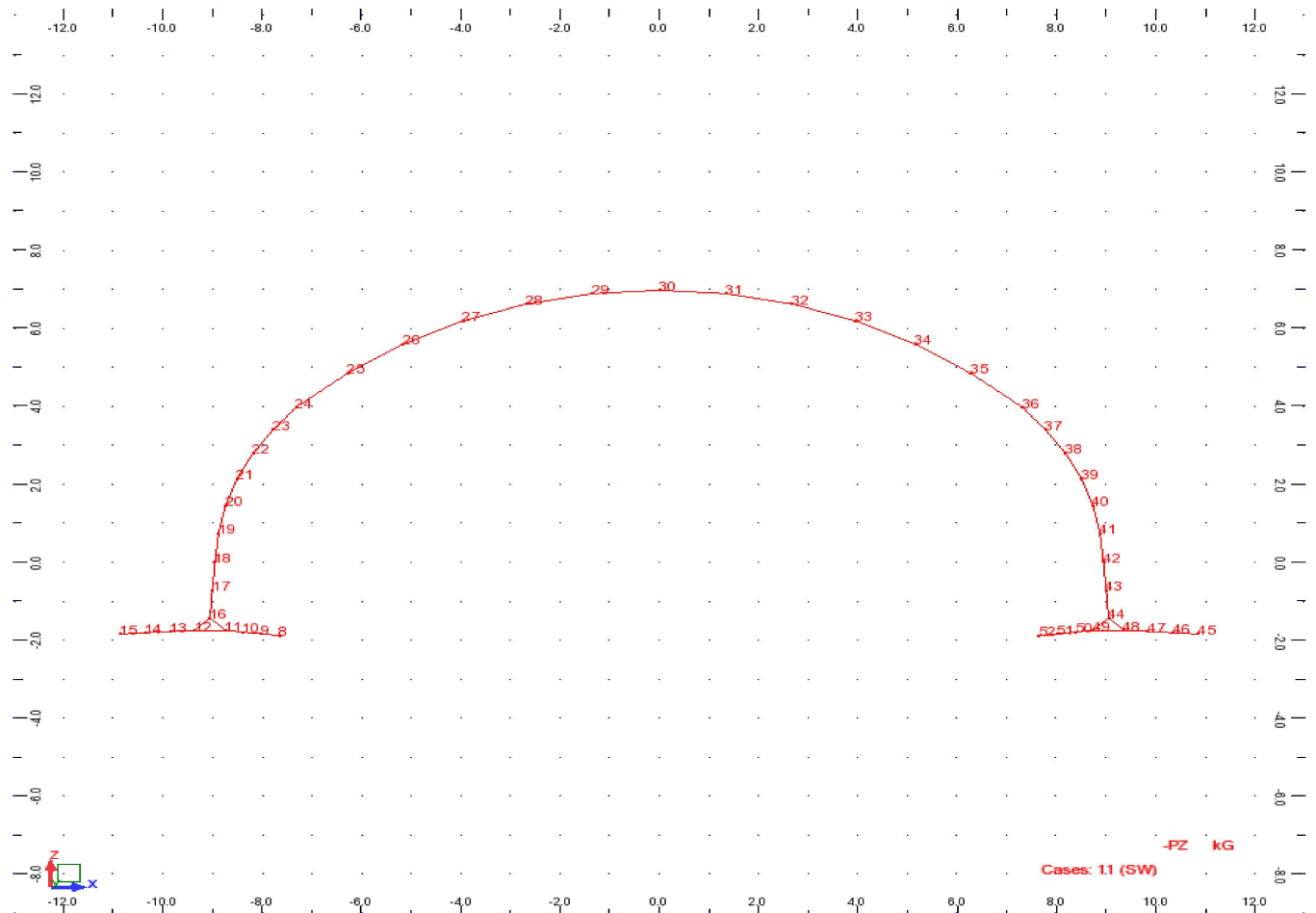
- Meno: Ing. Slavomír Sabol
- Dátum: 5/4/2023

## Kapitola 2

Statický model, číslovanie prútov a bodov, podpory,  
vlastnosti prierezov



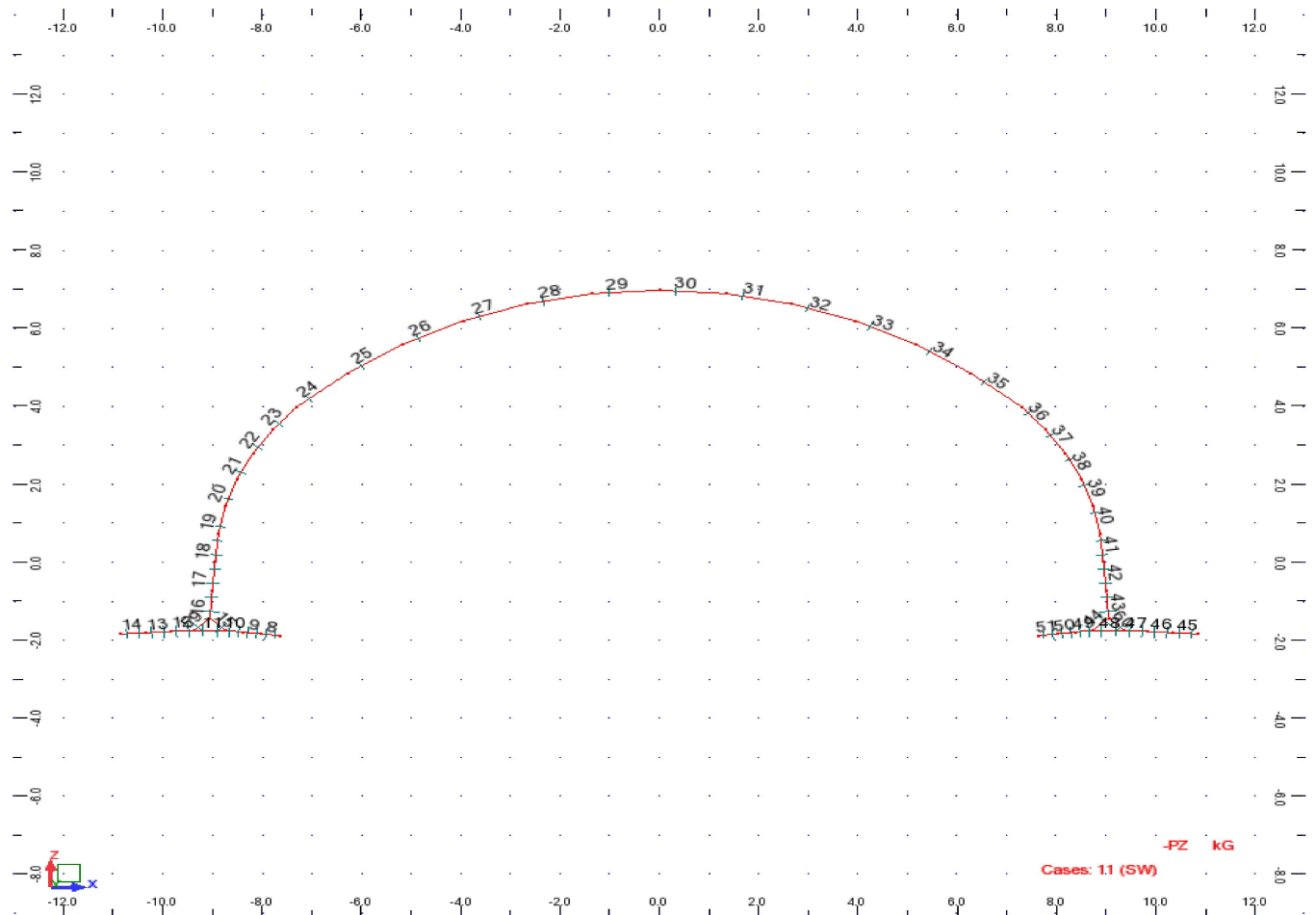
# Diagram of nodes



## Nodes properties

Node	X (m)	Z (m)	Support
8	-7.65	-1.89	ADD_Spring_52
9	-8.02	-1.84	ADD_Spring_51
10	-8.38	-1.80	ADD_Spring_50
11	-8.75	-1.75	ADD_Spring_49
12	-9.35	-1.75	ADD_Spring_12
13	-9.85	-1.78	ADD_Spring_13
14	-10.35	-1.82	ADD_Spring_14
15	-10.85	-1.85	ADD_Spring_15
16	-9.05	-1.45	ADD_Spring_16+
17	-9.00	-0.73	ADD_Spring_17+
18	-8.95	0.0	ADD_Spring_18+
19	-8.88	0.73	ADD_Spring_19+
20	-8.73	1.44	ADD_Spring_20+
21	-8.50	2.13	ADD_Spring_21+
22	-8.18	2.79	ADD_Spring_22+
23	-7.77	3.39	ADD_Spring_23+
24	-7.31	3.96	ADD_Spring_24+
25	-6.28	4.83	
26	-5.16	5.58	
27	-3.95	6.18	
28	-2.67	6.61	
29	-1.35	6.87	
30	0.0	6.96	
31	1.35	6.87	
32	2.67	6.61	
33	3.95	6.18	
34	5.16	5.58	
35	6.28	4.83	
36	7.31	3.96	ADD_Spring_36-
37	7.77	3.39	ADD_Spring_37-
38	8.18	2.79	ADD_Spring_38-
39	8.50	2.13	ADD_Spring_39-
40	8.73	1.44	ADD_Spring_40-
41	8.88	0.73	ADD_Spring_41-
42	8.95	0.0	ADD_Spring_42-
43	9.00	-0.73	ADD_Spring_43-
44	9.05	-1.45	ADD_Spring_44-
45	10.85	-1.85	ADD_Spring_15
46	10.35	-1.82	ADD_Spring_14
47	9.85	-1.78	ADD_Spring_13
48	9.35	-1.75	ADD_Spring_12
49	8.75	-1.75	ADD_Spring_49
50	8.38	-1.80	ADD_Spring_50
51	8.02	-1.84	ADD_Spring_51
52	7.65	-1.89	ADD_Spring_52

# Diagram of Bars

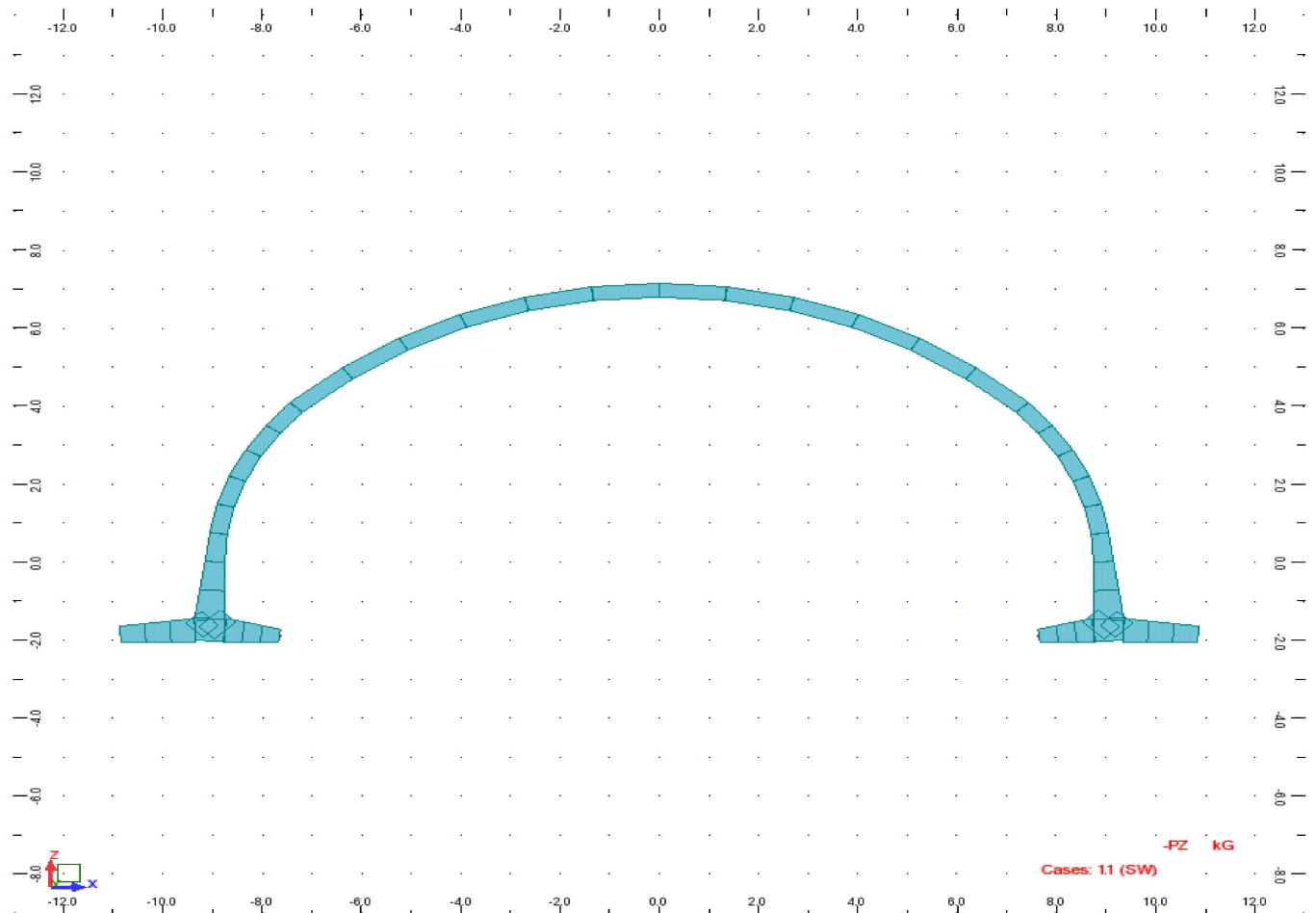


## Bars properties

Bar/Node	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	RECT_BF (mm)	RECT_HT (mm)	RECT_TH (mm)
8/ 8	8	9	RE 7	C35/45	0.37	1000	325	0.0
8/ 9	8	9	RE 7	C35/45	0.37	1000	417	0.0
9/ 9	9	10	RE 8	C35/45	0.37	1000	417	0.0
9/ 10	9	10	RE 8	C35/45	0.37	1000	508	0.0
10/ 10	10	11	RE 9	C35/45	0.37	1000	508	0.0
10/ 11	10	11	RE 9	C35/45	0.37	1000	600	0.0
11/ 11	11	12	RE 10	C35/45	0.60	1000	600	0.0
11/ 12	11	12	RE 10	C35/45	0.60	1000	500	0.0
12/ 12	12	13	ADD 0.6x0.533	C50/60	0.50	1000	600	0.0
12/ 13	12	13	ADD 0.6x0.533	C50/60	0.50	1000	533	0.0
13/ 13	13	14	ADD 0.533x0.467	C50/60	0.50	1000	533	0.0
13/ 14	13	14	ADD 0.533x0.467	C50/60	0.50	1000	467	0.0
14/ 14	14	15	ADD 0.467x0.4	C50/60	0.50	1000	467	0.0
14/ 15	14	15	ADD 0.467x0.4	C50/60	0.50	1000	400	0.0
15/ 11	11	16	RE 36	C35/45	0.43	1000	600	0.0
15/ 16	11	16	RE 36	C35/45	0.43	1000	600	0.0
16/ 16	16	17	RE 14	C35/45	0.73	1000	604	0.0
16/ 17	16	17	RE 14	C35/45	0.73	1000	502	0.0
17/ 17	17	18	RE 15	C35/45	0.73	1000	502	0.0
17/ 18	17	18	RE 15	C35/45	0.73	1000	400	0.0
18/ 18	18	19	RE 16	C35/45	0.73	1000	400	0.0
18/ 19	18	19	RE 16	C35/45	0.73	1000	350	0.0
19/ 19	19	20	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
19/ 20	19	20	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
20/ 20	20	21	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
20/ 21	20	21	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
21/ 21	21	22	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
21/ 22	21	22	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
22/ 22	22	23	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
22/ 23	22	23	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
23/ 23	23	24	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
23/ 24	23	24	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
24/ 24	24	25	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
24/ 25	24	25	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
25/ 25	25	26	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
25/ 26	25	26	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
26/ 26	26	27	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
26/ 27	26	27	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
27/ 27	27	28	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
27/ 28	27	28	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
28/ 28	28	29	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
28/ 29	28	29	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
29/ 29	29	30	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
29/ 30	29	30	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
30/ 30	30	31	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
30/ 31	30	31	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
31/ 31	31	32	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
31/ 32	31	32	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
32/ 32	32	33	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
32/ 33	32	33	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0

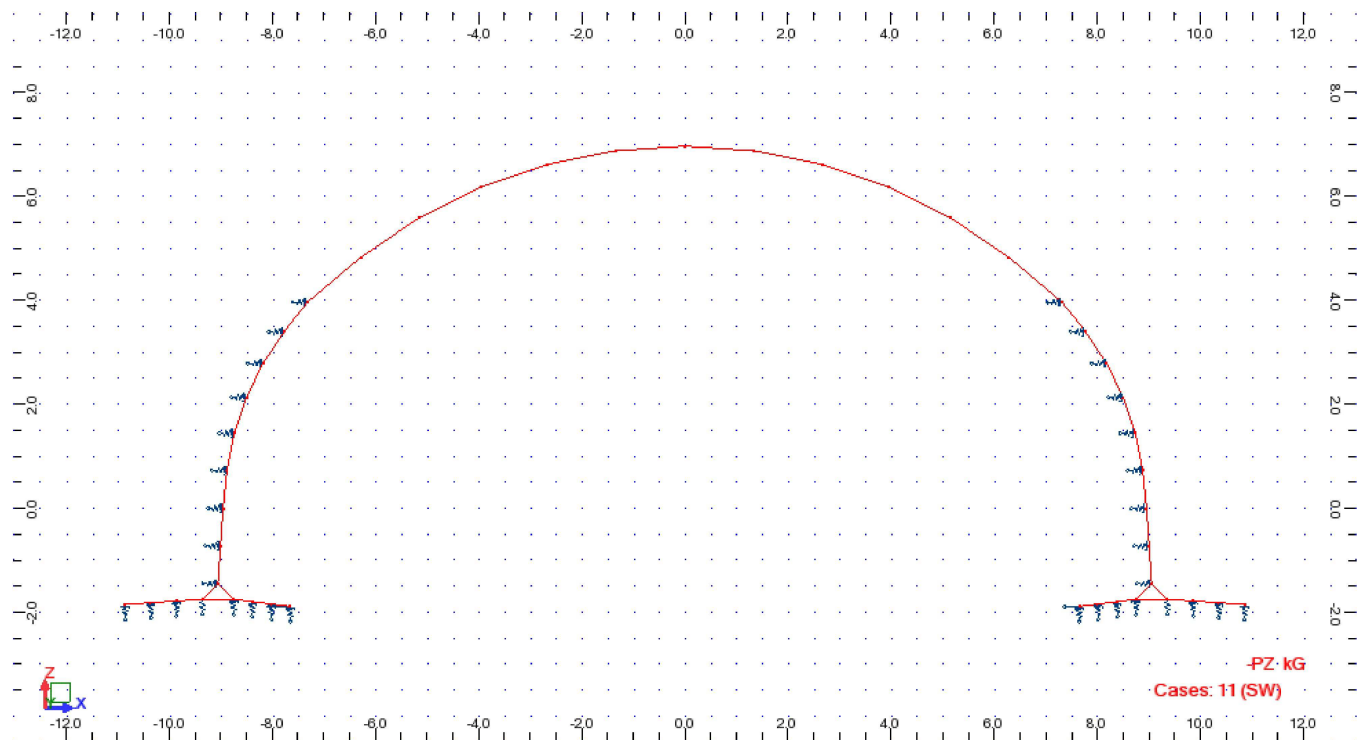
33/	33	33	34	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
33/	34	33	34	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
34/	34	34	35	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
34/	35	34	35	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
35/	35	35	36	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
35/	36	35	36	RE 32	C35/45	1.35	1000	350	0.0
36/	36	36	37	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
36/	37	36	37	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
37/	37	37	38	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
37/	38	37	38	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
38/	38	38	39	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
38/	39	38	39	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
39/	39	39	40	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
39/	40	39	40	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
40/	40	40	41	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
40/	41	40	41	RE 32	C35/45	0.73	1000	350	0.0
41/	41	41	42	RE 17	C35/45	0.73	1000	350	0.0
41/	42	41	42	RE 17	C35/45	0.73	1000	400	0.0
42/	42	42	43	RE 18	C35/45	0.73	1000	400	0.0
42/	43	42	43	RE 18	C35/45	0.73	1000	502	0.0
43/	43	43	44	RE 19	C35/45	0.73	1000	502	0.0
43/	44	43	44	RE 19	C35/45	0.73	1000	604	0.0
44/	44	44	49	RE 36	C35/45	0.43	1000	600	0.0
44/	49	44	49	RE 36	C35/45	0.43	1000	600	0.0
45/	45	45	46	ADD 0.4x0.467	C50/60	0.50	1000	400	0.0
45/	46	45	46	ADD 0.4x0.467	C50/60	0.50	1000	467	0.0
46/	46	46	47	ADD 0.467x0.533	C50/60	0.50	1000	467	0.0
46/	47	46	47	ADD 0.467x0.533	C50/60	0.50	1000	533	0.0
47/	47	47	48	ADD 0.533x0.6	C50/60	0.50	1000	533	0.0
47/	48	47	48	ADD 0.533x0.6	C50/60	0.50	1000	600	0.0
48/	48	48	49	RE 23	C35/45	0.60	1000	500	0.0
48/	49	48	49	RE 23	C35/45	0.60	1000	600	0.0
49/	49	49	50	RE 24	C35/45	0.37	1000	600	0.0
49/	50	49	50	RE 24	C35/45	0.37	1000	508	0.0
50/	50	50	51	RE 25	C35/45	0.37	1000	508	0.0
50/	51	50	51	RE 25	C35/45	0.37	1000	417	0.0
51/	51	51	52	RE 26	C35/45	0.37	1000	417	0.0
51/	52	51	52	RE 26	C35/45	0.37	1000	325	0.0
59/	12	12	16	RE 34	C35/45	0.43	1000	500	0.0
59/	16	12	16	RE 34	C35/45	0.43	1000	500	0.0
60/	48	48	44	RE 34	C35/45	0.43	1000	500	0.0
60/	44	48	44	RE 34	C35/45	0.43	1000	500	0.0

## Diagram of Sections





# Diagram of Supports



## Supports properties

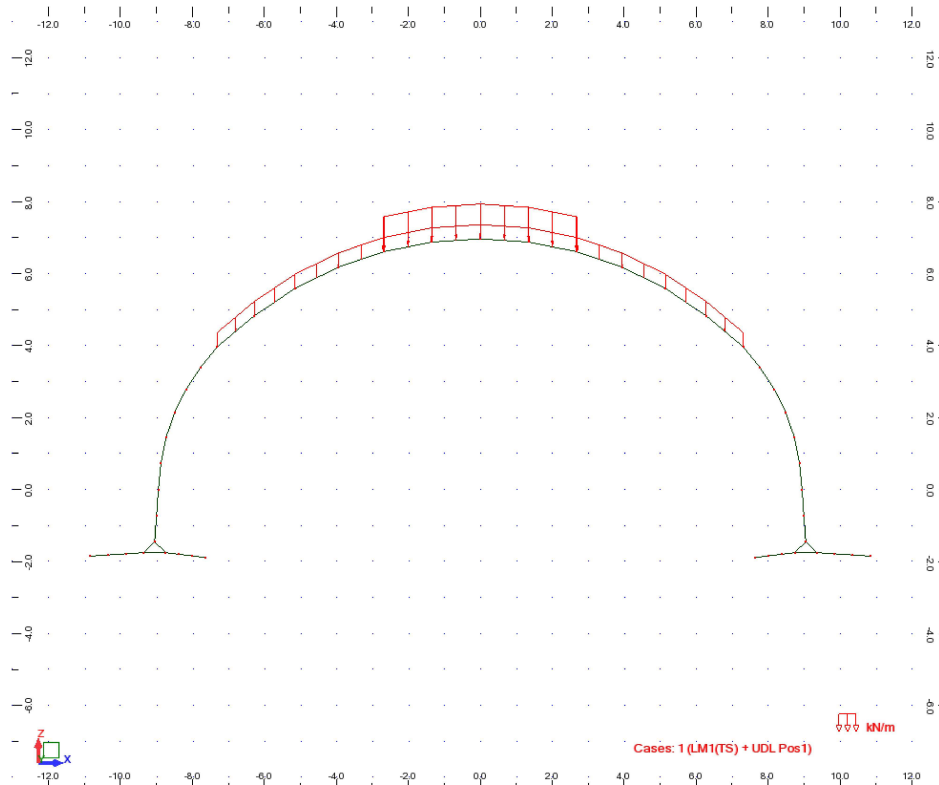
Support name	List of nodes	Support conditions
ADD_Spring_12	12 48	KZ=33000.00 (kN/m)
ADD_Spring_13	13 47	KZ=30000.00 (kN/m) +
ADD_Spring_14	14 46	KZ=30000.00 (kN/m) +
ADD_Spring_15	15 45	KZ=15000.00 (kN/m) +
ADD_Spring_49	11 49	KZ=27600.00 (kN/m) +
ADD_Spring_50	10 50	KZ=22200.00 (kN/m) +
ADD_Spring_51	9 51	KZ=22200.00 (kN/m) +
ADD_Spring_52	8 52	UX KZ=11100.00 (kN/m) +
ADD_Spring_16+	16	KX=11524.72 (kN/m) +
ADD_Spring_44-	44	KX=11524.72 (kN/m) -
ADD_Spring_17+	17	KX=14535.83 (kN/m) +
ADD_Spring_43-	43	KX=14535.83 (kN/m) -
ADD_Spring_18+	18	KX=14583.43 (kN/m) +
ADD_Spring_42-	42	KX=14583.43 (kN/m) -
ADD_Spring_19+	19	KX=14607.12 (kN/m) +
ADD_Spring_41-	41	KX=14607.12 (kN/m) -
ADD_Spring_20+	20	KX=14577.58 (kN/m) +
ADD_Spring_40-	40	KX=14577.58 (kN/m) -
ADD_Spring_21+	21	KX=14580.13 (kN/m) +
ADD_Spring_39-	39	KX=14580.13 (kN/m) -
ADD_Spring_22+	22	KX=14591.22 (kN/m) +
ADD_Spring_38-	38	KX=14591.22 (kN/m) -
ADD_Spring_23+	23	KX=14607.64 (kN/m) +
ADD_Spring_37-	37	KX=14607.64 (kN/m) -
ADD_Spring_24+	24	KX=20818.51 (kN/m) +
ADD_Spring_36-	36	KX=20818.51 (kN/m) -

## Kapitola 3

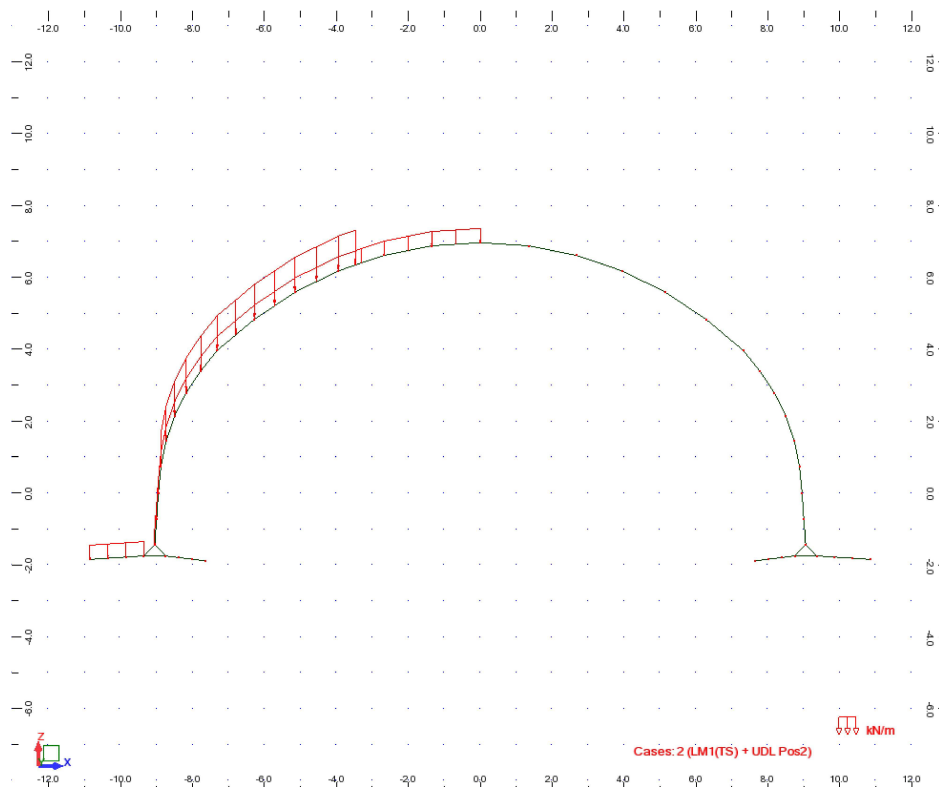
### Zat'azovacie stavy - Schémy



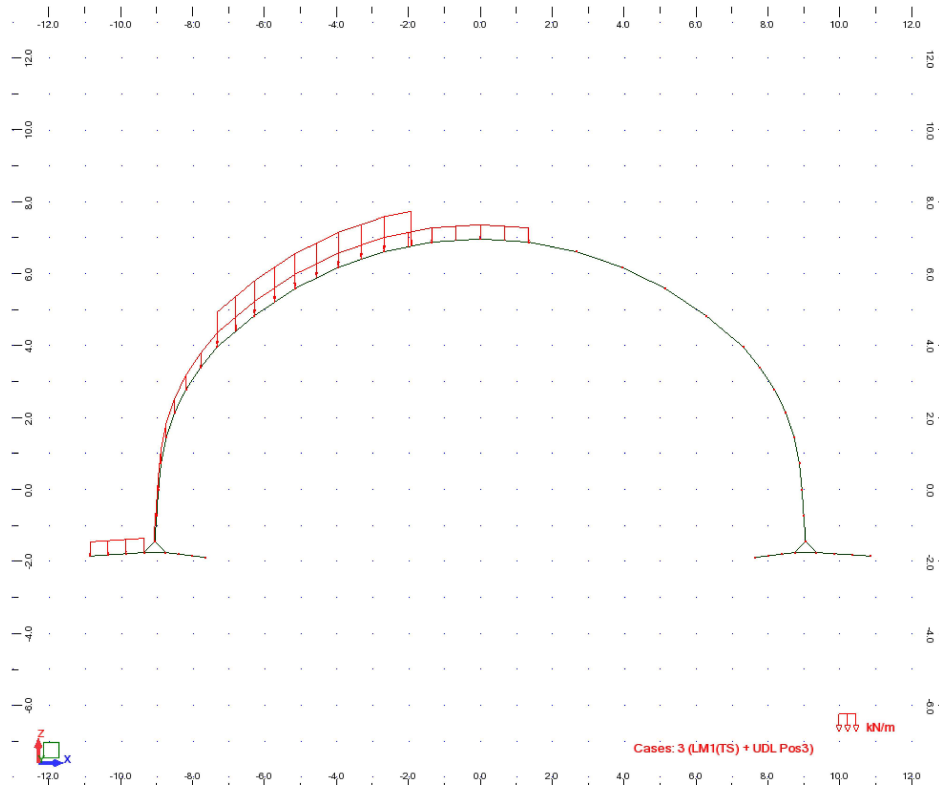
## View - Cases: 1 (LM1(TS) + UDL Pos1)



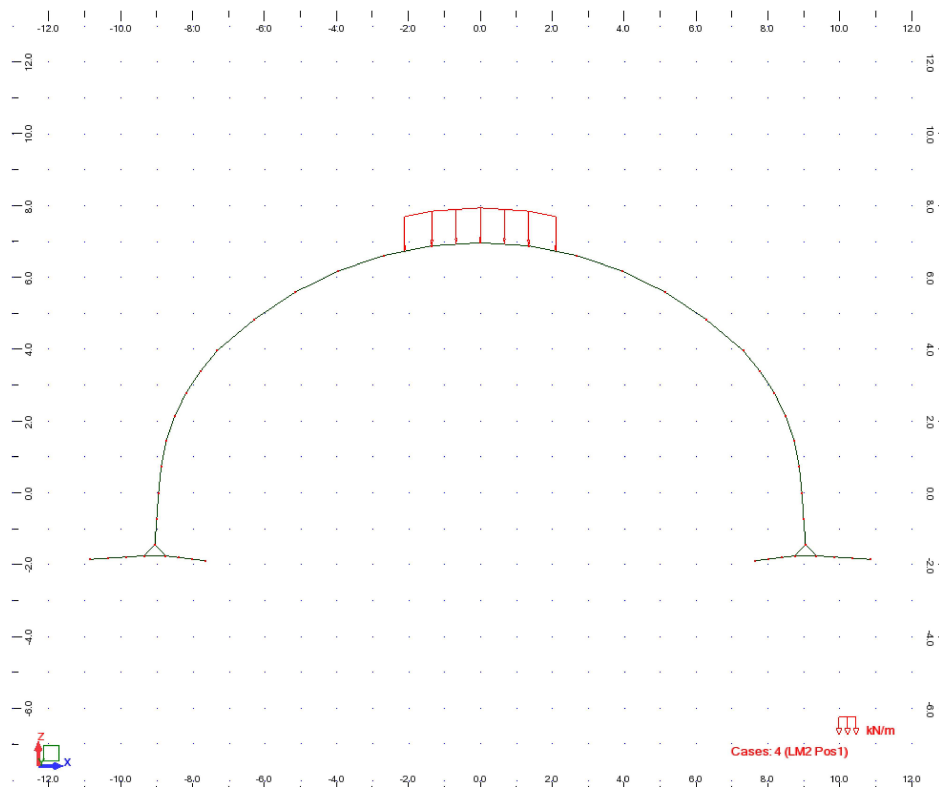
## View - Cases: 2 (LM1(TS) + UDL Pos2)



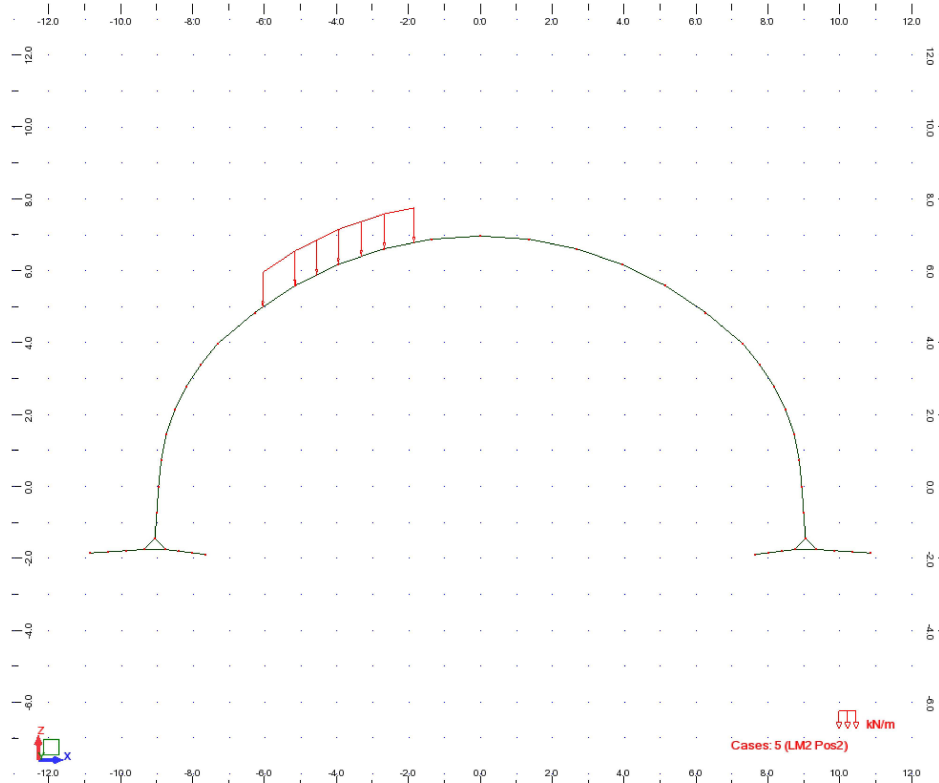
View - Cases: 3 (LM1(TS) + UDL Pos3)



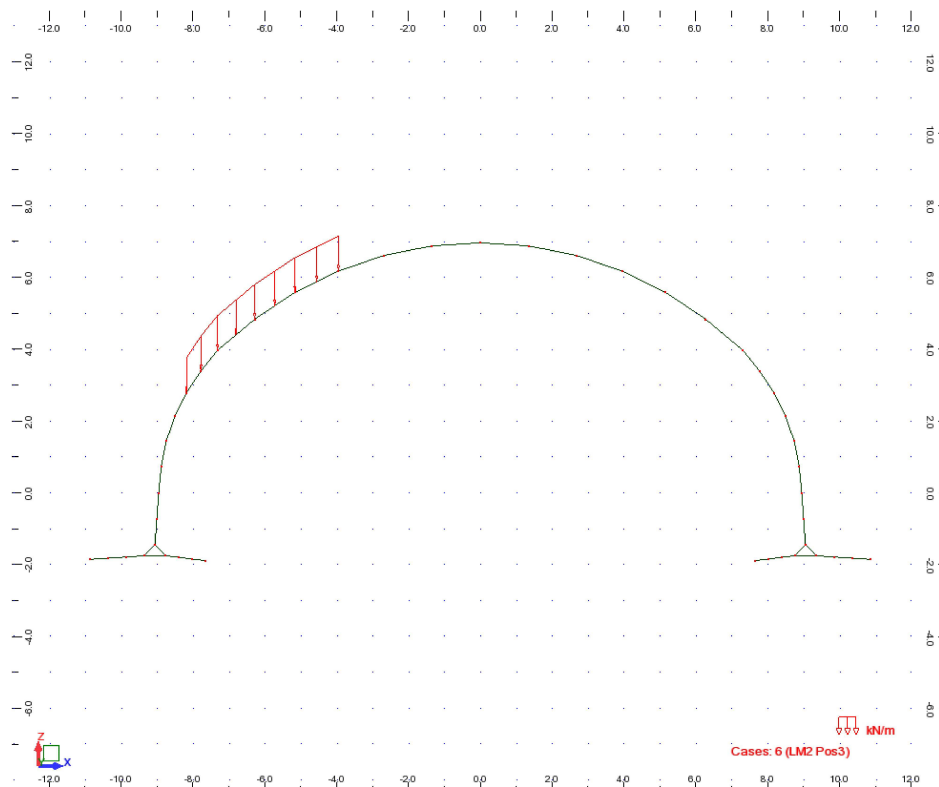
View - Cases: 4 (LM2 Pos1)



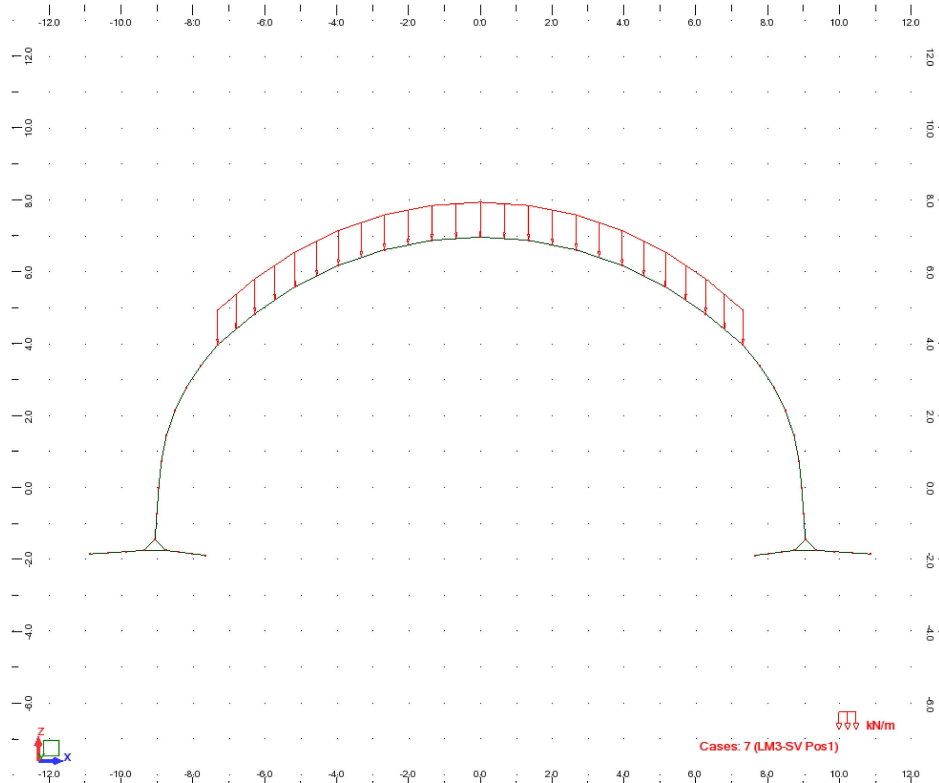
## View - Cases: 5 (LM2 Pos2)



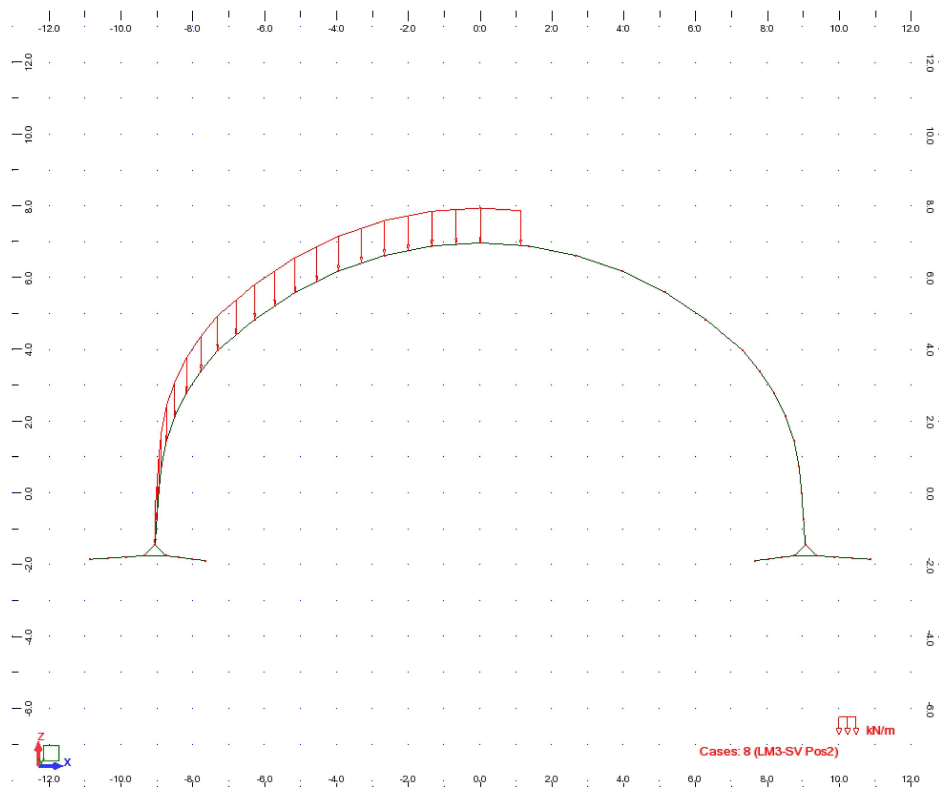
## View - Cases: 6 (LM2 Pos3)



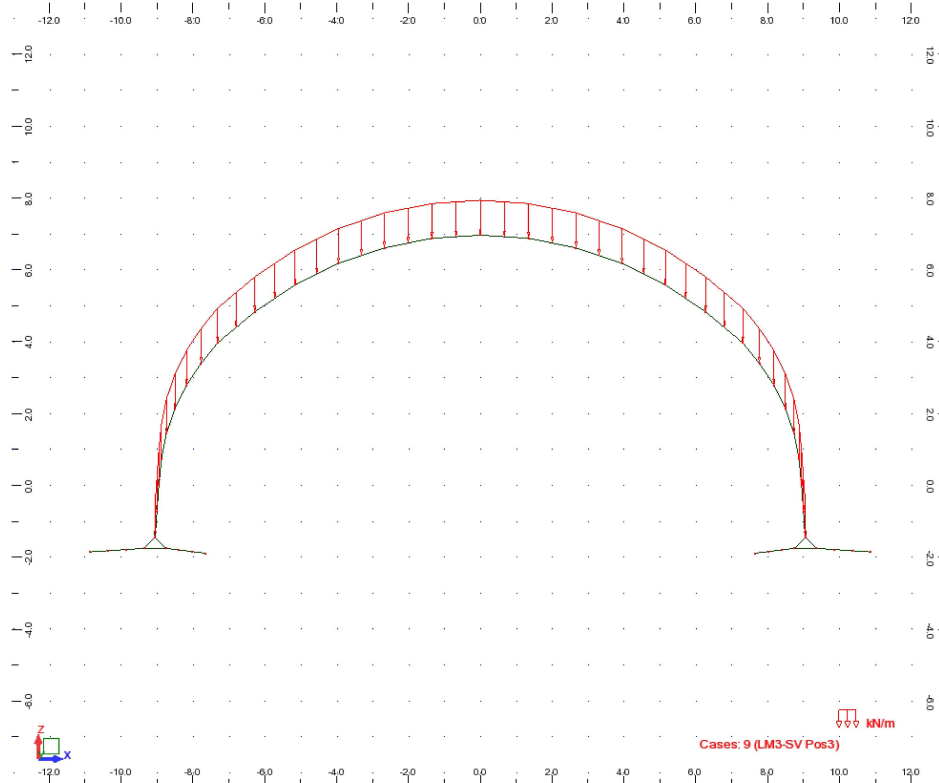
View - Cases: 7 (LM3-SV Pos1)



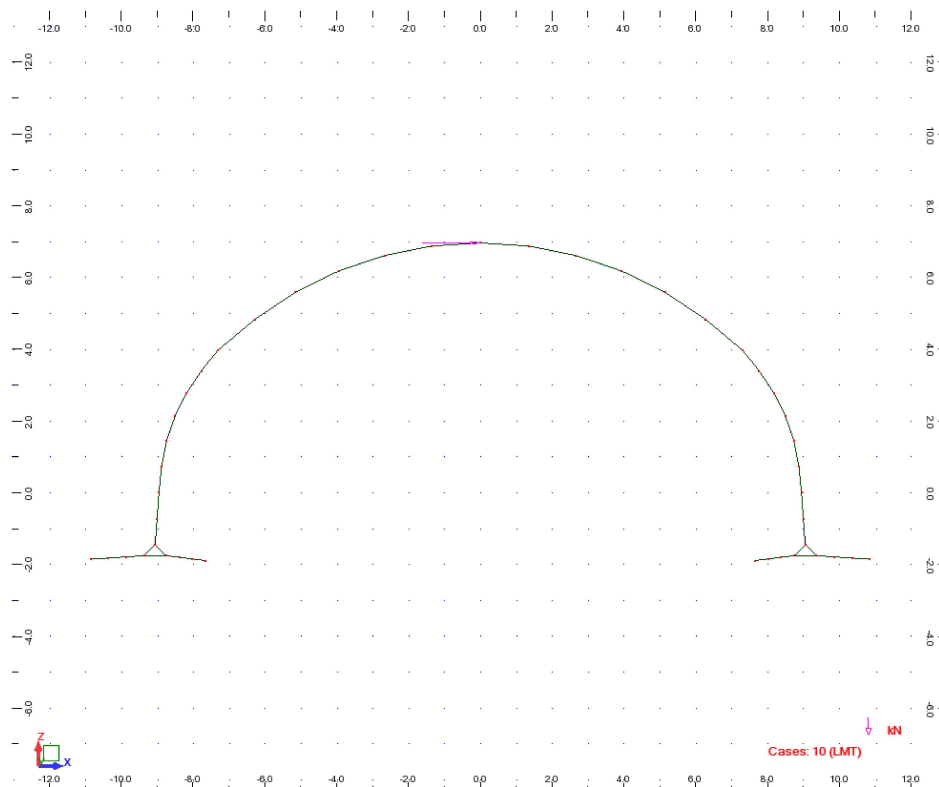
View - Cases: 8 (LM3-SV Pos2)



## View - Cases: 9 (LM3-SV Pos3)

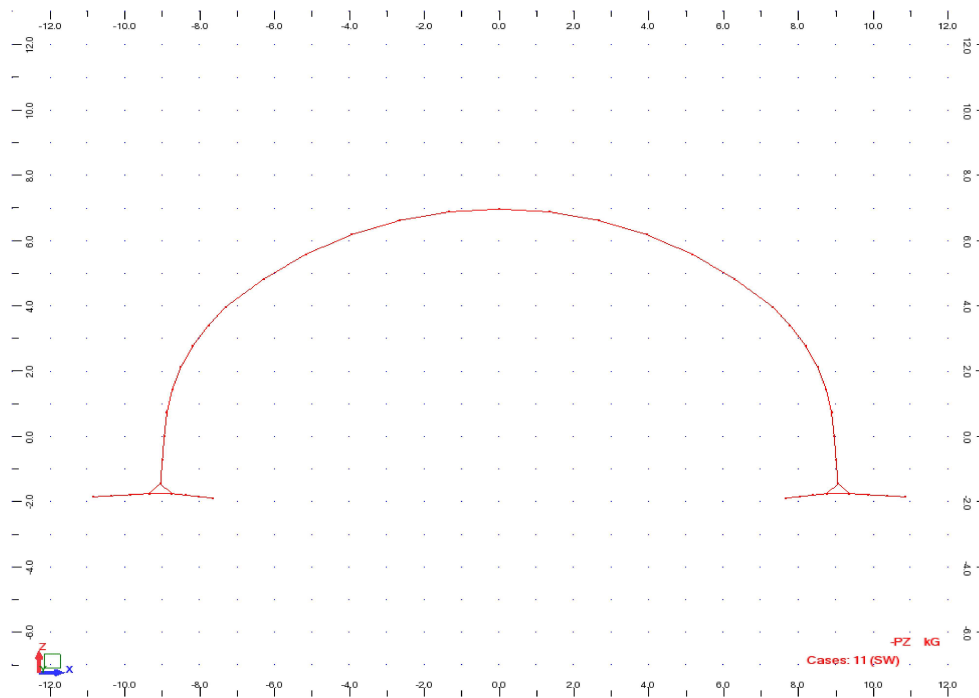


## View - Cases: 10 (LMT)

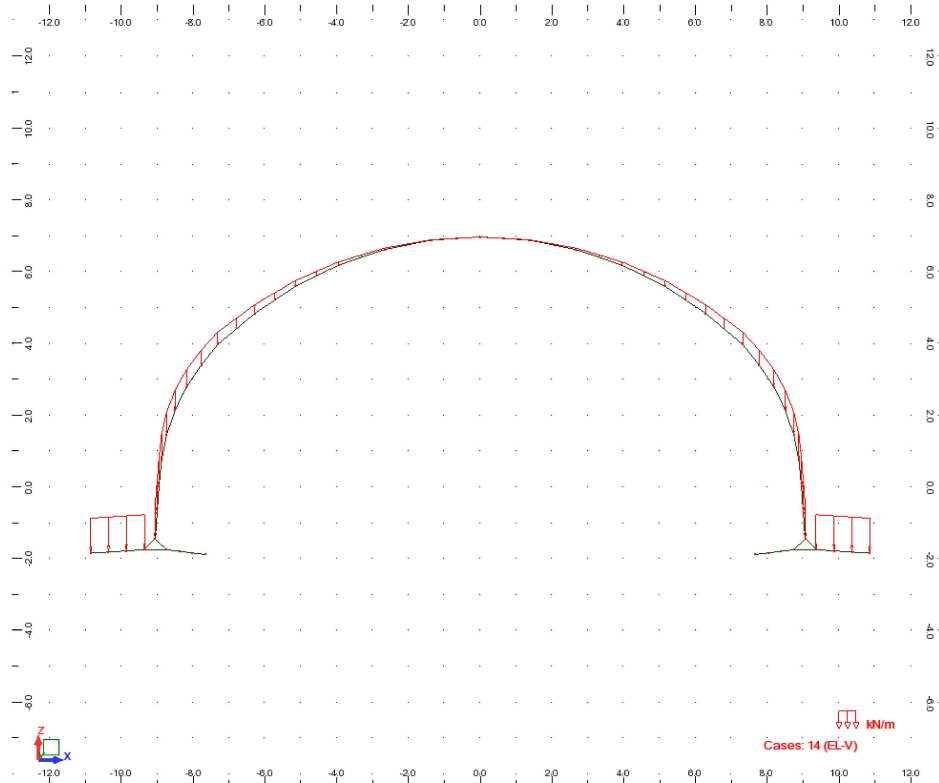




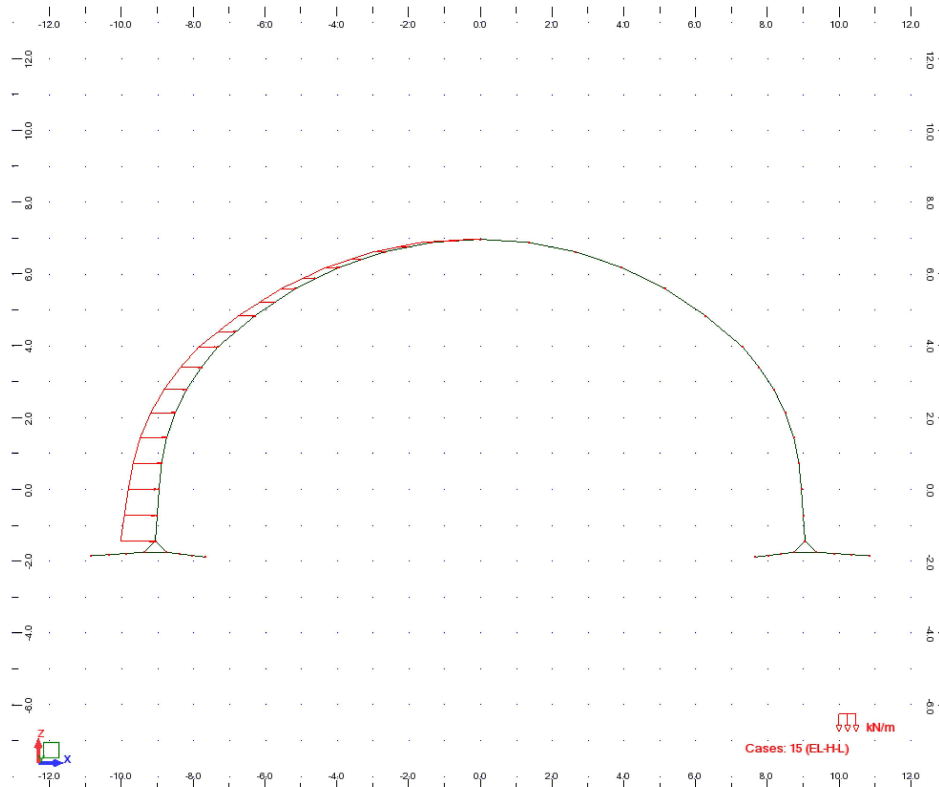
## View - Cases: 11 (SW)



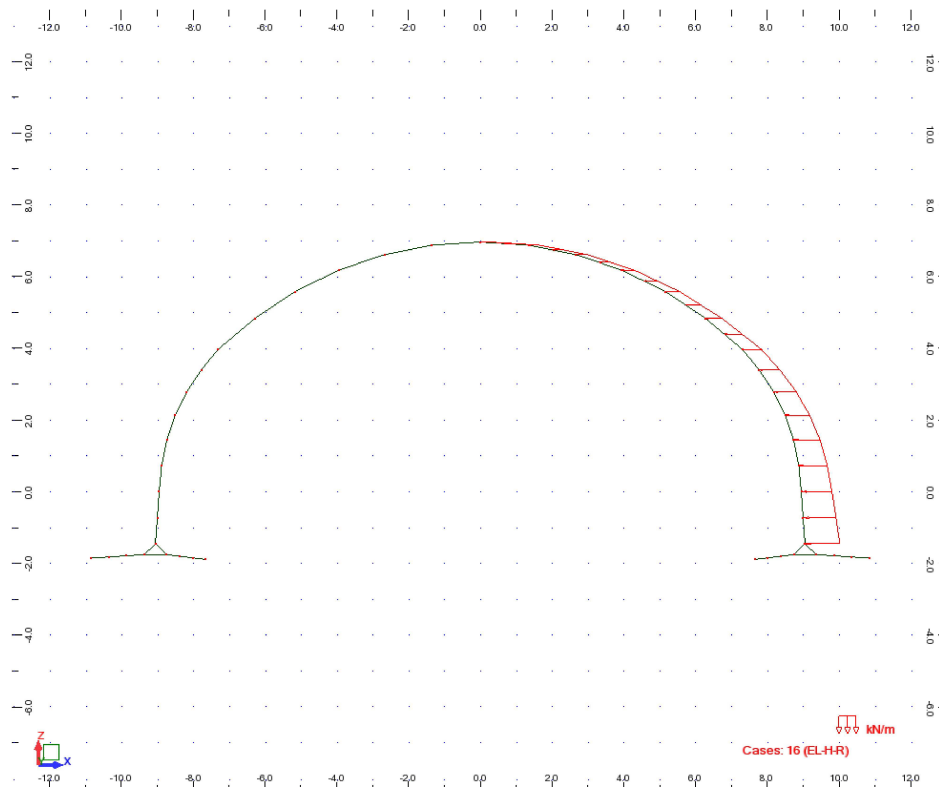
## View - Cases: 14 (EL-V)



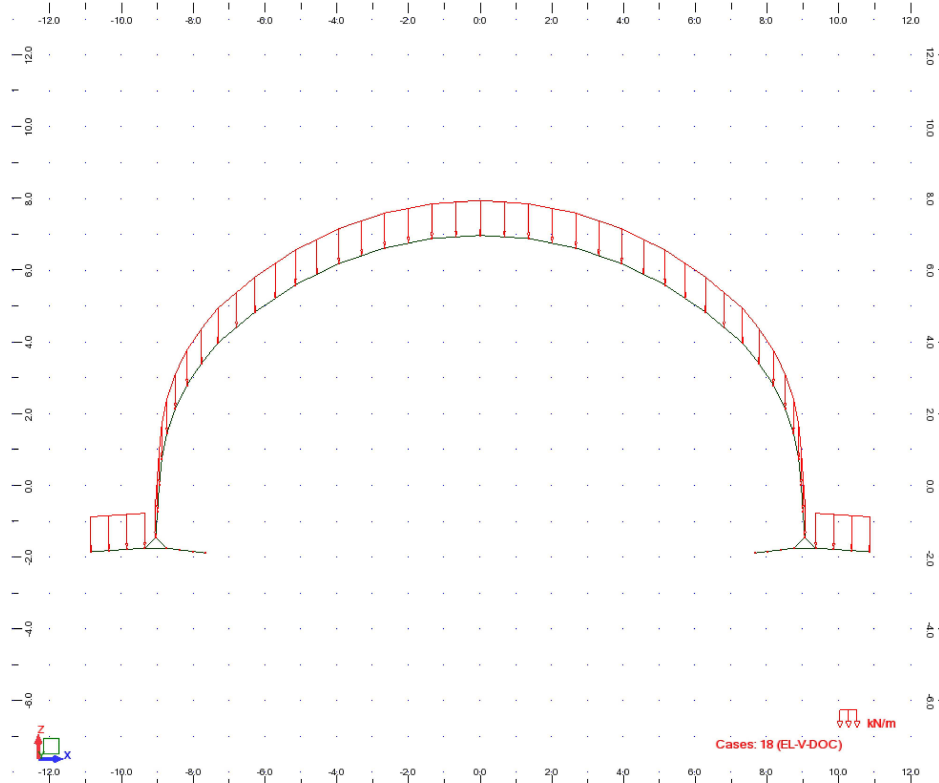
## View - Cases: 15 (EL-H-L)



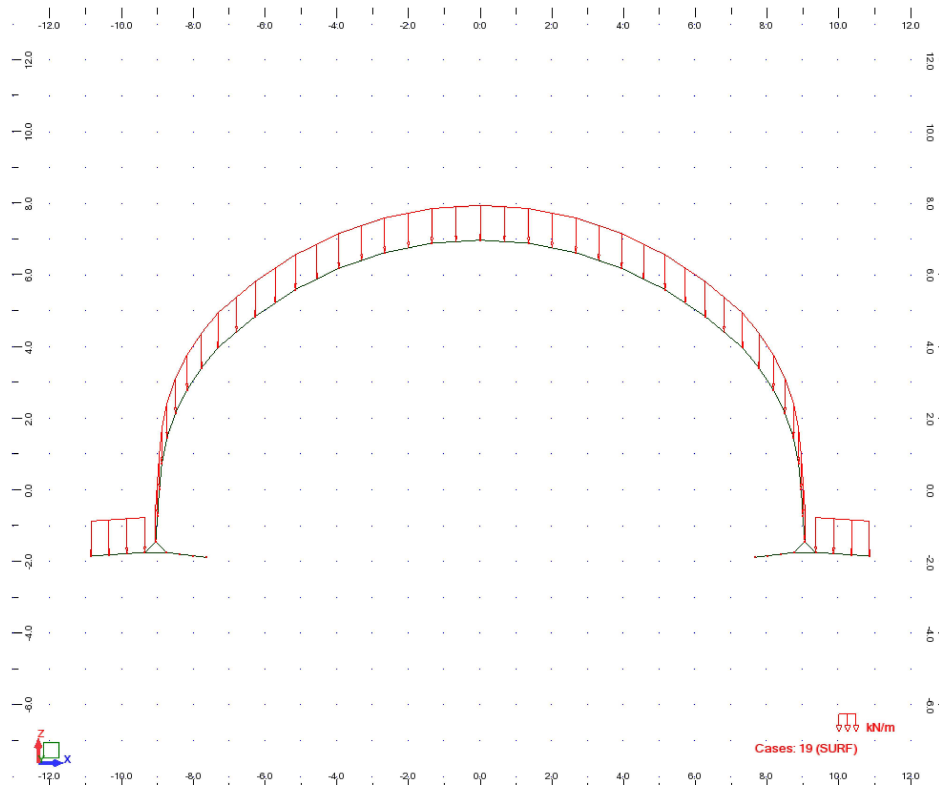
## View - Cases: 16 (EL-H-R)



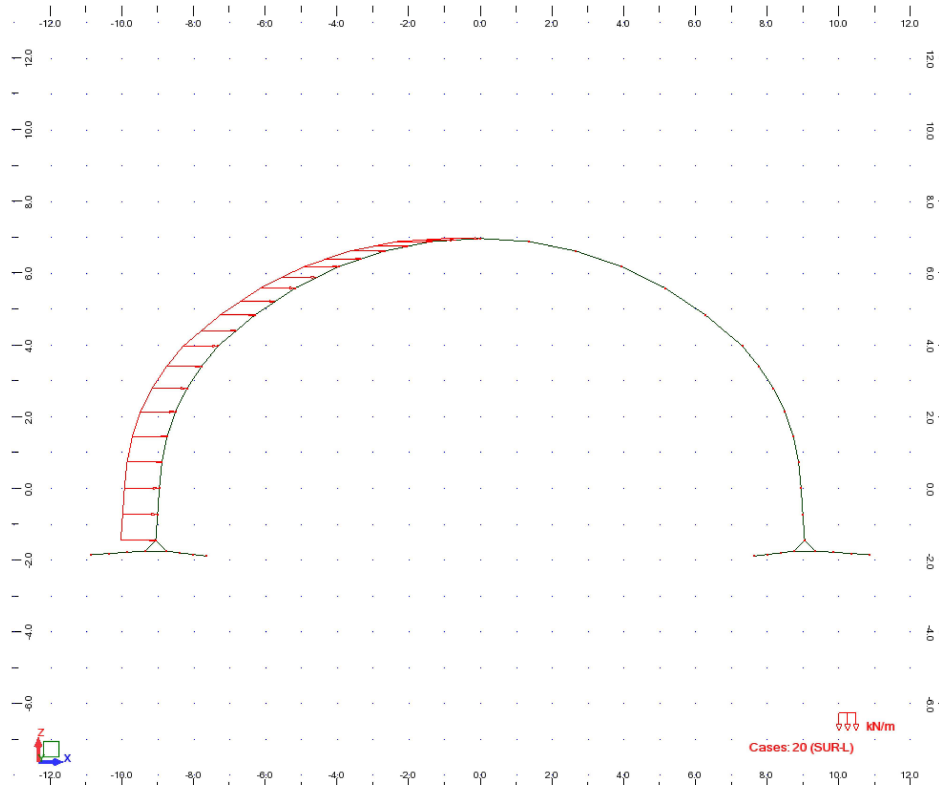
## View - Cases: 18 (EL-V-DOC)



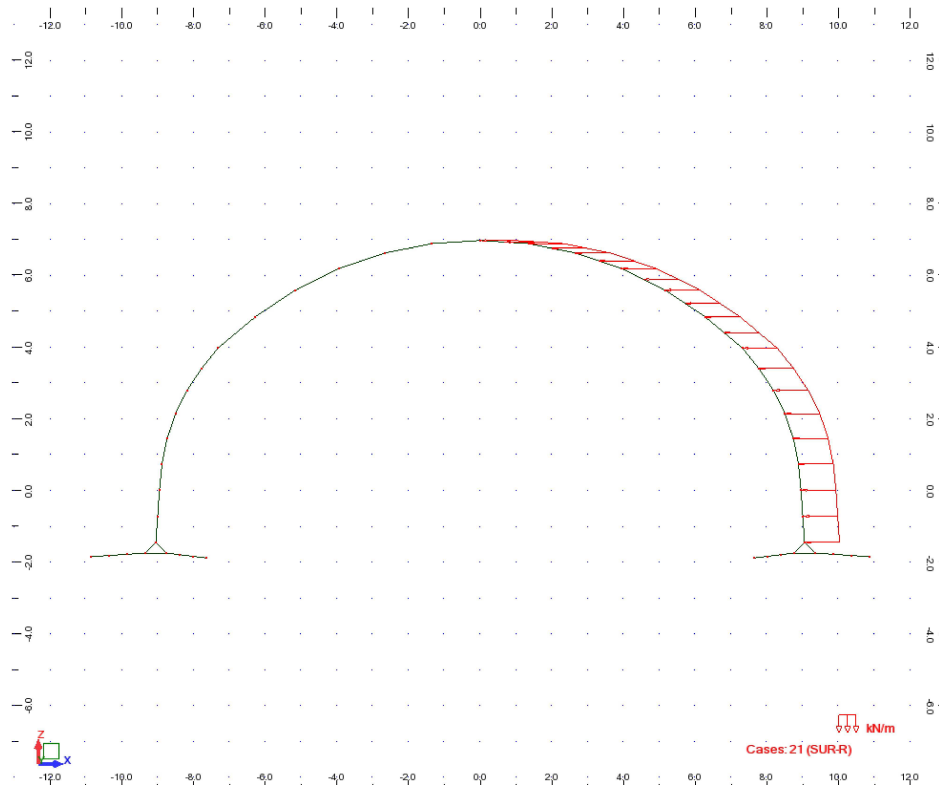
## View - Cases: 19 (SURF)



View - Cases: 20 (SUR-L)



View - Cases: 21 (SUR-R)



## Service Max - SLS - Load Case Values

- Cases: 1to11 14to16 18to24

Case	Case name	Nature	Load type	List	Load values
1	LM1(TS) + UDL Pos1	live	uniform load	30 31	PZ=-17.60(kN/m) projected
1	LM1(TS) + UDL Pos1	live	trapezoidal load (2p)	32	PZ2=-17.60(kN/m) PZ1=-17.60(kN/m) X2=0.03(m) X1=0.0(m) global projected absolute
1	LM1(TS) + UDL Pos1	live	uniform load	28 29	PZ=-17.60(kN/m) projected
1	LM1(TS) + UDL Pos1	live	trapezoidal load (2p)	27	PZ2=-17.60(kN/m) PZ1=-17.60(kN/m) X2=1.35(m) X1=1.32(m) global projected absolute
1	LM1(TS) + UDL Pos1	live	uniform load	24to35	PZ=-7.20(kN/m) projected
2	LM1(TS) + UDL Pos2	live	uniform load	19to26	PZ=-17.60(kN/m) projected
2	LM1(TS) + UDL Pos2	live	trapezoidal load (2p)	27	PZ2=-17.60(kN/m) PZ1=-17.60(kN/m) X2=0.50(m) X1=0.0(m) global projected absolute
2	LM1(TS) + UDL Pos2	live	uniform load	12to14 16to29	PZ=-7.20(kN/m) projected
3	LM1(TS) + UDL Pos3	live	uniform load	24to27	PZ=-17.60(kN/m) projected
3	LM1(TS) + UDL Pos3	live	trapezoidal load (2p)	28	PZ2=-17.60(kN/m) PZ1=-17.60(kN/m) X2=0.77(m) X1=0.0(m) global projected absolute
3	LM1(TS) + UDL Pos3	live	uniform load	12to14 16to30	PZ=-7.20(kN/m) projected
4	LM2 Pos1	live	uniform load	30	PZ=-13.60(kN/m) projected
4	LM2 Pos1	live	trapezoidal load (2p)	31	PZ2=-13.60(kN/m) PZ1=-13.60(kN/m) X2=0.77(m) X1=0.0(m) global projected absolute
4	LM2 Pos1	live	uniform load	29	PZ=-13.60(kN/m) projected
4	LM2 Pos1	live	trapezoidal load (2p)	28	PZ2=-13.60(kN/m) PZ1=-13.60(kN/m) X2=1.35(m) X1=0.58(m) global projected absolute
5	LM2 Pos2	live	uniform load	27	PZ=-13.60(kN/m) projected
5	LM2 Pos2	live	trapezoidal load (2p)	28	PZ2=-13.60(kN/m) PZ1=-13.60(kN/m) X2=0.84(m) X1=0.0(m) global projected absolute
5	LM2 Pos2	live	uniform load	26	PZ=-13.60(kN/m) projected
5	LM2 Pos2	live	trapezoidal load (2p)	25	PZ2=-13.60(kN/m) PZ1=-13.60(kN/m) X2=1.35(m) X1=0.28(m) global projected absolute
6	LM2 Pos3	live	uniform load	22to26	PZ=-13.60(kN/m) projected
7	LM3-SV Pos1	live	uniform load	30to35	PZ=-17.50(kN/m) projected
7	LM3-SV Pos1	live	uniform load	24to29	PZ=-17.50(kN/m) projected
8	LM3-SV Pos2	live	uniform load	27to29	PZ=-17.50(kN/m) projected
8	LM3-SV Pos2	live	trapezoidal load (2p)	30	PZ2=-17.50(kN/m) PZ1=-17.50(kN/m) X2=1.13(m) X1=0.0(m) global projected absolute
8	LM3-SV Pos2	live	uniform load	16to26	PZ=-17.50(kN/m) projected
9	LM3-SV Pos3	live	uniform load	16to43	PZ=-17.50(kN/m) projected
10	LMT	live	nodal force	30	FX=109.03(kN)
11	SW	dead	self-weight	8to51 59 60	PZ Negative Factor=1.00
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	16	PZ2=-153.74(kN/m) PZ1=-168.24(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	43	PZ2=-168.24(kN/m) PZ1=-153.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative

14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	17	PZ2=-139.24(kN/m) PZ1=-153.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	42	PZ2=-153.74(kN/m) PZ1=-139.24(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	18	PZ2=-124.68(kN/m) PZ1=-139.24(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	41	PZ2=-139.24(kN/m) PZ1=-124.68(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	19	PZ2=-110.38(kN/m) PZ1=-124.68(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	40	PZ2=-124.68(kN/m) PZ1=-110.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	20	PZ2=-96.58(kN/m) PZ1=-110.38(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	39	PZ2=-110.38(kN/m) PZ1=-96.58(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	21	PZ2=-83.50(kN/m) PZ1=-96.58(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	38	PZ2=-96.58(kN/m) PZ1=-83.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	22	PZ2=-71.36(kN/m) PZ1=-83.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	37	PZ2=-83.50(kN/m) PZ1=-71.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	36	PZ2=-71.36(kN/m) PZ1=-59.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	24	PZ2=-42.62(kN/m) PZ1=-59.98(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	35	PZ2=-59.98(kN/m) PZ1=-42.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	25	PZ2=-27.62(kN/m) PZ1=-42.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	34	PZ2=-42.62(kN/m) PZ1=-27.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	26	PZ2=-15.70(kN/m) PZ1=-27.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	33	PZ2=-27.62(kN/m) PZ1=-15.70(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	27	PZ2=-7.02(kN/m) PZ1=-15.70(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	32	PZ2=-15.70(kN/m) PZ1=-7.02(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	28	PZ2=-1.76(kN/m) PZ1=-7.02(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	31	PZ2=-7.02(kN/m) PZ1=-1.76(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	29	PZ2=0.0(kN/m) PZ1=-1.76(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	30	PZ2=-1.76(kN/m) PZ1=0.0(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
14	EL-V	dead	uniform load	12to14 45to47	PZ=-168.24(kN/m) projected
14	EL-V	dead	trapezoidal load (2p)	23	PZ2=-59.98(kN/m) PZ1=-71.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	18	PX2=194.80(kN/m) PX1=209.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	17	PX2=209.36(kN/m) PX1=223.86(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	19	PX2=180.50(kN/m) PX1=194.80(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	29	PX2=70.12(kN/m) PX1=71.88(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	28	PX2=71.88(kN/m) PX1=77.14(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	27	PX2=77.14(kN/m) PX1=85.82(kN/m) X2=1.00

					X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	25	PX2=97.74(kN/m) PX1=112.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	26	PX2=85.82(kN/m) PX1=97.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	16	PX2=223.50(kN/m) PX1=238.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	24	PX2=112.74(kN/m) PX1=130.10(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	23	PX2=130.10(kN/m) PX1=141.48(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	22	PX2=141.48(kN/m) PX1=153.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	21	PX2=153.62(kN/m) PX1=166.70(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
15	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	20	PX2=166.70(kN/m) PX1=180.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	43	PX2=-238.00(kN/m) PX1=-223.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	42	PX2=-223.86(kN/m) PX1=-209.36(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	41	PX2=-209.36(kN/m) PX1=-194.80(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	39	PX2=-180.50(kN/m) PX1=-166.70(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	38	PX2=-166.70(kN/m) PX1=-153.62(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	37	PX2=-153.62(kN/m) PX1=-141.48(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	36	PX2=-141.48(kN/m) PX1=-130.10(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	35	PX2=-130.10(kN/m) PX1=-112.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	33	PX2=-97.74(kN/m) PX1=-85.82(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	32	PX2=-85.82(kN/m) PX1=-77.14(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	31	PX2=-77.14(kN/m) PX1=-71.88(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	30	PX2=-71.88(kN/m) PX1=-70.12(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	34	PX2=-112.74(kN/m) PX1=-97.74(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
16	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	40	PX2=-194.80(kN/m) PX1=-180.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
18	EL-V-DOC	dead	uniform load	12to14 16to43 45to47	PZ=-61.00(kN/m) projected
19	SURF	dead	uniform load	12to14 16to43 45to47	PZ=-4.40(kN/m) projected
20	SUR-L	live	uniform load	16to29	PX=20.00(kN/m) projected
21	SUR-R	live	uniform load	30to43	PX=-20.00(kN/m) projected
22	LM3-TS Pos1	live	uniform load	27to32	PZ=-11.30(kN/m) projected
22	LM3-TS Pos1	live	trapezoidal load (2p)	33	PZ2=-11.30(kN/m) PZ1=-11.30(kN/m) X2=1.26(m) X1=0.0(m) global projected absolute
22	LM3-TS Pos1	live	trapezoidal load (2p)	26	PZ2=-11.30(kN/m) PZ1=-11.30(kN/m) X2=1.35(m) X1=0.09(m) global projected absolute
22	LM3-TS Pos1	live	uniform load	34to44	PZ=-11.82(kN/m) projected
22	LM3-TS Pos1	live	uniform load	34to44	PZ=-5.40(kN/m) projected
22	LM3-TS Pos1	live	trapezoidal load (2p)	33	PZ2=-5.40(kN/m) PZ1=-5.40(kN/m) X2=1.35(m) X1=1.26(m) global projected absolute

22	LM3-TS Pos1	live	uniform load	16to25	PZ=-5.40(kN/m) projected
22	LM3-TS Pos1	live	trapezoidal load (2p)	26	PZ2=-5.40(kN/m) PZ1=-5.40(kN/m) X2=0.09(m) X1=0.0(m) global projected absolute
22	LM3-TS Pos1	live	trapezoidal load (2p)	33	PZ2=-11.82(kN/m) PZ1=-11.82(kN/m) X2=1.35(m) X1=1.26(m) global projected absolute
23	LM3-TS Pos2	live	uniform load	16to29	PZ=-11.30(kN/m) projected
23	LM3-TS Pos2	live	trapezoidal load (2p)	30	PZ2=-11.30(kN/m) PZ1=-11.30(kN/m) X2=1.10(m) X1=0.0(m) global projected absolute
23	LM3-TS Pos2	live	uniform load	31to44	PZ=-11.82(kN/m) projected
23	LM3-TS Pos2	live	trapezoidal load (2p)	30	PZ2=-5.40(kN/m) PZ1=-5.40(kN/m) X2=1.35(m) X1=1.10(m) global projected absolute
23	LM3-TS Pos2	live	uniform load	31to44	PZ=-5.40(kN/m) projected
23	LM3-TS Pos2	live	trapezoidal load (2p)	30	PZ2=-11.82(kN/m) PZ1=-11.82(kN/m) X2=1.35(m) X1=1.10(m) global projected absolute
24	LM3-TS Pos3	live	trapezoidal load (2p)	23	PZ2=-5.40(kN/m) PZ1=-5.40(kN/m) X2=0.73(m) X1=0.0(m) global projected absolute
24	LM3-TS Pos3	live	uniform load	16to22	PZ=-5.40(kN/m) projected
24	LM3-TS Pos3	live	trapezoidal load (2p)	32	PZ2=-5.40(kN/m) PZ1=-5.40(kN/m) X2=1.35(m) X1=0.18(m) global projected absolute
24	LM3-TS Pos3	live	uniform load	33to44	PZ=-5.40(kN/m) projected
24	LM3-TS Pos3	live	trapezoidal load (2p)	32	PZ2=-11.82(kN/m) PZ1=-11.82(kN/m) X2=1.35(m) X1=0.18(m) global projected absolute
24	LM3-TS Pos3	live	uniform load	33to44	PZ=-11.82(kN/m) projected
24	LM3-TS Pos3	live	trapezoidal load (2p)	32	PZ2=-11.30(kN/m) PZ1=-11.30(kN/m) X2=0.18(m) X1=0.0(m) global projected absolute
24	LM3-TS Pos3	live	uniform load	24to31	PZ=-11.30(kN/m) projected



## Kapitola 4

### Kombinácie zaťažovacích stavov



## Service Max - Load Combination SLS

Combinations	Name	Definition
25	LM1.2-VH-SLS	$(11+14+18+2)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
26	LM1.3-VH-SLS	$(11+14+18+3)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
27	LM2.1-VH-SLS	$(11+14+18+4)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
28	LM2.2-VH-SLS	$(11+14+18+5)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
29	LM2.3-VH-SLS	$(11+14+18+6)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
30	LM3.1-VH-SLS	$(11+14+18+7)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
31	LM3.2-VH-SLS	$(11+14+18+8)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
32	LM3.3-VH-SLS	$(11+14+18+9)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*1.40$
33	LMT.1-VH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*1.40+20*0.25+1*0.75$
34	LMT.2-VH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*1.40+20*0.25+2*0.75$
35	LMT.3-VH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*1.40+20*0.25+3*0.75$
36	LM1.1-Vh-SLS	$(11+14+18+1)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
37	LM1.2-Vh-SLS	$(11+14+18+2)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
38	LM1.3-Vh-SLS	$(11+14+18+3)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
39	LM3.1-Vh-SLS	$(11+14+18+7)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
40	LM3.2-Vh-SLS	$(11+14+18+8)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
41	LM3.3-Vh-SLS	$(11+14+18+9)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
42	LM2.1-Vh-SLS	$(11+14+18+4)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
43	LM2.2-Vh-SLS	$(11+14+18+5)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
44	LM2.3-Vh-SLS	$(11+14+18+6)*1.00+(15+16)*0.15+19*1.40$
45	vH-SLS	$(11+14+18)*1.00+(15+16+20+21)*0.50+19*0.80$
46	LM1.1-T-vH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*0.80+20*0.25$
47	LM1.2-T-vH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*0.80+20*0.25$
48	LM1.3-T-vH-SLS	$(11+14+18+10)*1.00+15*0.33+16*0.60+19*0.80+20*0.25$

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

Combinations	Name	Definition
25	VH-SLS-CW	$(11+14+18)*1.00+(15+16)*0.60+19*1.40$
26	Vh-SLS-CW	$(11+14+18)*1.00+(15+16)*0.20+19*1.40$
27	vH-SLS-CW	$(11+14+18)*1.00+(15+16)*0.60+19*0.80$

## Service Max - Load Combination ULS

- Cases: 25to48

Combinations	Name	Definition
25	LM1.2-VH-ULS	$(11+14+18+2)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
26	LM1.3-VH-ULS	$(11+14+18+3)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
27	LM2.1-VH-ULS	$(11+14+18+4)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
28	LM2.2-VH-ULS	$(11+14+18+5)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
29	LM2.3-VH-ULS	$(11+14+18+6)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
30	LM3.1-VH-ULS	$(11+14+18+7)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
31	LM3.2-VH-ULS	$(11+14+18+8)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
32	LM3.3-VH-ULS	$(11+14+18+9)*1.35+(15+16+20+21)*0.75+19*1.68$
33	LMT.1-VH-ULS	$(11+14+18+10)*1.35+15*0.37+16*0.60+19*1.68+20*0.90+1*1.01$
34	LMT.2-VH-ULS	$(11+14+18+10)*1.35+15*0.37+16*0.60+19*1.68+20*0.50+2*1.01$
35	LMT.3-VH-ULS	$(11+14+18+10)*1.35+15*0.37+16*0.60+19*1.68+20*0.50+3*1.01$
36	LM1.1-Vh-ULS	$(11+14+18+1)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
37	LM1.2-Vh-ULS	$(11+14+18+2)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
38	LM1.3-Vh-ULS	$(11+14+18+3)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
39	LM3.1-Vh-ULS	$(11+14+18+7)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
40	LM3.2-Vh-ULS	$(11+14+18+8)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
41	LM3.3-Vh-ULS	$(11+14+18+9)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
42	LM2.1-Vh-ULS	$(11+14+18+4)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
43	LM2.2-Vh-ULS	$(11+14+18+5)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
44	LM2.3-Vh-ULS	$(11+14+18+6)*1.35+(15+16)*0.15+19*1.68$
45	vH-ULS	$11*0.95+(14+18)*1.00+(15+16+20+21)*0.75+19*0.76$
46	LM1.1-T-vH-ULS	$11*0.95+(14+18)*1.00+15*0.37+16*0.60+19*0.76+20*0.50+10*1.35$
47	LM1.2-T-vH-ULS	$11*0.95+(14+18)*1.00+15*0.37+16*0.60+19*0.76+20*0.50+10*1.35$
48	LM1.3-T-vH-ULS	$11*0.95+(14+18)*1.00+15*0.37+16*0.60+19*0.76+20*0.50+10*1.35$

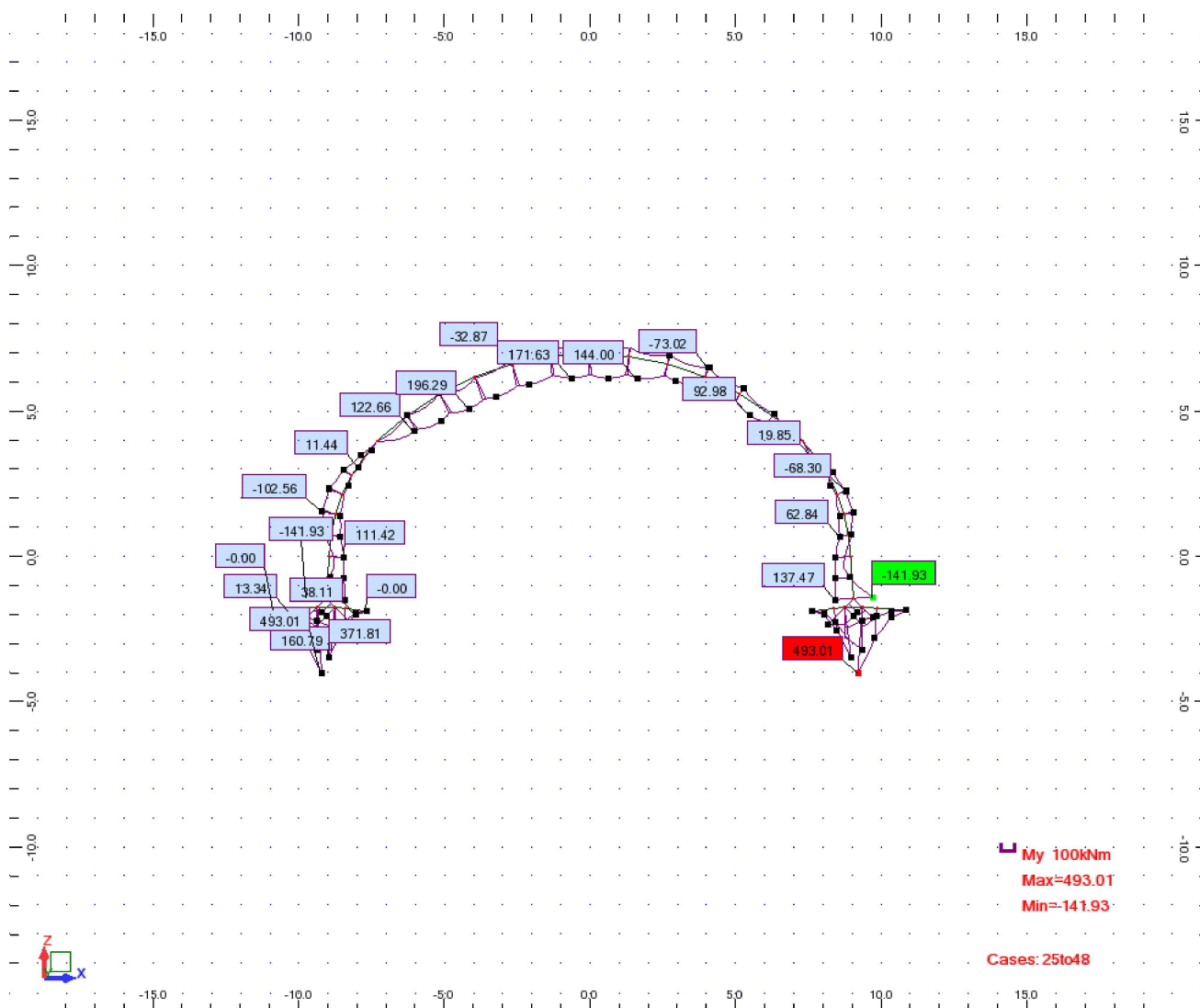
## Kapitola 5

### Obálky vnútorných síl



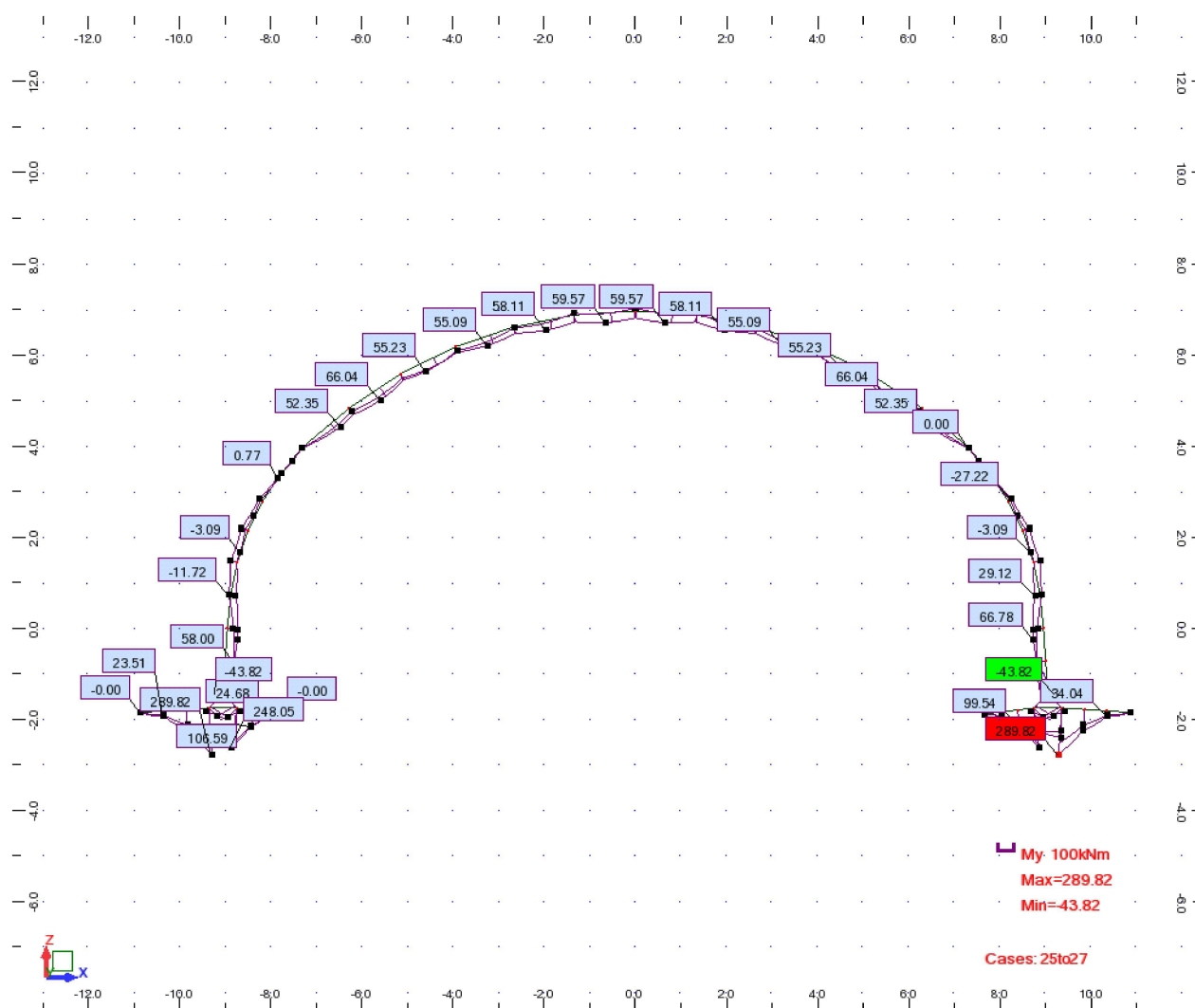
## Obálka ohybových momentov (MSU)

Section	FZ [kNm]	Load Case-Phase	Face
10	575.32	LM3.3-VH-ULS-Service Max	Internal
10	349.82	LM1.1-T-vH-ULS-Service Max	Internal
12	-116.63	vH-ULS-Service Max	External
12	-617.68	LM3.3-Vh-ULS-Service Max	External
16	285.38	vH-ULS-Service Max	Internal
16	-40.75	LM1.2-Vh-ULS-Service Max	External
19	17	vH-ULS-Service Max	Internal
19	-140.27	LM1.3-VH-ULS-Service Max	External
30	88.44	LM3.3-VH-ULS-Service Max	Internal
30	-120.75	LM3.2-Vh-ULS-Service Max	External



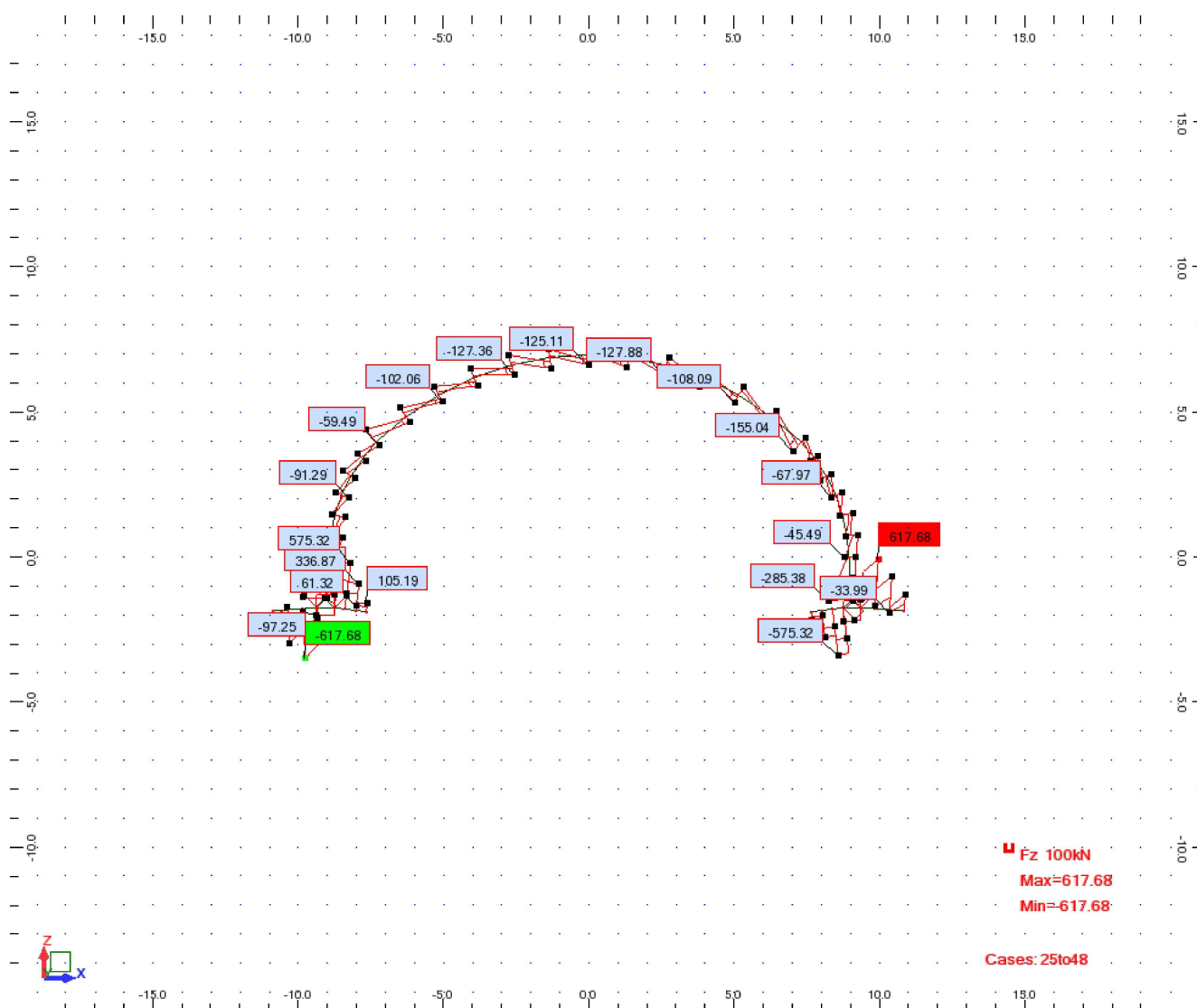
## Obálka ohybových momentov od kvázistálej kombinácie (MSP)

Section	MY [kNm]	Load Case-Phase	Face
10	248.05	VH-SLS-CW-Service Max	Internal
10	99.54	Vh-SLS-CW-Service Max	Internal
12	289.82	Vh-SLS-CW-Service Max	Internal
12	95.84	vH-SLS-CW-Service Max	Internal
16	58	Vh-SLS-CW-Service Max	Internal
16	-43.82	vH-SLS-CW-Service Max	External
19	29.12	VH-SLS-CW-Service Max	Internal
19	-41.48	Vh-SLS-CW-Service Max	External
30	42.65	Vh-SLS-CW-Service Max	Internal
30	-17.24	vH-SLS-CW-Service Max	External



## Obálka šmykových síl (MSU)

Section	FZ [kNm]	Load Case-Phase	Face
10	575.32	LM3.3-VH-ULS-Service Max	Internal
10	349.82	LM1.1-T-vH-ULS-Service Max	Internal
12	-116.63	vH-ULS-Service Max	External
12	-617.68	LM3.3-Vh-ULS-Service Max	External
16	285.38	vH-ULS-Service Max	Internal
16	-40.75	LM1.2-Vh-ULS-Service Max	External
19	17	vH-ULS-Service Max	Internal
19	-140.27	LM1.3-VH-ULS-Service Max	External
30	88.44	LM3.3-VH-ULS-Service Max	Internal
30	-120.75	LM3.2-Vh-ULS-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)	fi.st (mm)	n
10	600	1000	50	50	10	25	4909	10	12	1131	12	8
12	600	1000	50	50	10	25	4909	10	12	1131	12	
16	590	1000	50	40	10	16	2011	10	16	2011	12	
16	590	1000	40	50	10	16	2011	10	16	2011	12	
19	350	1000	50	40	10	16	2011	10	16	2011	12	
19	350	1000	40	50	10	16	2011	10	16	2011	12	
30	370	1000	50	40	10	20	3142	10	16	2011	12	
30	370	1000	40	50	10	16	2011	10	20	3142	12	

i := 1..n

$$S_i := \begin{cases} b_i & \text{if } n_{1_i} > 0 \\ 10000000 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} h_i &:= h \cdot \text{mm} & b_i &:= b \cdot \text{mm} & c_{1_i} &:= c_1 \cdot \text{mm} & c_{2_i} &:= c_2 \cdot \text{mm} \\ A_{s1_i} &:= A_{s1} \cdot \text{mm}^2 & A_{s2_i} &:= A_{s2} \cdot \text{mm}^2 & A_{c_i} &:= h_i \cdot b_i & \text{bar}_i &:= E_{l_i} \end{aligned}$$

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

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

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

h -Výška prierezu

b -Šírka prierezu (1m)

c<sub>1</sub> -Nominálne krytie ťahaný povrch

c<sub>2</sub> -Nominálne krytie tlačný povrch

φ<sub>1</sub> -Priemer ťahanej výstuže

φ<sub>2</sub> -Priemer tlačenej výstuže

φ<sub>st</sub> -Priemer priečnej výstuže

n<sub>1</sub> - Počet prútov ťahaný povrch (na 1m)

n<sub>2</sub> - Počet prútov tlačný povrch (na 1m)

A<sub>1</sub> - Plocha ťahanej výstuže (na 1m)

A<sub>2</sub> - Plocha tlačenej výstuže (na 1m)

e<sub>0</sub> -Excentricita normálovej sily

d -Účinná výška prierezu

z<sub>1</sub> -Rameno ťahanej výstuže

z<sub>2</sub> -Rameno tlačenej výstuže



Bar	MEd (kNm)	NEd (kN)	MEk (kNm)	NEk (kN)	Ved (kN)	Load Case
10	371.8	180.8	248.05	150.39	575.32	LM3.3-VH-ULS-Ser
12	493	30.01	289.82	16.819	617.68	LM3.3-Vh-ULS-Ser
16	137.5	1601	58	1011.1	285.38	LM3.3-Vh-ULS-Ser
16	141.9	981	43.82	996.65	285.38	vH-ULS-Service Ma
19	62.84	954	29.12	988.79	140.27	vH-ULS-Service Ma
19	102.6	1481	41.48	966.08	140.27	LM1.2-Vh-ULS-Serv
30	149.2	1205	42.65	774.67	120.75	LM1.1-Vh-ULS-Serv
30	75.03	881.4	17.24	825.05	120.75	vH-ULS-Service Ma

$M_{Ed}$  -Ohybový moment od zaťaženia MSU

$N_{Ed}$  -Normálová sila od zaťaženia MSU

$M_{Ek}$  -Ohybový moment od zaťaženia MSP

$N_{Ek}$  -Normálová sila od zaťaženia MSP

**Ved - Šmyková sila od zaťaženia MSU**

Výstuž :

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

$\epsilon_{cu3}$  -Pomerné pretvorenie betónu

$\gamma_c$  -Parciálny faktor spoľahlivosti betónu

$\alpha_{cc}$  - Súčiniteľ dlhodobej pevnosti betónu v tlaku

$\eta$  -Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

$\lambda$  -Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej zóny betónu

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

$\gamma_{s\_steel} \equiv 1.15$

$f_{cd}$  -Návrhová pevnosť betónu v tlaku

$E_s := 200\text{GPa}$

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

Hodnoty zobraňované z tabuľky 3.1 EN 1992-1-1:2006

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

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

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

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

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

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

$$f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}) = 3.210 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

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

Charakteristická pevnosť betónu v tlaku v závislosti od veku  $f_{ck\_}(28, f_{cm}, f_{ck}) = 35.000 \cdot \text{MPa}$

### Cl 3.1.2.9

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

$$f_{ctm\_}(f_{ck}, f_{cm}, 20) = 3.094 \cdot \text{MPa}$$

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

$E_{cm}(f_{cm}) = 34545.098 \text{ MPa}$

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

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

$\epsilon_{cu2}(f_{ck}) := \begin{cases} .002 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ .002 + \frac{.085 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} - 50 \right)^{.53}}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$

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

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

$$\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) := \begin{cases} .0035 & \text{if } f_{ck} < 50 \frac{N}{mm^2} \\ .0026 + \frac{35 \cdot \left[ \frac{90 - \frac{f_{ck}}{\frac{N}{mm^2}}}{100} \right]^4}{1000} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

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

## Kapitola 6

### Posúdenie prierezov namáhaných tlakom za ohybu (MSU)



$$\begin{aligned}
 h &:= h & b &:= b & c_1 &:= c_1 & c_2 &:= c_2 \\
 A_{S1} &:= A_{S1} & A_{S2} &:= A_{S2} & A_{Ci} &:= h_i \cdot b_i \\
 \phi_1 &:= \phi_1 & \phi_2 &:= \phi_2 & \phi_{st} &:= \phi_{st} \\
 d_{1i} &:= c_{1i} + \frac{\phi_{1i}}{2} + \phi_{sti} & d_{2i} &:= c_{2i} + \frac{\phi_{2i}}{2} + \phi_{sti} \\
 z_{1i} &:= 0.5 \cdot h_i - d_{2i} & z_{2i} &:= -0.5 \cdot h_i + d_i & d_i &:= h_i - d_{1i} \\
 e_{oi} &:= \max\left(\frac{h_i}{30}, 20\text{mm}\right) \\
 M_{Edi} &:= M_{Ed} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & N_{Edi} &:= N_{Ed} \cdot \text{kN} \\
 M_{Edi} &:= M_{Edi} + |N_{Edi} \cdot e_{oi}|
 \end{aligned}$$

$n$  - Počet posudzovaných prútov  
 $h$  - Výška prierezu  
 $b$  - Šírka prierezu (1bm)  
 $c_1$  - Krytie výstuže pri ťahanom vlákne  
 $c_2$  - Krytie výstuže pri tlačennom vlákne  
 $M_{Ed}$  - Návrhová hodnota momentu od zaťaženia  
 $N_{Ed}$  - Návrhová hodnota normálovej sily od zaťaženia  
 $\phi_1$  - Priemer ťahovej výstuže  
 $\phi_2$  - Priemer tlakovej výstuže  
 $\phi_{st}$  - Priemer priečnej výstuže  
 $n_1$  - Počet prútov ťahovej výstuže na 1bm  
 $n_2$  - Počet prútov tlakovej výstuže na 1bm  
 $A_1$  - Plocha ťahovej výstuže na 1bm  
 $A_2$  - Plocha tlakovej výstuže na 1bm  
 $e_o$  - Minimálna výstrednosť tlakovej sily  
 $d$  - Účinná výška prierezu  
 $z_1$  - Rameno vnútorných síl  
 $z_2$  - Rameno vnútorných síl

## MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

### BETÓN:

$$f_{ck} = 35 \cdot \text{MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) = 0.0035$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{cd} = 19.833 \cdot \text{MPa}$$

$$\lambda(f_{ck}) := \begin{cases} .8 & \text{if } f_{ck} \leq 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \left[ .8 - \frac{\left( f_{ck} - 50 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)}{400 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f_{ck}$  - Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku  
 $\varepsilon_{cu3}$  - Pomerné pretvorenie betónu v tlaku  
 $\gamma_c$  - Súčiniteľ spoľahlivosti betónu  
 $\alpha_{cc}$  - Súčiniteľ dlhodobej spoľahlivosti betónu  
 $\eta$  - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu  
 $\lambda$  - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej zóny betónu  
 $f_{cd}$  - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

### VÝSTUŽ : B500B

$$E_s = 2 \times 10^5 \cdot \text{MPa} \quad \varepsilon_{yd} = 0.002174$$

$$f_{yd} = 434.8 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_s := 1.15$$

$f_{yk}$  - Charakteristická pevnosť výstuže v ťahu  
 $E_s$  - Modul pružnosti výstuže  
 $\gamma_s$  - Súčiniteľ spoľahlivosti výstuže  
 $f_{yd}$  - Návrhová pevnosť výstuže v ťahu  
 $\varepsilon_{yd}$  - Pomerné pretvorenie výstuže v ťahu

$$\left( \text{bar} \times \frac{\sigma_{s2}}{1000000} \frac{M_{tEd}}{1000} \frac{M_{Rd}}{1000} \text{ Result} \right)$$





## Kapitola 7

### Posúdenie prierezov na medzný stav šírky trhlín (MSP)



## MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Vek betónu  $t := 28$  days

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

Súčiniteľ dotvarovania  $\Phi := 1.5$

$E_s = 200$  GPa

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(f_{cm}) \cdot 0.9} \cdot (1 + \Phi)$$

Súčiniteľ normálovej sily  $k_1 := 1.5$

## VÝPOČET ŠÍRKY TRHLÍN:

$$\rho_1 := \frac{A_{s_i}}{b_i \cdot d_{e_i}} \quad \rho_{2_i} := \frac{A_{scom_i}}{b_i \cdot d_{e_i}}$$

$$A_{s\_min} \cdot \sigma_c = k_c \cdot k \cdot f_{ct\_eff} \cdot A_{ct}$$

$$\sigma_{c_i} := \frac{N_{Ed_i}}{b_i \cdot h_i}$$

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

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

$$f_{ct\_eff}(t) := f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}, t)$$

$$\frac{h}{m} := \frac{h}{m}$$

Charakteristická pevnosť betónu v ťahu v čase  $f_{ct\_eff}(t) = 3.21$  MPa

$$k(h) := \begin{cases} 1 & \text{if } h \leq 300 \\ 1 - h \cdot 0.0004375 & \text{if } 300 < h \leq 800 \\ .65 & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

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

$$x_{uncracked_i} := \frac{b_i \cdot \frac{(h_i \cdot m)^2}{2} + b_i \cdot d_{e_i} \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (\rho_i \cdot d_{e_i} + \rho_{2_i} \cdot d_{2_i})}{b_i \cdot h_i \cdot m + b_i \cdot d_{e_i} \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (\rho_i + \rho_{2_i})}$$

Bar	kt	Doba trvania zaťaženia
10	0.4	long
12	0.4	long
16	0.4	long
16	0.4	long
19	0.4	long
19	0.4	long
30	0.4	long
30	0.4	long

**Moment zotrvačnosti prierezu bez trhlín  $I_{u_i}$**

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

**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:**

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

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

$$I_{c\_transformed_i} := \frac{b_i \cdot (x_{c_i})^3}{3} + \alpha_e \cdot \rho_{2_i} \cdot b_i \cdot d_{e_i} \cdot (x_{c_i} - d_{2_i})^2 + \alpha_e \cdot \rho_i \cdot b_i \cdot d_{e_i} \cdot (d_{e_i} - x_{c_i})^2$$

**Napätie v betóne pri ťahanom 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 pri ťahanom 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 ťahaná plocha betónu:**

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

$$\rho_{p\_eff_i} := \frac{A_{s_i}}{A_{c\_eff_i}}$$

**Súčiniteľ súdržnosti výstuže  $K_1 := .8$  Cl 7.2**

**Súčiniteľ rozdelenia pomerného pretvorenia  $K_2 := 0.5$**

$K_3 := 3.4$

$K_4 := .425$

$$\left( \text{bar} \frac{M_{cr}}{1000} \frac{M_e}{1000} \frac{\sigma_{concrete}}{1000000} \frac{\sigma_{steel}}{1000000} W_k \cdot 1000 \right)$$

## Kapitola 8

### Posúdenie prierezov namáhaných šmykom za ohybu (MSU)



### PRVKY BEZ POTREBY ŠMYKOVÉHO VYSTUŽENIA:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### ŠMYKOVÁ ODOLNOSŤ PRIEREZU BEZ ŠMYKOVEJ VÝSTUŽE:

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

## PRVKY SO ŠMYKOVÝM VYSTUŽENÍM:

### VPLYV NORMÁLOVEJ SILY

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

### PODMIENKA PRE $V_{ed} < V_{Rd\_max\_22}$

$$V_{Rd\_max\_22_i} := \alpha_{cw_i} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot d_i$$

### 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 $\theta$

$$\theta_{x_i} := \min \left( \frac{\pi}{4}, \left| 0.5 \cdot \arcsin \left( \frac{V_{ed_i}}{V_{Rd\_max\_45_i}} \right) \right| \right)$$

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

### KONTROLA TLAKOVEJ DIAGONÁLY

$$V_{Rd\_max_i} := \begin{cases} \frac{\alpha_{cw_i} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot 0.9 d_i}{\left( \tan(\theta_i) + \frac{1}{\tan(\theta_i)} \right)} & \text{if } \frac{\alpha_{cw_i} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_i \cdot 0.9 d_i}{\left( \tan(\theta_i) + \frac{1}{\tan(\theta_i)} \right)} \geq V_{ed_i} \\ 0.000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases}$$

### NÁVRH STRMEŇOV A SPŔŇN (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)

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

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





## Kapitola 9

### Návrh výstuže klíbového spoja (MSU)



### a. Návrh šmykovej výstuže v kĺbovom 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  $f_y := 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (CIRA Guide 1 Section 3.5).

$\left( \begin{matrix} P \\ V \end{matrix} \right) :=$					
	<table><tr><th>P (kN)</th><th>Shear stress (kN)</th></tr><tr><td>1613.25</td><td>203.9273</td></tr></table>	P (kN)	Shear stress (kN)	1613.25	203.9273
P (kN)	Shear stress (kN)				
1613.25	203.9273				

ULS Osova sila:  $P_u := P \cdot \text{kN} \quad P_u = 1.613 \times 10^3 \cdot \text{kN}$

Šmyková sila:  $V := V \cdot \text{kN}$

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

Potrebná plocha výstuže  $A := \frac{V_{\text{enhanced}}}{f_y} \quad A = 1342 \text{ mm}^2$

### b. Návrh tlakovej výstuže

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.

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

$\xi \equiv .7$  odporúčaný súčiniteľ

$\gamma_m \equiv .87$

Čiastočný bezpečnostný factor pre pevnosť

$P_u = 1.613 \times 10^3 \cdot \text{kN}$  ULS osová sila

Potrebná plocha výstuže  $A_{\text{burs}} = 2596 \text{ mm}^2$

## Kapitola 10

### Napätie v základovej špáre (MSU)



Bar	Reaction (kN)	Case	L	n1	n2
8	117.15	LM3.3-VH-ULS-Service Max	3.2	8	16
9	240.5	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
10	246.04	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
11	311.09	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
12	377.29	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
13	342.36	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
14	338.76	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
15	166.88	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
45	166.88	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
46	338.76	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
47	342.36	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
48	377.29	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
49	311.09	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
50	246.04	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
51	240.5	LM3.3-VH-ULS-Service Max			
52	117.15	LM3.3-VH-ULS-Service Max			

Šírka základu:

$$L := L_m$$

Priemerna dĺžka elementu

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

Suma reakcii pod ľavou časťou

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

$$F_{under\_Lfooting} = 2140.070 \cdot \text{kN}$$

Suma reakcii pod pravou časťou

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

$$F_{under\_Rfooting} = 2140.070 \cdot \text{kN}$$

Priemerne napätie v základovej špáre  $P_{ave\_L} := \frac{F_{under\_Lfooting}}{L \cdot 1m}$

$$P_{ave\_L} = 668.772 \cdot \frac{\text{kN}}{m^2}$$

$$P_{ave\_R} := \frac{F_{under\_Rfooting}}{L \cdot 1m}$$

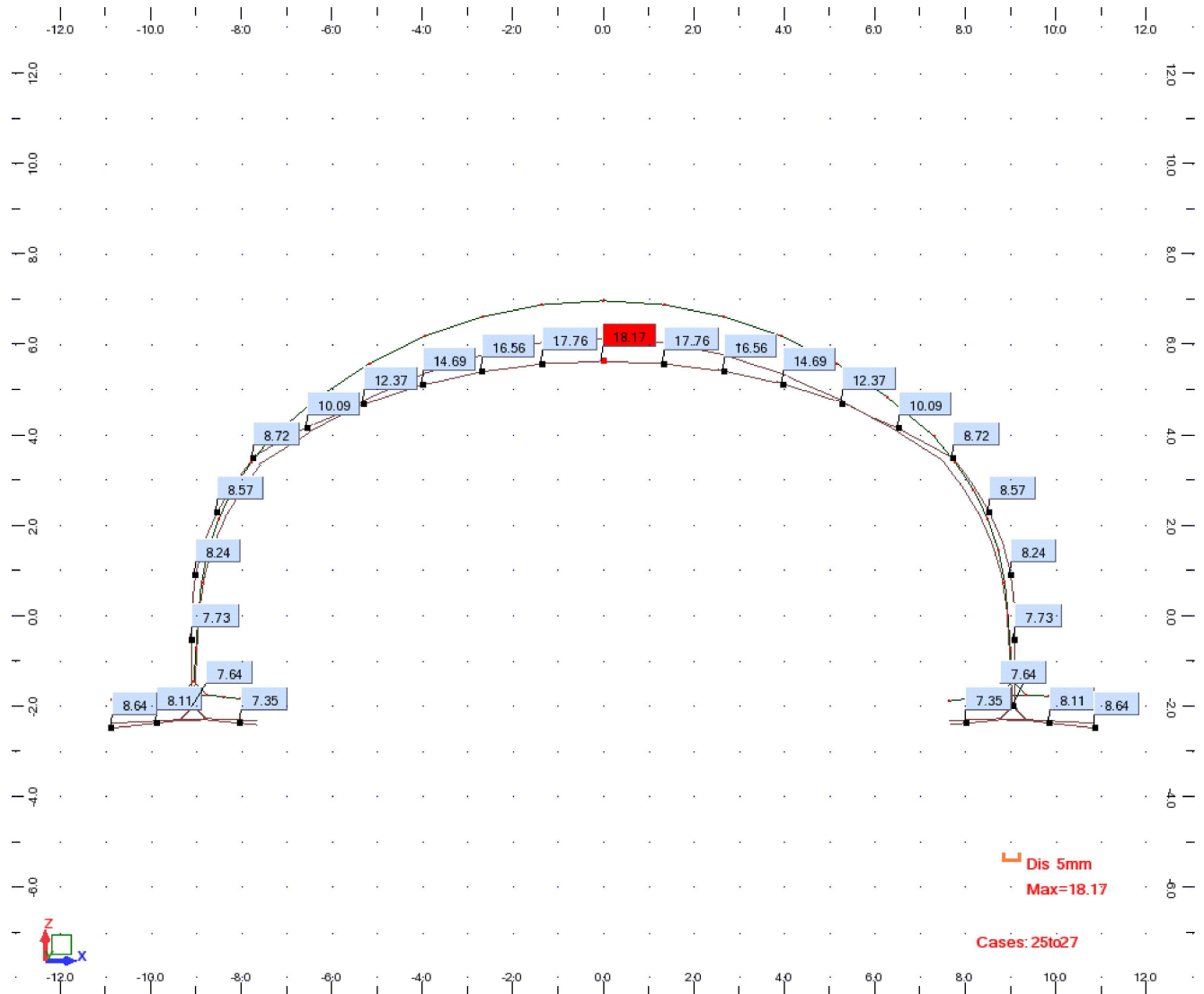
$$P_{ave\_R} = 668.772 \cdot \frac{\text{kN}}{m^2}$$

## Kapitola 11

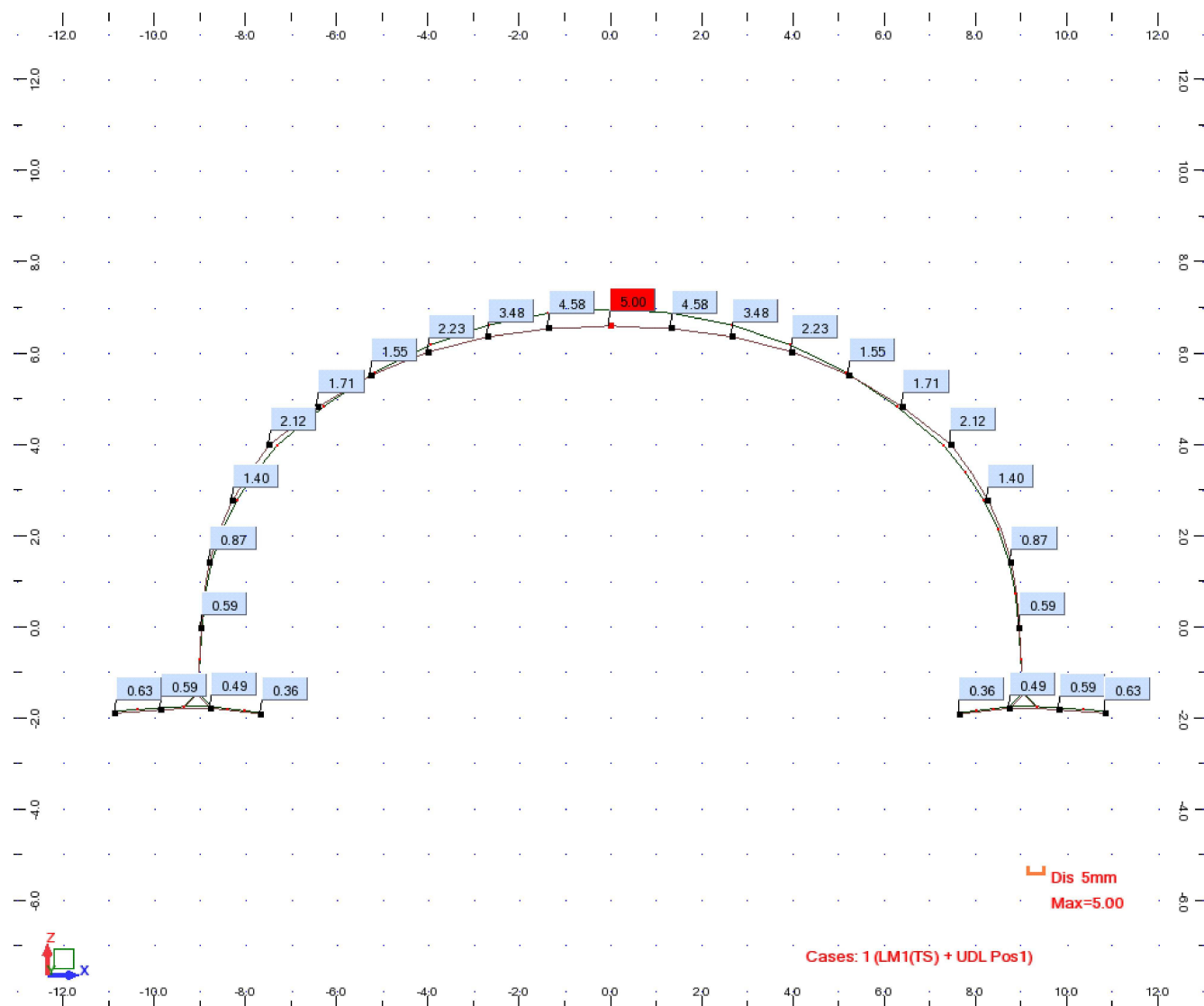
### Extrém deformácie od náhodilého zaťaženia (MSP)



## Deformácie od kvázistálej kombinácie



## Deformácie od LM1



**Město Cheb**

**Přemostění trati Schirnding-Cheb, Červený most**

**SO 201 PŘESÝPANÝ MOST PŘES TRAŤ č.179  
SCHIRNDING - CHEB**

**Statický výpočet - založení**



## OBSAH

<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU .....</b>	<b>3</b>
1.1. STAVBA A ČÍSLO OBJEKTU.....	3
1.2. NÁZEV MOSTU.....	3
1.3. EVIDENČNÍ ČÍSLO MOSTU: CH-04.....	3
1.4. KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ, OBEC, KRAJ .....	3
1.5. STAVEBNÍK .....	3
1.6. SPRÁVCE.....	3
1.7. PROJEKTANT .....	3
1.8. POZEMNÍ KOMUNIKACE .....	3
1.9. BOD KŘÍŽENÍ .....	3
1.10. STANIČENÍ NA MOSTĚ BEZ STANIČENÍ.....	3
1.11. PŘEMOŠTOVANÁ PŘEKÁŽKA .....	3
<b>2. PODKLADY A NORMY.....</b>	<b>4</b>
<b>3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ZÁSADY STATICKÉHO VÝPOČTU .....</b>	<b>4</b>
<b>5. PARAMETRY MATERIÁLŮ.....</b>	<b>5</b>
5.1. ZEMINY .....	5
5.2. MATERIÁL SLOUPU TI (ODHADOVANÉ PARAMETRY) .....	5
<b>6. ROZDOSIL DO SLOUPŮ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE .....</b>	<b>5</b>
<b>7. POSOUZENÍ SLOUPU TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE .....</b>	<b>7</b>
<b>8. ZÁVĚR .....</b>	<b>9</b>



## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

### 1.1. Stavba a číslo objektu

Název stavby: Přemostění trati Schirnding-Cheb, Červený most  
Číslo objektu: 201

### 1.2. Název mostu

Název mostu: Přesýpaný most přes trať č. 179 Schirnding - Cheb

1.3. Evidenční číslo mostu: CH-04

### 1.4. Katastrální území, obec, kraj

Katastrální území: Cheb [650 919]  
Háje u Chebu [636 576]  
Obec: Cheb  
Kraj: Karlovarský

### 1.5. Stavebník

Název: Město Cheb  
Adresa sídla: náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14, 350 20 Cheb

### 1.6. Správce

Název: Město Cheb  
Adresa sídla: náměstí krále Jiřího z Poděbrad 1/14, 350 20 Cheb

### 1.7. Projektant

Název: Stráský, Hustý a partneři s.r.o.  
Adresa sídla: Bohunická 50, 619 00 Brno  
Zodpovědný projektant: Ing. Libor Hrdina (ČKAIT 100 4317)

### 1.8. Pozemní komunikace

Návrhová kategorie: stezka pro pěší - volná šířka 1,50m  
Stezka pro cyklisty – volná šířka 2,00m  
Výhledově místní komunikace

### 1.9. Bod křížení

Most CH-04: Železniční trať Schirnding – Cheb  
 $Y = 887\,720,220$     $X = 1\,023\,573,681$

### 1.10. Staničení na mostě

bez staničení

### 1.11. Přemost'ovaná překážka

Železniční trať č. 179  
Staničení křížení s mostem: žkm 150,45  
Úhel křížení s mostem 91,9g  
Volná výška 7,187 (6,50m + rezerva 0,687m)

## 2. PODKLADY A NORMY

- [1] Hauser J.: Přemostění trati Cheb – Schirnding, Červený most. IG rešerše, GEOSTAR, spol. s r.o., říjen 2019
- [2] Hauser J., Zachař A.: Inženýrskogeologický průzkum pro Červený most, přemostění tratě Cheb – Schirnding, GEOSTAR, spol. s r.o., červenec 2024
- [3] Sabol S.: Statický výpočet. Přemostění trati Schirnding-Cheb, Červený most, SO 201 – Most přes trať č.179. Objekt ABM ARCH\_64WX225R, ABM mosty, duben 2023
- [4] ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- [5] ČSN 73 1004 Navrhování základových konstrukcí – Stanovení požadavků pro výpočetní metody

## 3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY

Z hlediska geologického patří území k třetihorní Chebské pánvi, která je tu tvořena „cyprisovým“ souvrstvím neogenních jíílů a jíilovců s polohami karbonátů a písčitých sedimentů příbřežní facie. Podloží pánve je budováno horninami paleozoika především fylity, fylitickými břidlicemi, droby a slepenci. V kvartérních vrstvách převládají hlinito - písčité sedimenty. Chebská pánev je samostatným hydrogeologickým rajonem číslo 2110, pro nějž je typické střídání průlinových kolektorů (písků) a izolátorů (jíílů).

Povrch lokality je tvořen navážkami převážně charakteru štěrků v místě kolejiště či štěrků hlinitých a jíílů či hlín písčitých v místech svahů podél trati. Původní kvartér pod navážkami je možné zastihnout mimo zářez pro trať a představují ho kypré až středně uhlé písky s příměsí jemnozrnné zeminy a hlíny a jíílů se střední až vysokou plasticitou fluvialní a eolickofluvialní geneze. Hlouběji je geologický profil budován sedimenty terciárního období, kdy se střídají vrstvy jíílů vysoké plasticity s jíílů písčitými tuhé až pevné, převážně pevné konzistence, které spočívají na eluvích ordovických fylitů zvětřalých do hlín s vysokou plasticitou pevné konzistence s četnými úlomky matečné horniny. Směrem do hloubky pak klesá míra rozpadu fylitů od zcela zvětřalých hornin třídy R6 až po mírně zvětřalé horniny třídy R4/R3. V místě kolejiště lze ordovická eluvia očekávat v úrovni 1,0 – 5,0 m pod terénem, přičemž směrem k severu, severozápadu ordovické vrstvy stoupají blíže k povrchu.

Napjatá hladina podzemní vody se v rámci prací inženýrsko-geologického průzkumu [2] nacházela v úrovni 1,6 – 5,3 m pod terénem tedy v úrovni 469,8 – 477,0 m n.m. a je vázaná na původní kvartérní vrstvy nesoudržných zemín. Vrtý průzkumu byly provedeny z nadzářezového povrchu. Dá se očekávat, že hladina vody při bázi zářezu, tedy v místě kolejiště, bude ovlivněna především množstvím srážek a mírou lokálního vsaku a nebude vázaná na hladinu podzemní vody okolního nadzářezového terénu.

## 4. ZÁSADY STATICKÉHO VÝPOČTU

Z důvodů umístění stavby, situačních podmínek a geomorfologických poměrů je Červený most založen na sloupech tryskové injektáže podporujících základové pásy pod prefabrikovanými ŽB segmenty klenby. Zatížení základových pásů je převzato ze statického výpočtu ŽB klenby (Sabol 2023, kapitola 10). S ohledem na geologické poměry pod základy budou sloupy TI nesené především plášťovým třením a jsou navrhovány dle mezní zatěžovací křivky, která je stanovena v souladu s ČSN 73 1004. Červený most je navrhován v místě zářezu, proto předpokládám, že podloží, které již v minulosti prošlo zatížením v rozsahu budoucího násypu je konsolidováno a sedat bude minimálně a ve výpočtu tedy není počítáno s vlivem negativního plášťového tření na sloupy TI:



## 5. PARAMETRY MATERIÁLŮ

### 5.1. Zeminy

#### navážka (Id 0,98)

Objemová tíha :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 38,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 150,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,20$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : nesoudržná  
Modul horiz.stlačitelnosti :  $n_h = 18,00 \text{ MN/m}^3$

#### 3.1 R6 eluvium fylitu F7 MH pevné

Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 25,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 19,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 9,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,40$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 30,50 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

#### 2.1 F8 CH tuhý

Objemová tíha :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 18,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 5,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,42$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 30,00 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

#### 3.1 R5 fylit silně zvětralý

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 12,00 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,40$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 31,00 \text{ kN/m}^3$   
Typ zeminy : soudržná

### 5.2. Materiál sloupu TI (odhadované parametry)

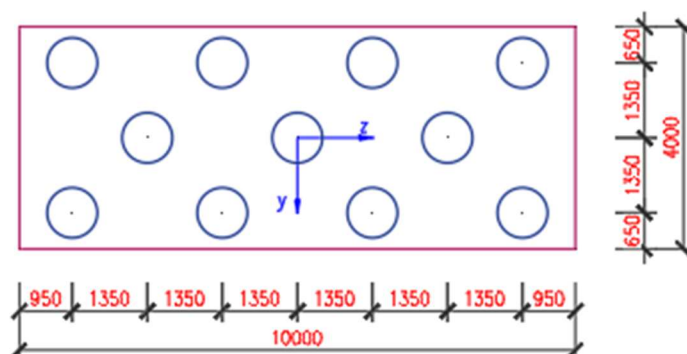
Objemová tíha  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### trysková injektáž

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 7,50 \text{ MPa}$   
Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 0,01 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{cm} = 7500,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti ve smyku  $G = 3000,00 \text{ MPa}$

## 6. ROZNOS SIL DO SLOUPŮ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE

Počítáno zatížení na dilatační celek o délce 10 m.



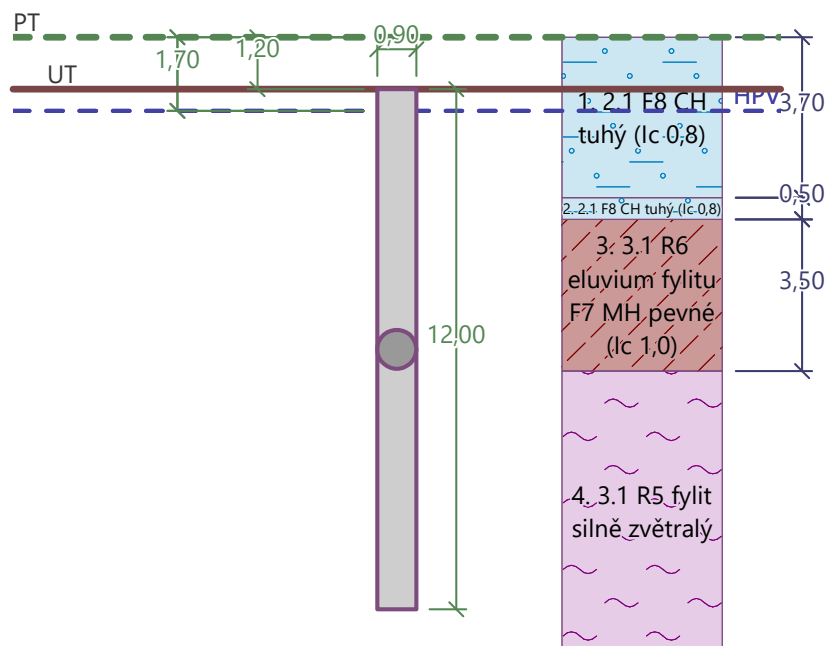
	ULS	SLS
	max N	max N
<b>N</b>	22 312	16 575
<b>Fy</b>	0	0
<b>Fz</b>	0	0
<b>My</b>	0	0
<b>Mz</b>	4644	3450

č.STI	$r_z$ [m]	$r_y$ [m]	$N_i$ [kN]	$N_i$ [kN]
1	4,050	-1,350	1598,4	1187,3
2	1,350	-1,350	1598,4	1187,3
3	-1,350	-1,350	1598,4	1187,3
4	-4,050	-1,350	1598,4	1187,3
5	2,700	0,000	2028,4	1506,8
6	0,000	0,000	2028,4	1506,8
7	-2,700	0,000	2028,4	1506,8
8	4,050	1,350	2458,4	1826,3
9	1,350	1,350	2458,4	1826,3
10	-1,350	1,350	2458,4	1826,3
11	-4,050	1,350	2458,4	1826,3

<b>max <math>N_i</math></b>	2458,4	1826,3
<b>min <math>N_i</math></b>	1598,4	1187,3
<b><math>F_{yi}</math></b>	0,0	0,0
<b><math>F_{zi}</math></b>	0,0	0,0



## 7. POSOUZENÍ SLOUPU TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE



Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3,70	0,00 .. 3,70	2.1 F8 CH tuhý (Ic 0,8)	
2	0,50	3,70 .. 4,20	2.1 F8 CH tuhý (Ic 0,8)	
3	3,50	4,20 .. 7,70	3.1 R6 eluvium fylitu F7 MH pevné (Ic 1,0)	
4	-	7,70 .. ∞	3.1 R5 fylit silně zvětralý	

Charakteristické zatížení: 1826,3 kN

### MEZNÍ ZATĚŽOVACÍ KŘIVKA

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	$E_s$ [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	2,50	2,50	11,10	76,60	72,80
2	2,50	3,00	0,50	17,60	76,60	72,80
3	3,00	6,50	3,50	33,00	97,00	108,00

Stráský, Hustý a partneři s.r.o

Bohunická 50, 619 00 Brno, tel.: +420 547 101 811, mail: [shp@shp.eu](mailto:shp@shp.eu), [www.shp.eu](http://www.shp.eu)



Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	$E_s$ [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
4	6,50	12,00	5,50	73,80	131,00	94,00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku  $m_2 = 1,00$

Regresní součinitel  $e = 957,00$

Limitní sedání piloty  $s_{lim} = 25,0$  mm

Regresní součinitel  $f = 704,00$

#### Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty  $R_{sy} = 2039,18$  kN

Velikost napětí na patě při  $R_{sy}$   $q_0 = 904,20$  kPa

Průměrné plášťové tření  $q_s = 85,86$  kPa

Průměrný sečnový modul deformace  $E_s = 46,50$  MPa

Součinitel přenosu zatížení do paty  $\beta = 0,16$

Příčinkové součinitele sedání :

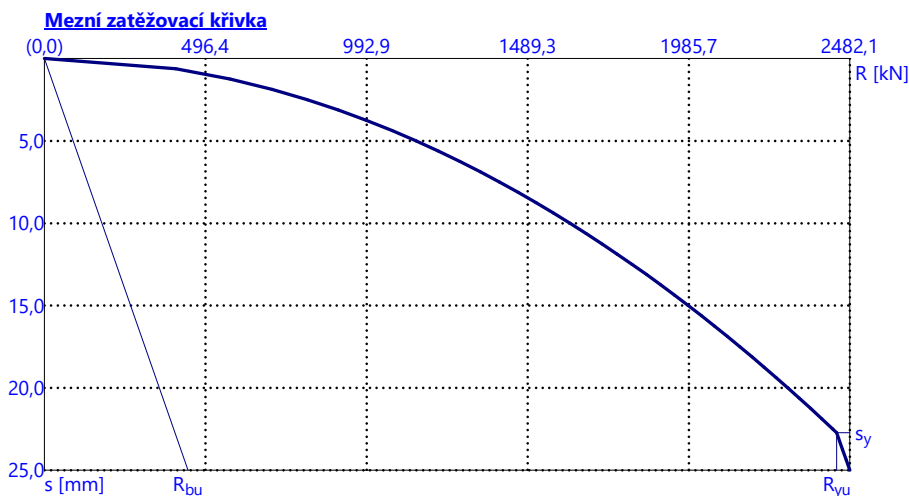
Základní - závislý na poměru  $l/d$   $l_0 = 0,12$

Součinitel vlivu tuhosti piloty  $R_k = 3,34$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy  $R_h = 1,00$

#### Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	809,89
5,0	1145,36
7,5	1402,78
10,0	1619,79
12,5	1810,98
15,0	1983,83
17,5	2142,78
20,0	2290,73
22,5	2429,68
25,0	2482,13



#### Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření  $R_{yu} = 2441,84$  kN

Velikost sedání odpovídající síle  $R_{yu}$   $s_y = 22,7$  mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :

Únosnost paty  $R_{bu} = 442,95$  kN

Celková únosnost  $R_c = 2482,13$  kN

Pro zatížení  $Q = 1826,30$  kN je sednutí piloty 12,7 mm.



## 8. ZÁVĚR

Založení mostu je navrženo na sloupech tryskové injektáže. Sloupy TI jsou navrženy dle ČSN 73 1004 dle mezní zatěžovací křivky. S ohledem na technologii provádění sloupů TI doporučujeme ověření návrhu provedením statické zatěžovací zkoušky na nesystémovém sloupu TI.

**Dokumentace DSP neslouží k realizaci mostu! Realizaci objektu je nutné provádět podle RDS!**

V Brně 05/ 2025

Ing. Kristýna Slováková

