

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	ZAPRACOVÁNÍ PŘÍPOMÍNEK	01/2015
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Ústí nad Labem,
Železničářská 1386/31, 400 03 Ústí nad Labem

Generální projektant:



SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
tel.: +420 267 094 111
fax: +420 224 230 316
e-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:

ING. MILOŠ KRAMEŠ

Garant profese:

ING. TOMÁŠ ŠLAIS

Středisko:

STŘEDISKO 230 - PLZEŇ

Vedoucí střediska:

ING. OTA HELLER

Odpovědný projektant SO, IO, PS:

ING. TOMÁŠ ŠLAIS

Vypracoval:

ING. RASTISLAV SCHREIBER

Kontroloval:

ING. OTA HELLER

Název akce:

**TRAŤ Č. 504A ÚSTÍ N. L. – CHOMUTOV,
ÚSEK MOST – CHOMUTOV**

Číslo smlouvy:

14 068 201

Projektový stupeň:

PROJEKT

Část:

MOSTY, PROPUSTKY A ZDI

Datum:

01/2015

SO 20-02 ŽELEZNIČNÍ MOST V EV. KM 48,735

Číslo části:

E.1.4

Název přílohy:

STATICKÝ VÝPOČET (NK, KŘÍDLO)

Měřítko:

Počet formátů:
100 x A4

Číslo přílohy:

17.1

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 12

Posúdenie návrhu priečnej výstuže (MSU)

Kapitola 13

Posúdenie na únavu (MSP)

Kapitola 14

Posúdenie na obmedzenie napätia v betóne a výstuži (MSP)

Kapitola 15

Návrh a posúdenie krídlových stien (MSU)

Kapitola 16

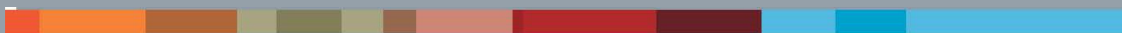
Návrh a posúdenie krídlových stien (MSU)

Kapitola 17

Zaťažiteľnosť mostnej konštrukcie

Kapitola 1

Predpoklady statického výpočtu



Popis konštrukcie:

- Typ: Portal Frame: Opti Cadre 4,5m x 3,1m
- Svetlá výška: 3,1 m
- Svetlý rozpon: 4,5 m
- Hrúbka horného dielca: 300-350 mm
- Hrúbka stenového dielca: 300 mm
- Dĺžka monolitckej pätky: 1000 mm

Materiály:

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

Hodnota nominálneho krytia výstuže pre stupeň vplyvu prostredia XC4 je 45mm.

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 70MPa. 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° .

- $K_0 \text{ max} = 0.60$
- $K_0 \text{ min} = 0.15$
- $K_a = 0.33$

Stále a dlhodobé náhodilé zaťaženia:

- Vlastná tiaž konštrukcie
- Objemová hmotnosť betónu = 25 kN/m^3
- Zvislé zaťaženie zásypovou zeminou
- Objemová hmotnosť zeminy = 20 kN/m^3
- Výška nadnásypu:
 $DOC_{min} = 0.6 \text{ m}$, $DOC_{max} = 0.7 \text{ m}$, $DOC_{cons} = 0.6 \text{ m}$
- Zaťaženie koľajovým lôžkom
- Objemová hmotnosť koľajového lôžka = 22 kN/m^3

Nahodilé krátkodobé zaťaženie:

Zaťaženie koľajovou dopravou

Zvislé zaťaženia:

- Súčiniteľ zaťaženia koľajovej dopravy $\alpha = 1.21$
- Model zaťaženia LM71
- Model zaťaženia SW/2
- Dynamický súčiniteľ : 1,85

Vodorovné zaťaženia:

- Rozjazdové a brzdné sily LM71 ($Q_{lak} = 33 \text{ kN/m} \cdot 5,1 \text{ m}$)
- Rozjazdové a brzdné sily SW/2 ($Q_{lak} = 35 \text{ kN/m} \cdot 5,1 \text{ m}$)
- Odstredivé sily (nie je uvažované - priama koľaj)
- Bočné rázy ($Q_{sk} = 100 \text{ kN}$)
- Zvýšenie zemného tlaku vyvolané pohyblivým zaťažením ($K_a = 0,33$, $K_0 = 0,6$)

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 Rastislav Schreiber
- Dátum: 4/12/2014

Kapitola 2

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

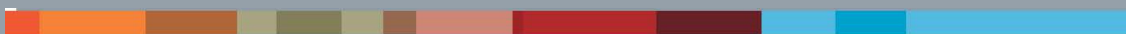
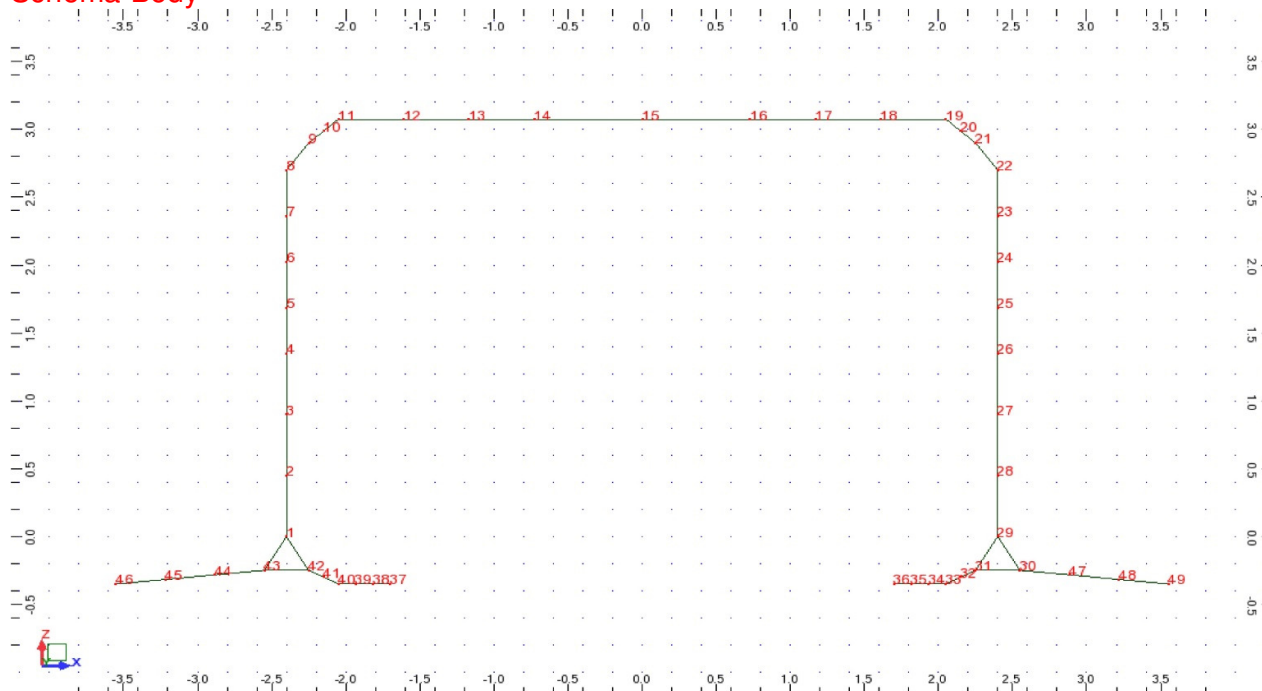
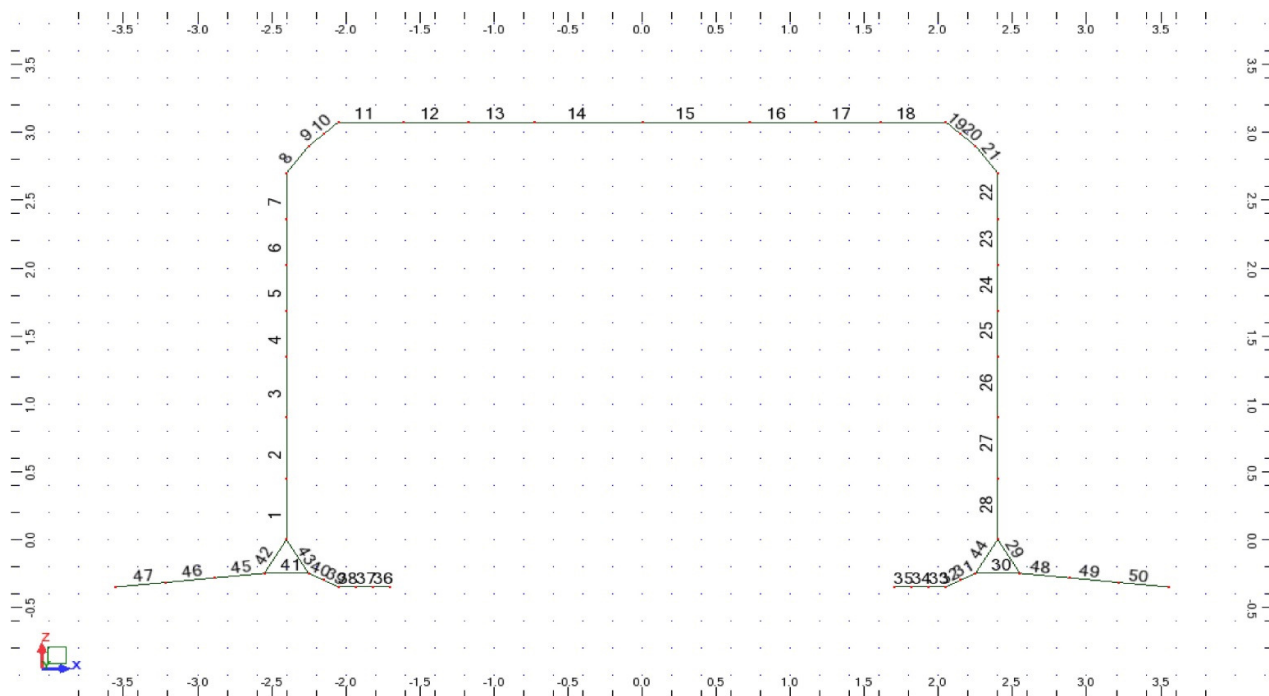


Schéma-Body**Vlastnosti Bodov**

Node	X (m)	Z (m)	Support
1	-2.40	0.0	ADD_Spring_1+
2	-2.40	0.45	ADD_Spring_2+
3	-2.40	0.90	ADD_Spring_3+
4	-2.40	1.35	ADD_Spring_4+
5	-2.40	1.69	ADD_Spring_5+
6	-2.40	2.02	ADD_Spring_6+
7	-2.40	2.36	ADD_Spring_7+
8	-2.40	2.70	ADD_Spring_8+
9	-2.25	2.90	
10	-2.15	2.99	
11	-2.05	3.08	
12	-1.61	3.08	
13	-1.17	3.08	
14	-0.73	3.08	
15	0.0	3.08	
16	0.73	3.08	
17	1.17	3.08	
18	1.61	3.08	
19	2.05	3.08	
20	2.15	2.99	
21	2.25	2.90	
22	2.40	2.70	ADD_Spring_22-
23	2.40	2.36	ADD_Spring_23-
24	2.40	2.02	ADD_Spring_24-
25	2.40	1.69	ADD_Spring_25-
26	2.40	1.35	ADD_Spring_26-
27	2.40	0.90	ADD_Spring_27-
28	2.40	0.45	ADD_Spring_28-
29	2.40	0.0	ADD_Spring_29-
30	2.55	-0.25	ADD_Spring_43
31	2.25	-0.25	ADD_Spring_31
32	2.15	-0.30	ADD_Spring_32
33	2.05	-0.35	ADD_Spring_33
34	1.93	-0.35	ADD_Spring_34
35	1.82	-0.35	ADD_Spring_35

36	1.70	-0.35	ADD_Spring_36
37	-1.70	-0.35	ADD_Spring_36
38	-1.82	-0.35	ADD_Spring_35
39	-1.93	-0.35	ADD_Spring_34
40	-2.05	-0.35	ADD_Spring_33
41	-2.15	-0.30	ADD_Spring_32
42	-2.25	-0.25	ADD_Spring_31
43	-2.55	-0.25	ADD_Spring_43
44	-2.88	-0.28	ADD_Spring_44
45	-3.22	-0.32	ADD_Spring_45
46	-3.55	-0.35	ADD_Spring_46
47	2.88	-0.28	ADD_Spring_44
48	3.22	-0.32	ADD_Spring_45
49	3.55	-0.35	ADD_Spring_46

Schéma prvky



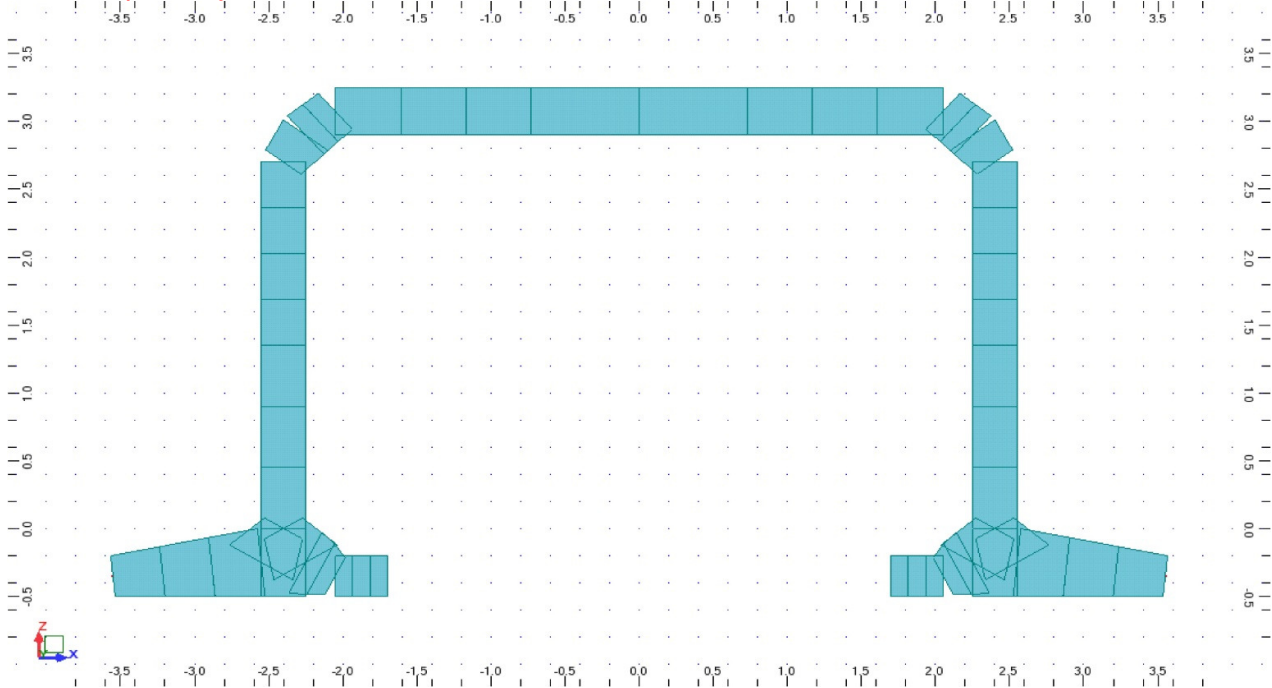
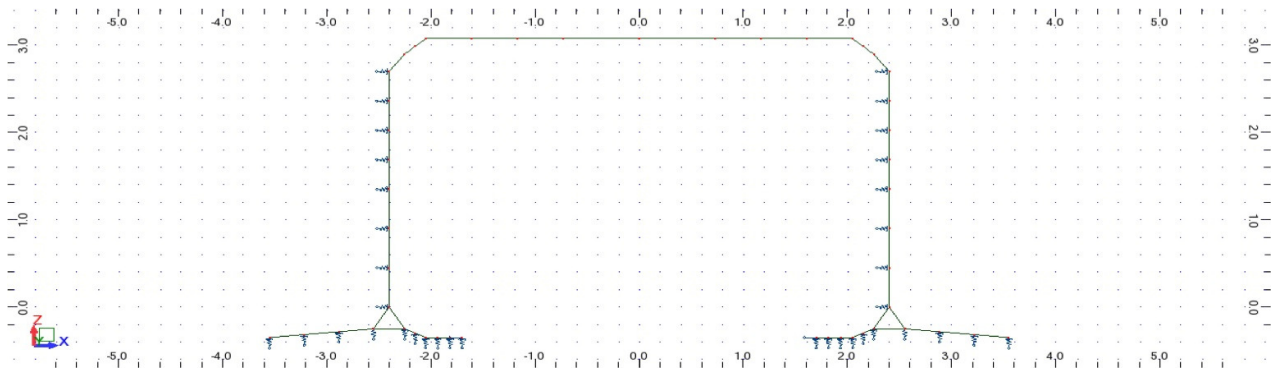
Vlastnosti Prvky

Bar/Node	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	RECT_BF (mm)	RECT_HT (mm)	RECT_TH (mm)
1/ 1	1	2	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
1/ 2	1	2	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
2/ 2	2	3	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
2/ 3	2	3	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
3/ 3	3	4	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
3/ 4	3	4	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
4/ 4	4	5	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
4/ 5	4	5	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
5/ 5	5	6	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0

5/	6	5	6	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
6/	6	6	7	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
6/	7	6	7	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
7/	7	7	8	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
7/	8	7	8	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
8/	8	8	9	ADD 0.3x0.375	C50/60	0.25	1000	300	0.0
8/	9	8	9	ADD 0.3x0.375	C50/60	0.25	1000	375	0.0
9/	9	9	10	ADD 0.375x0.362	C50/60	0.13	1000	375	0.0
9/	10	9	10	ADD 0.375x0.362	C50/60	0.13	1000	362	0.0
10/	10	10	11	ADD 0.362x0.35	C50/60	0.13	1000	362	0.0
10/	11	10	11	ADD 0.362x0.35	C50/60	0.13	1000	350	0.0
11/	11	11	12	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
11/	12	11	12	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
12/	12	12	13	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
12/	13	12	13	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
13/	13	13	14	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
13/	14	13	14	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
14/	14	14	15	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.73	1000	350	0.0
14/	15	14	15	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.73	1000	350	0.0
15/	15	15	16	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.73	1000	350	0.0
15/	16	15	16	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.73	1000	350	0.0
16/	16	16	17	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
16/	17	16	17	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
17/	17	17	18	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
17/	18	17	18	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
18/	18	18	19	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
18/	19	18	19	ADD 0.35x0.35	C50/60	0.44	1000	350	0.0
19/	19	19	20	ADD 0.35x0.362	C50/60	0.13	1000	350	0.0
19/	20	19	20	ADD 0.35x0.362	C50/60	0.13	1000	362	0.0
20/	20	20	21	ADD 0.362x0.375	C50/60	0.13	1000	362	0.0
20/	21	20	21	ADD 0.362x0.375	C50/60	0.13	1000	375	0.0
21/	21	21	22	ADD 0.375x0.3	C50/60	0.25	1000	375	0.0
21/	22	21	22	ADD 0.375x0.3	C50/60	0.25	1000	300	0.0
22/	22	22	23	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0

22/ 23	22	23	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
23/ 23	23	24	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
23/ 24	23	24	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
24/ 24	24	25	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
24/ 25	24	25	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
25/ 25	25	26	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
25/ 26	25	26	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.34	1000	300	0.0
26/ 26	26	27	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
26/ 27	26	27	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
27/ 27	27	28	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
27/ 28	27	28	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
28/ 28	28	29	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
28/ 29	28	29	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.45	1000	300	0.0
29/ 29	29	30	ADD 0.3x0.5	C50/60	0.29	1000	300	0.0
29/ 30	29	30	ADD 0.3x0.5	C50/60	0.29	1000	500	0.0
30/ 30	30	31	ADD 0.5x0.5	C50/60	0.30	1000	500	0.0
30/ 31	30	31	ADD 0.5x0.5	C50/60	0.30	1000	500	0.0
31/ 31	31	32	ADD 0.5x0.421	C50/60	0.11	1000	500	0.0
31/ 32	31	32	ADD 0.5x0.421	C50/60	0.11	1000	421	0.0
32/ 32	32	33	ADD 0.421x0.3	C50/60	0.11	1000	421	0.0
32/ 33	32	33	ADD 0.421x0.3	C50/60	0.11	1000	300	0.0
33/ 33	33	34	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
33/ 34	33	34	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
34/ 34	34	35	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
34/ 35	34	35	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
35/ 35	35	36	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
35/ 36	35	36	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
36/ 37	37	38	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
36/ 38	37	38	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
37/ 38	38	39	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
37/ 39	38	39	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
38/ 39	39	40	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
38/ 40	39	40	ADD 0.3x0.3	C50/60	0.12	1000	300	0.0
39/ 40	40	41	ADD 0.3x0.421	C50/60	0.11	1000	300	0.0

39/	41	40	41	ADD 0.3x0.421	C50/60	0.11	1000	421	0.0
40/	41	41	42	ADD 0.421x0.5	C50/60	0.11	1000	421	0.0
40/	42	41	42	ADD 0.421x0.5	C50/60	0.11	1000	500	0.0
41/	42	42	43	ADD 0.5x0.5	C50/60	0.30	1000	500	0.0
41/	43	42	43	ADD 0.5x0.5	C50/60	0.30	1000	500	0.0
42/	43	43	1	ADD 0.5x0.3	C50/60	0.29	1000	500	0.0
42/	1	43	1	ADD 0.5x0.3	C50/60	0.29	1000	300	0.0
43/	42	42	1	ADD 0.5x0.3	C50/60	0.29	1000	500	0.0
43/	1	42	1	ADD 0.5x0.3	C50/60	0.29	1000	300	0.0
44/	29	29	31	ADD 0.3x0.5	C50/60	0.29	1000	300	0.0
44/	31	29	31	ADD 0.3x0.5	C50/60	0.29	1000	500	0.0
45/	43	43	44	ADD 0.5x0.433	C50/60	0.33	1000	500	0.0
45/	44	43	44	ADD 0.5x0.433	C50/60	0.33	1000	433	0.0
46/	44	44	45	ADD 0.433x0.367	C50/60	0.34	1000	433	0.0
46/	45	44	45	ADD 0.433x0.367	C50/60	0.34	1000	367	0.0
47/	45	45	46	ADD 0.367x0.3	C50/60	0.33	1000	367	0.0
47/	46	45	46	ADD 0.367x0.3	C50/60	0.33	1000	300	0.0
48/	30	30	47	ADD 0.5x0.433	C50/60	0.33	1000	500	0.0
48/	47	30	47	ADD 0.5x0.433	C50/60	0.33	1000	433	0.0
49/	47	47	48	ADD 0.433x0.367	C50/60	0.34	1000	433	0.0
49/	48	47	48	ADD 0.433x0.367	C50/60	0.34	1000	367	0.0
50/	48	48	49	ADD 0.367x0.3	C50/60	0.33	1000	367	0.0
50/	49	48	49	ADD 0.367x0.3	C50/60	0.33	1000	300	0.0

Schéma prierezy**Schéma-Podpory****Vlastnosti-Podpory**

Support name	List of nodes	Support conditions
ADD_Spring_8+	8	KX=5880.00 (kN/m) +
ADD_Spring_43	30 43	KZ=19038.93 (kN/m)
ADD_Spring_44	44 47	KZ=20110.72 (kN/m) +
ADD_Spring_45	45 48	KZ=20110.72 (kN/m) +
ADD_Spring_46	46 49	KZ=10038.93 (kN/m) +
ADD_Spring_31	31 42	KZ=12354.10 (kN/m) +
ADD_Spring_32	32 41	KZ=6708.20 (kN/m) +
ADD_Spring_33	33 40	KZ=7020.00 (kN/m) +
ADD_Spring_34	34 39	KZ=7020.00 (kN/m) +
ADD_Spring_35	35 38	KZ=7020.00 (kN/m) +
ADD_Spring_36	36 37	UX KZ=3480.00 (kN/m) +
ADD_Spring_1+	1	KX=7415.48 (kN/m) +
ADD_Spring_29-	29	KX=7415.48 (kN/m) -
ADD_Spring_2+	2	KX=9000.00 (kN/m) +
ADD_Spring_28-	28	KX=9000.00 (kN/m) -
ADD_Spring_3+	3	KX=9000.00 (kN/m) +
ADD_Spring_27-	27	KX=9000.00 (kN/m) -
ADD_Spring_4+	4	KX=7880.00 (kN/m) +

ADD_Spring_26-	26	KX=7880.00 (kN/m) -
ADD_Spring_5+	5	KX=6750.00 (kN/m) +
ADD_Spring_25-	25	KX=6750.00 (kN/m) -
ADD_Spring_6+	6	KX=6740.00 (kN/m) +
ADD_Spring_24-	24	KX=6740.00 (kN/m) -
ADD_Spring_7+	7	KX=6750.00 (kN/m) +
ADD_Spring_23-	23	KX=6750.00 (kN/m) -
ADD_Spring_22-	22	KX=5880.00 (kN/m) -

Kapitola 3

Zat'azovacie stavy - Schémy

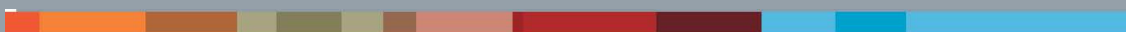
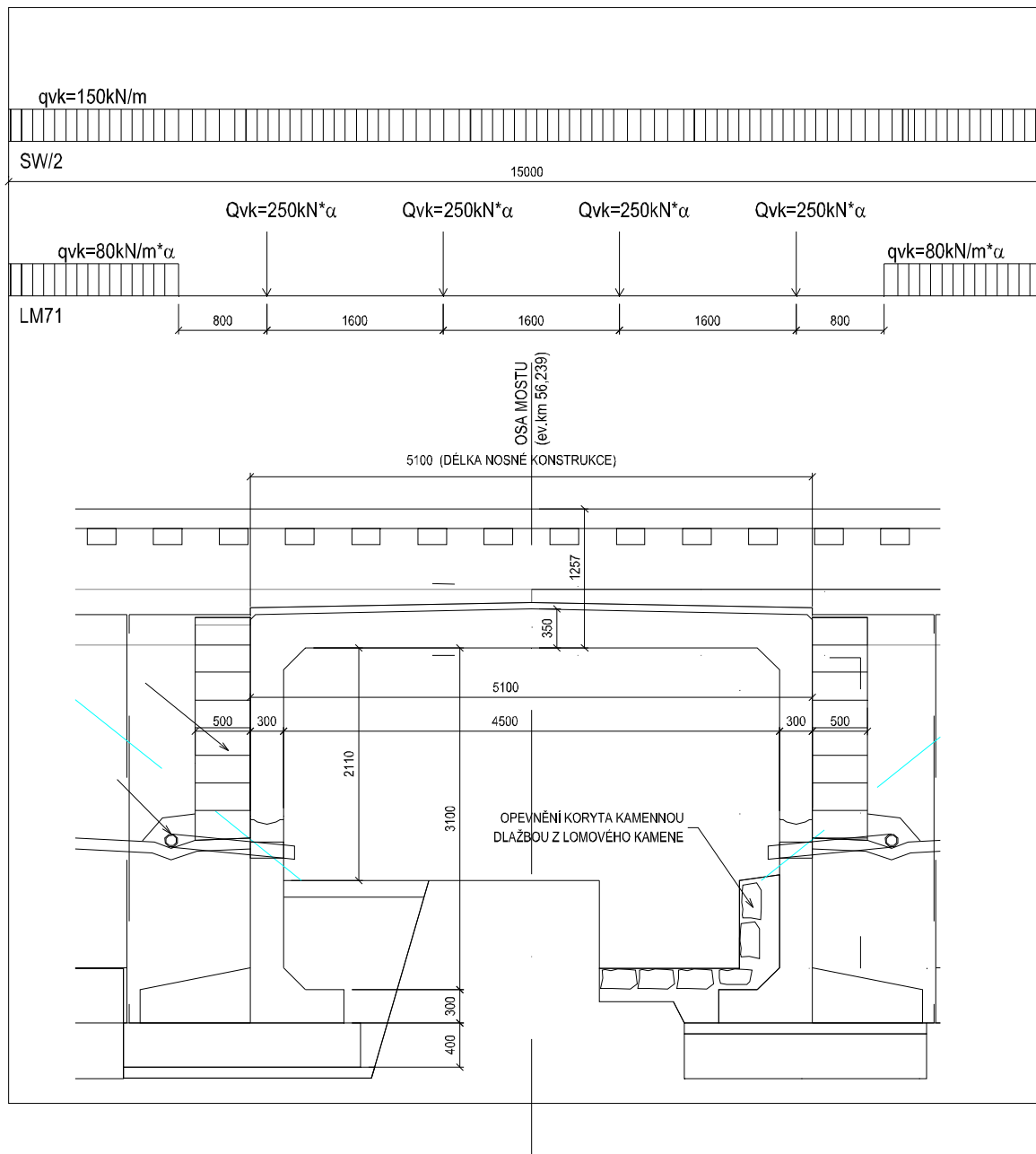
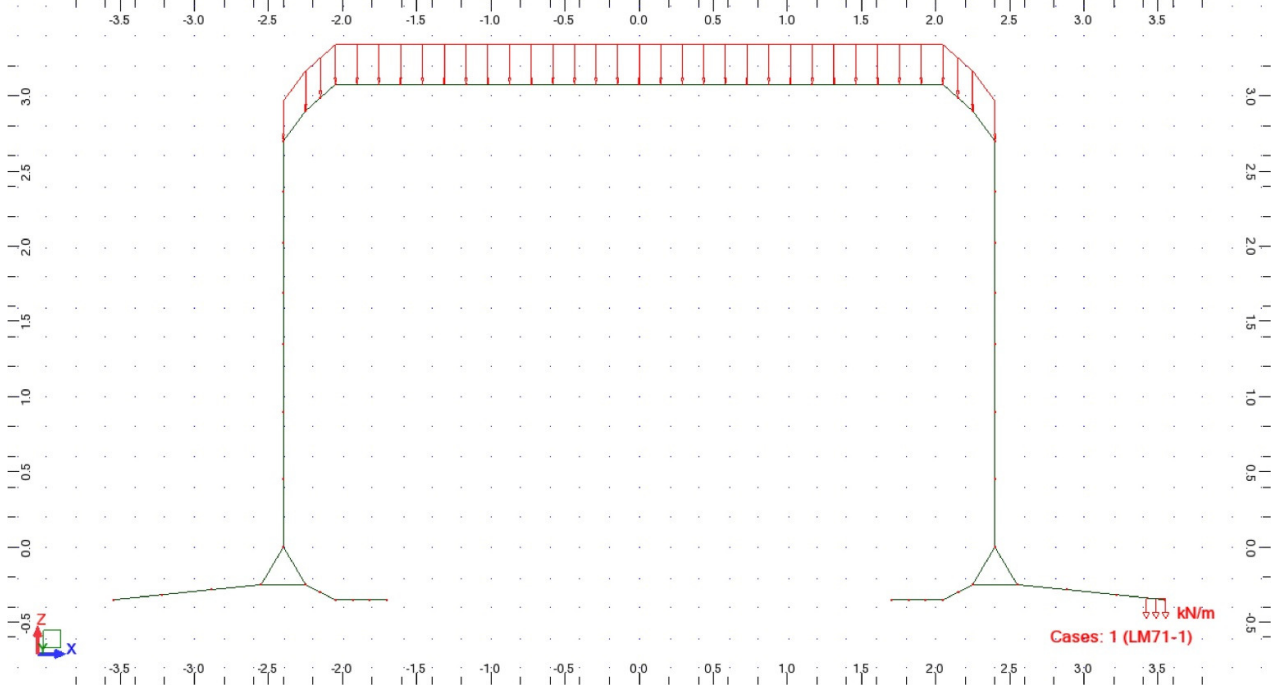
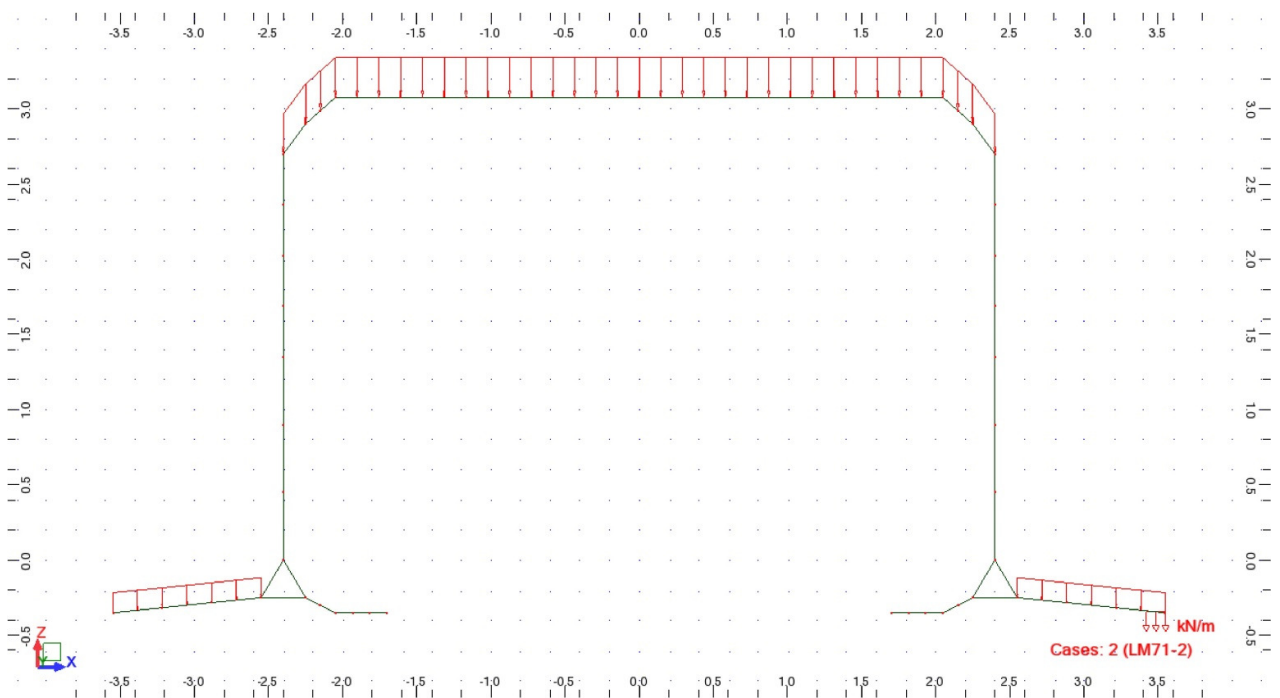


Schéma zat'azenia LM71 ($\alpha=1,21$) a SW/2

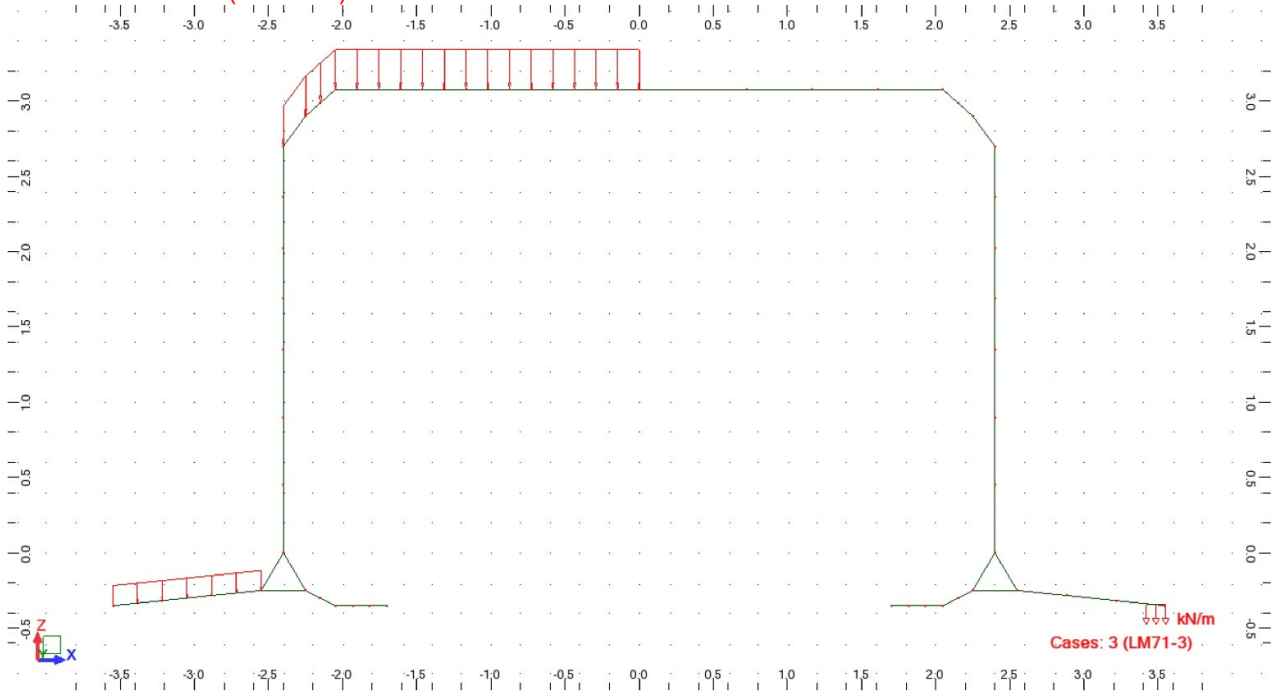
View - Cases: 1 (LM71-1)



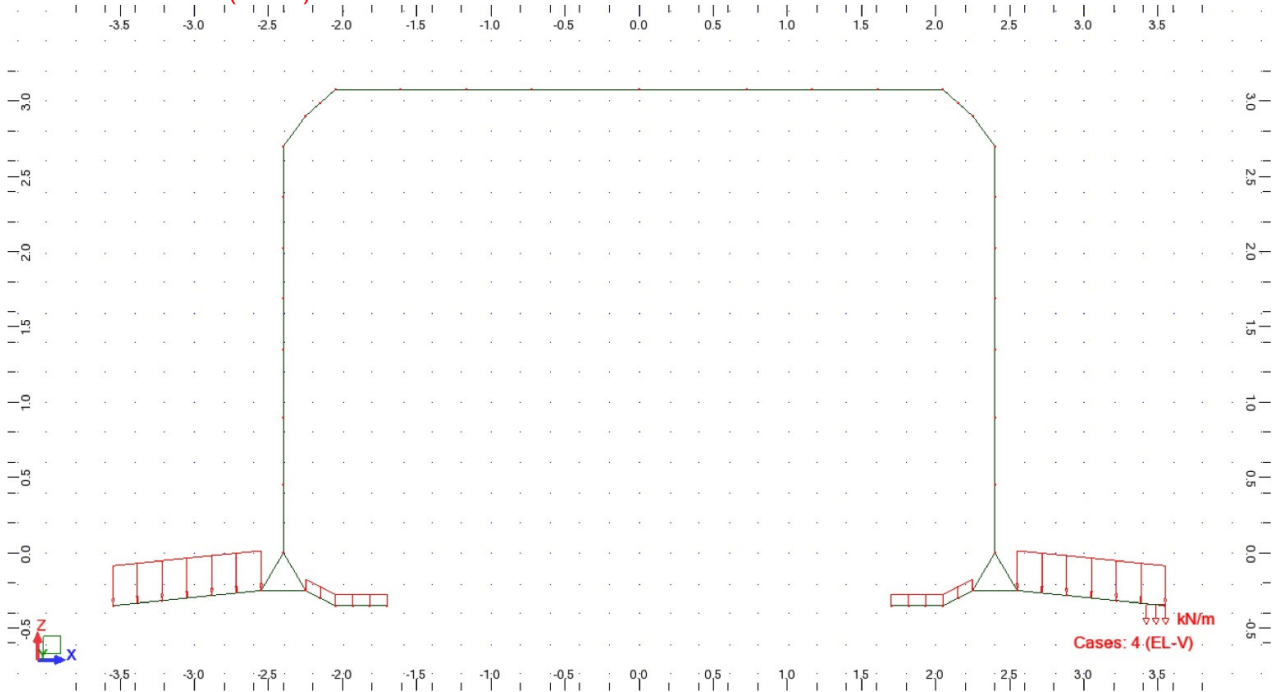
View - Cases: 2 (LM71-2)



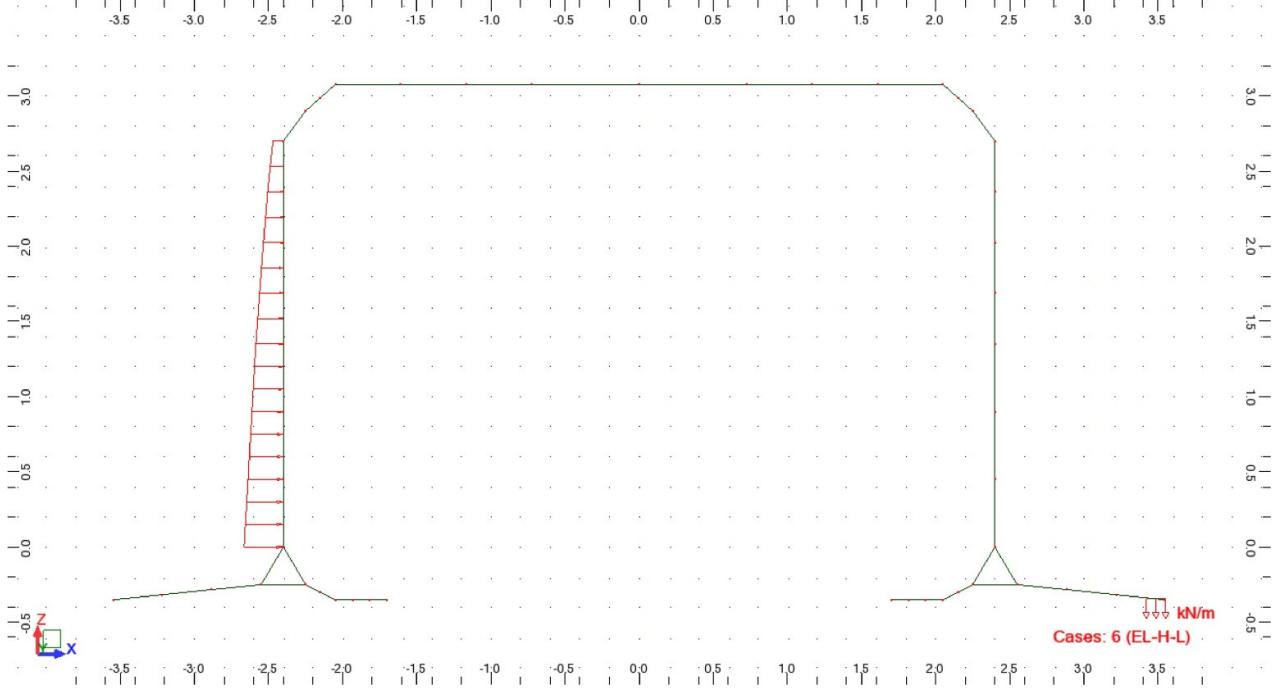
View - Cases: 3 (LM71-3)



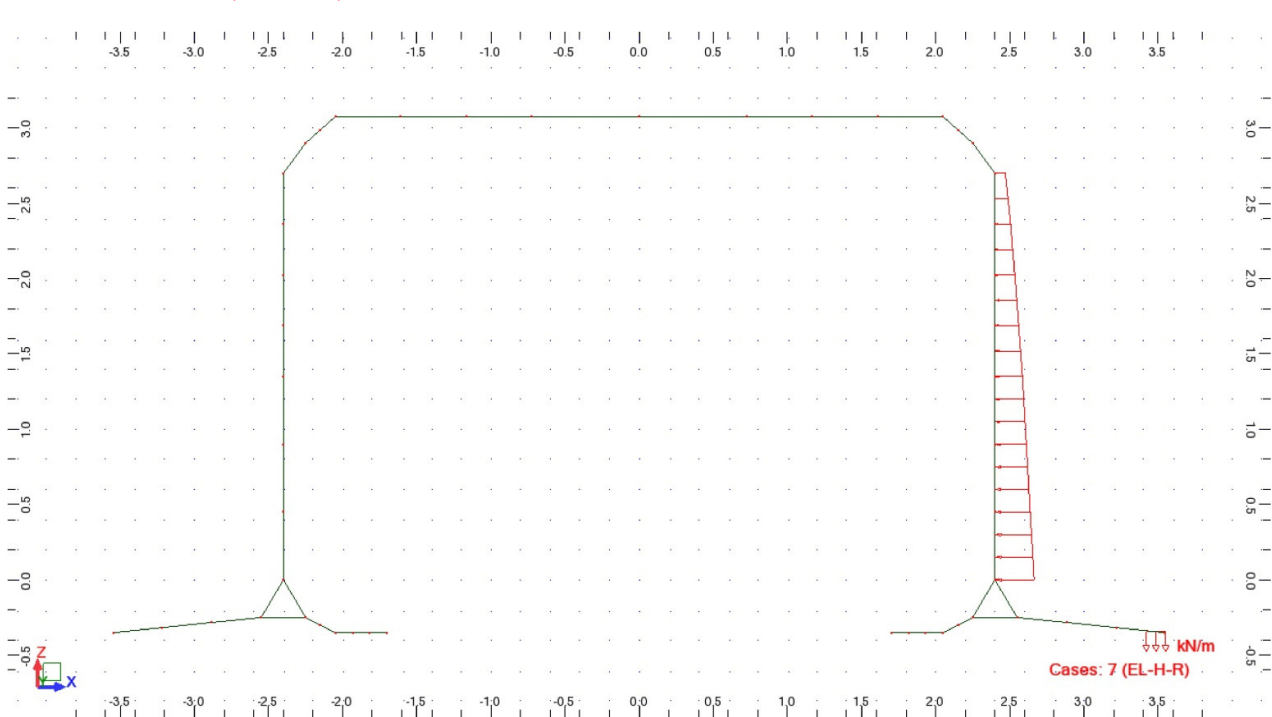
View - Cases: 4 (EL-V)



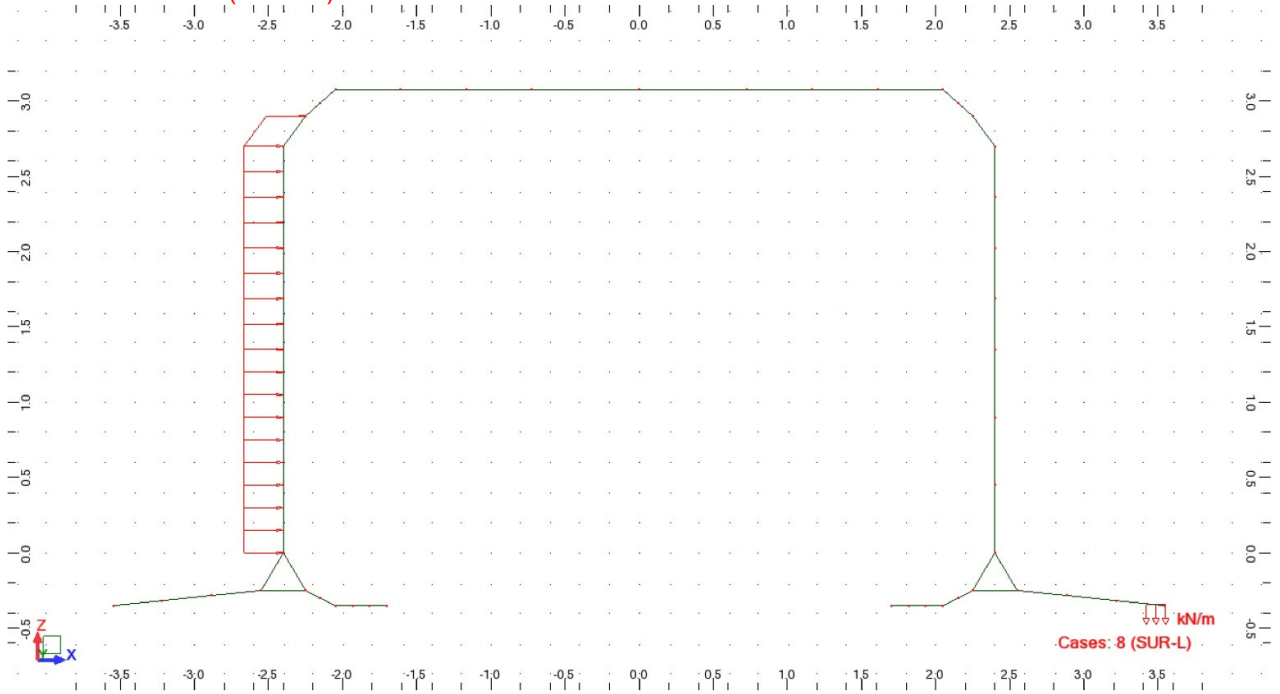
View - Cases: 6 (EL-H-L)



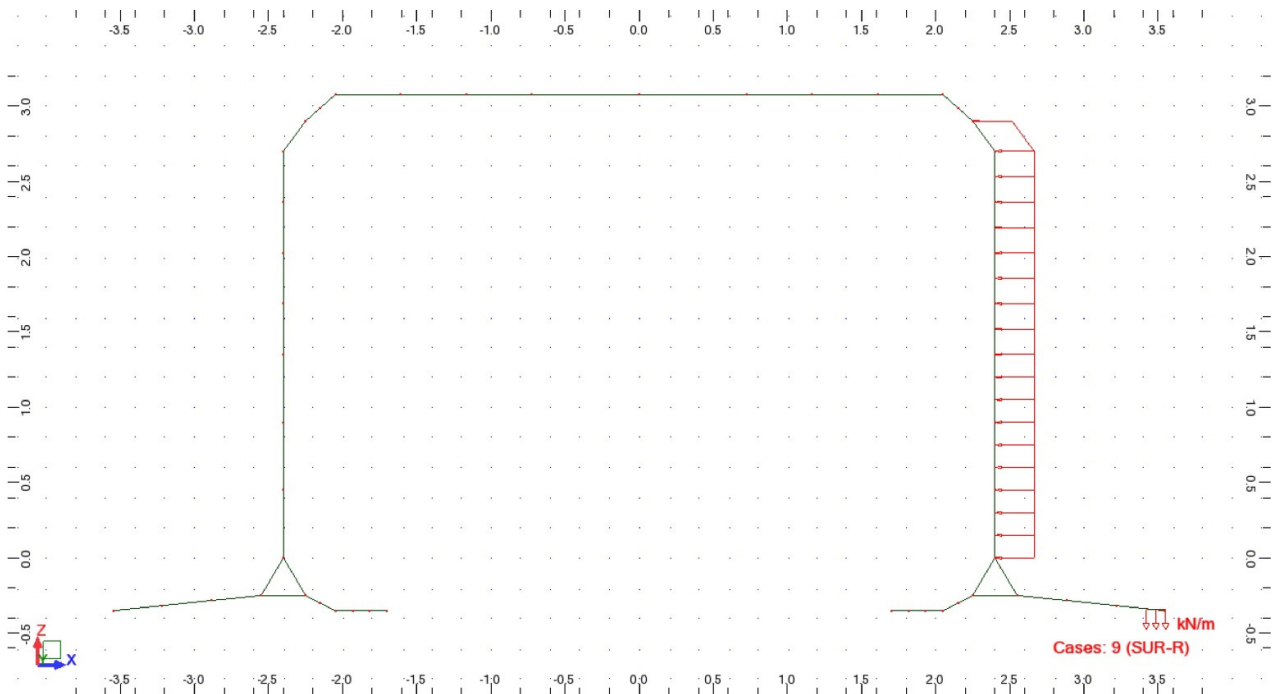
View - Cases: 7 (EL-H-R)



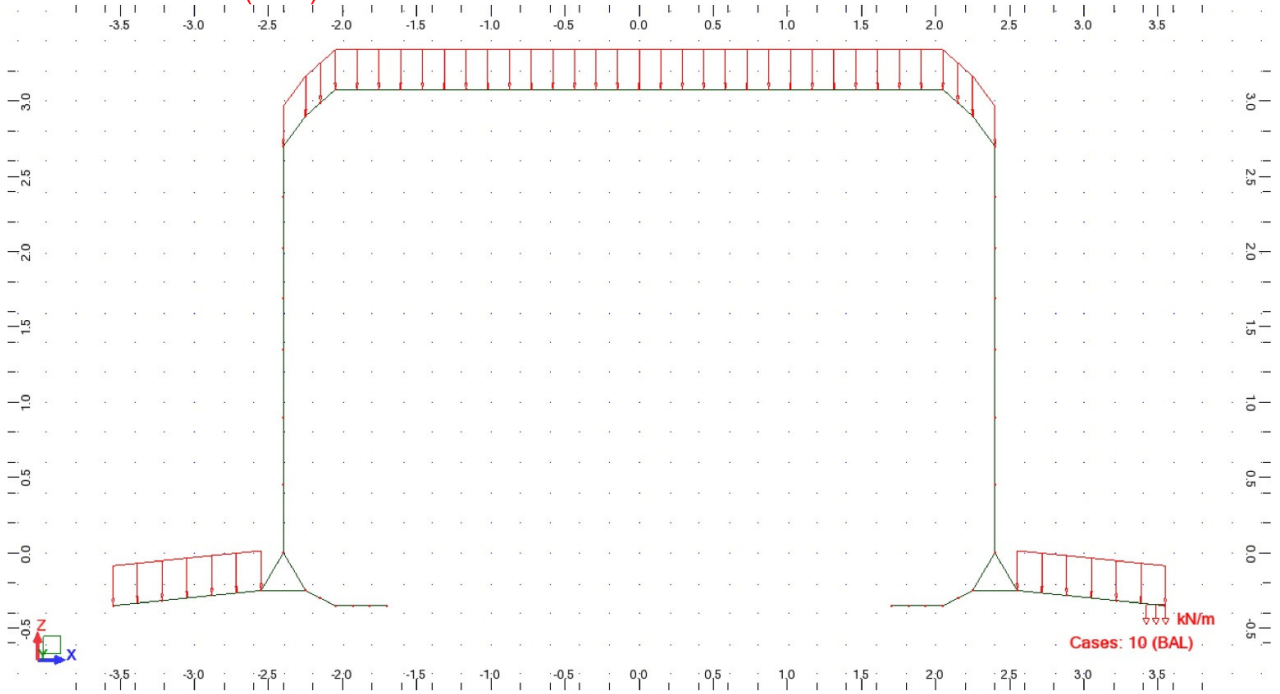
View - Cases: 8 (SUR-L)



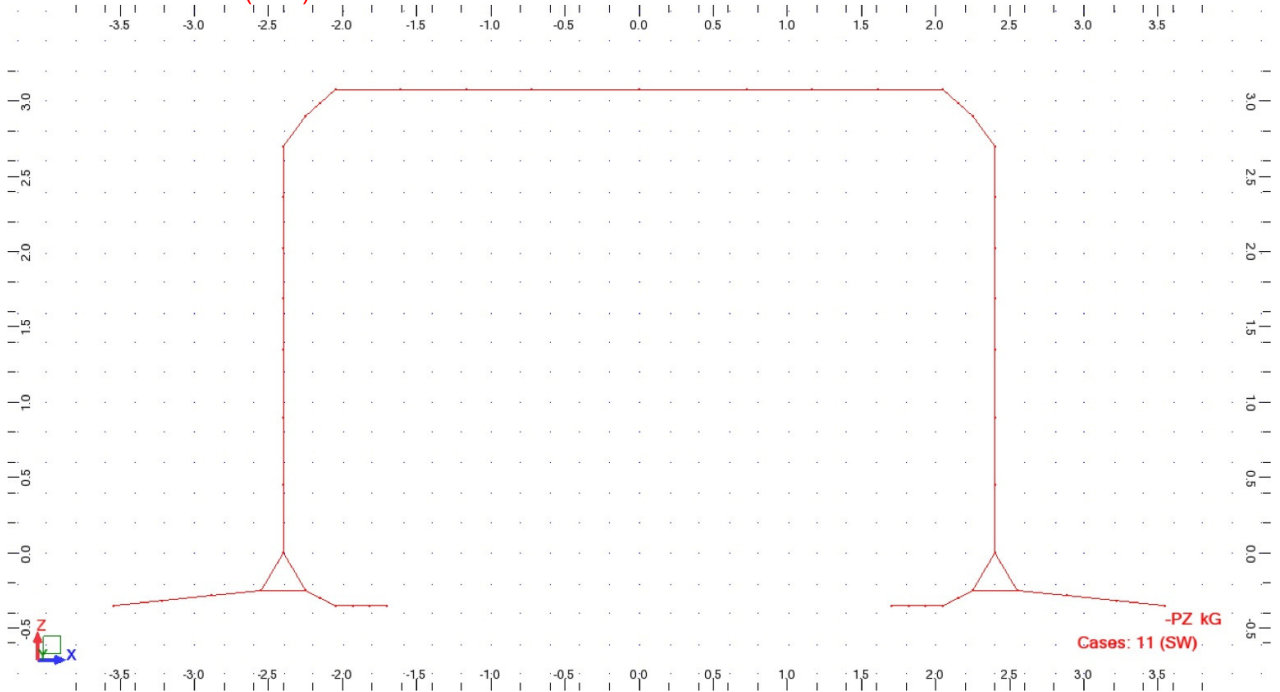
View - Cases: 9 (SUR-R)



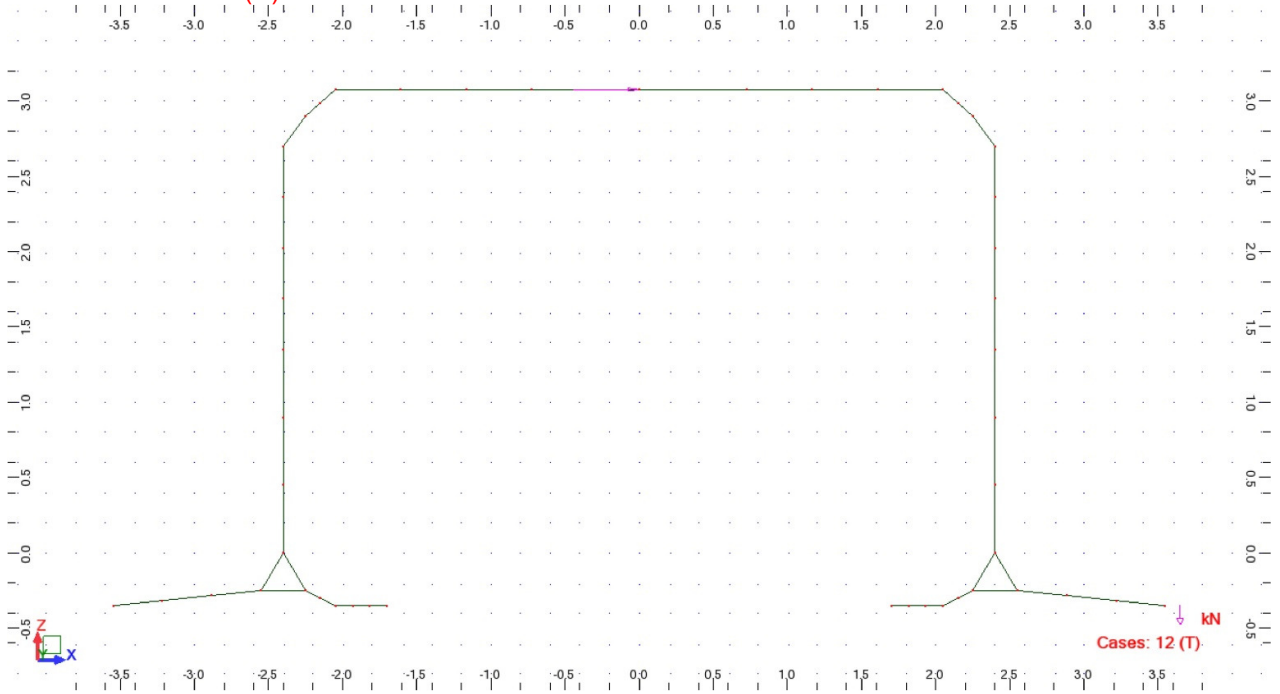
View - Cases: 10 (BAL)



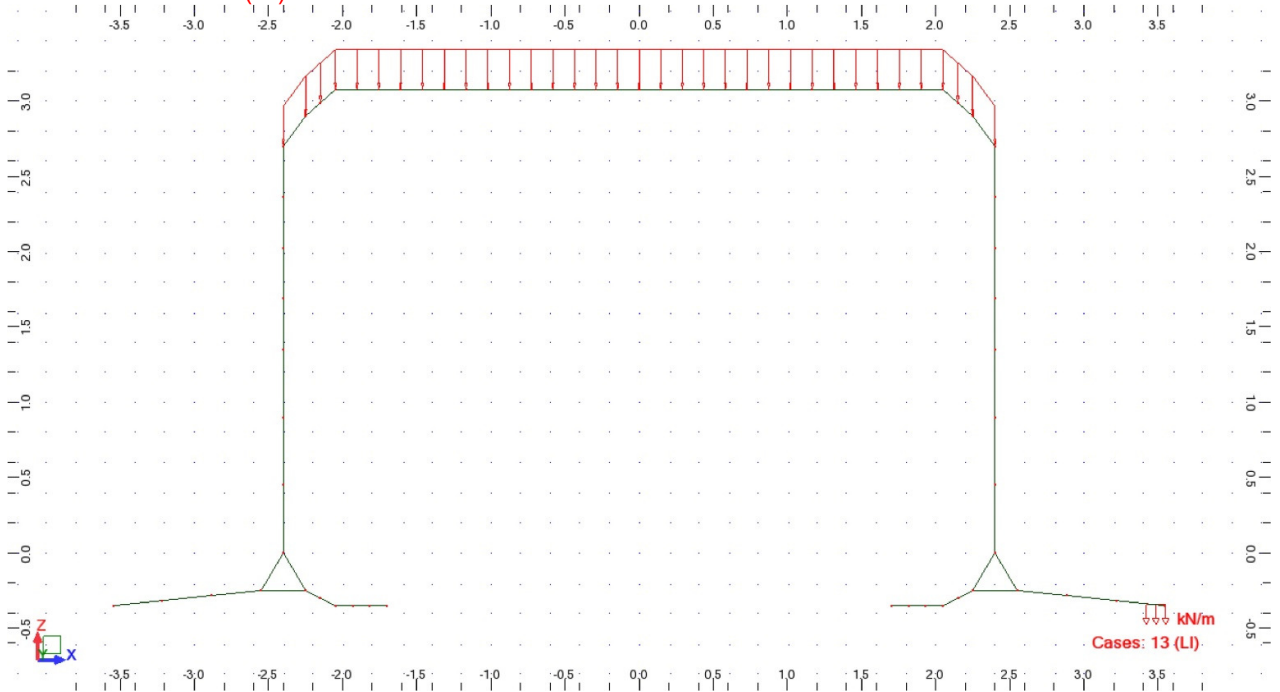
View - Cases: 11 (SW)



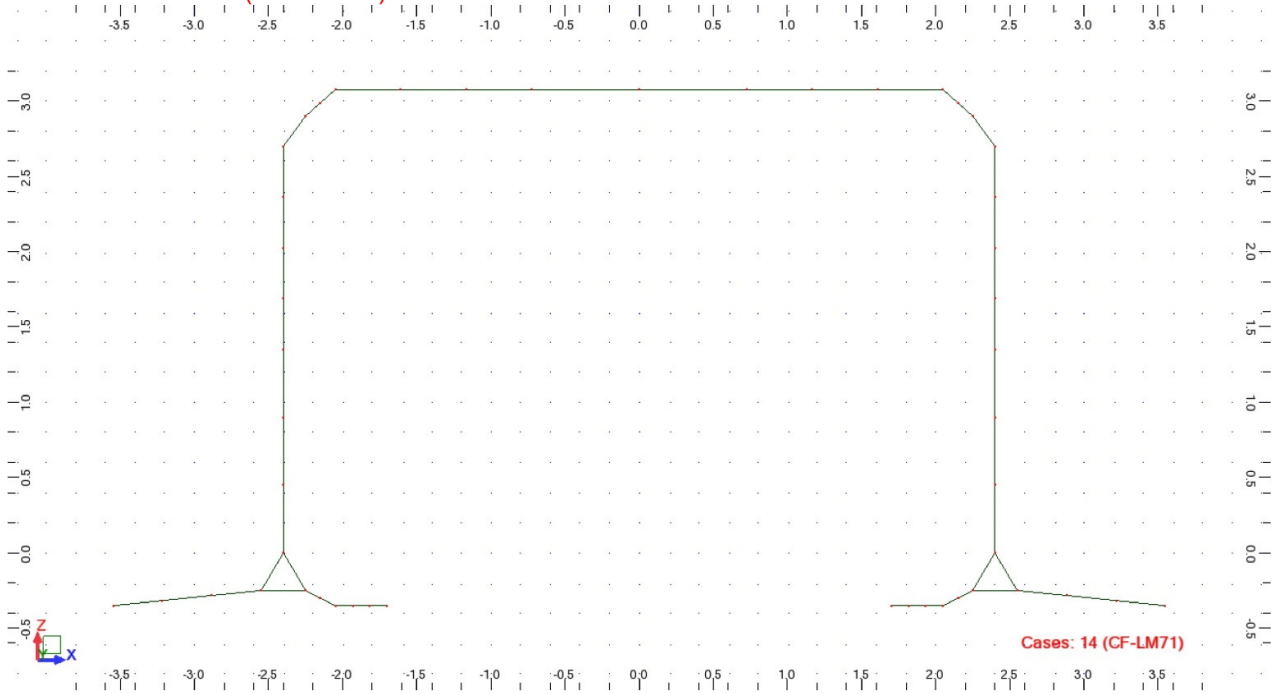
View - Cases: 12 (T)



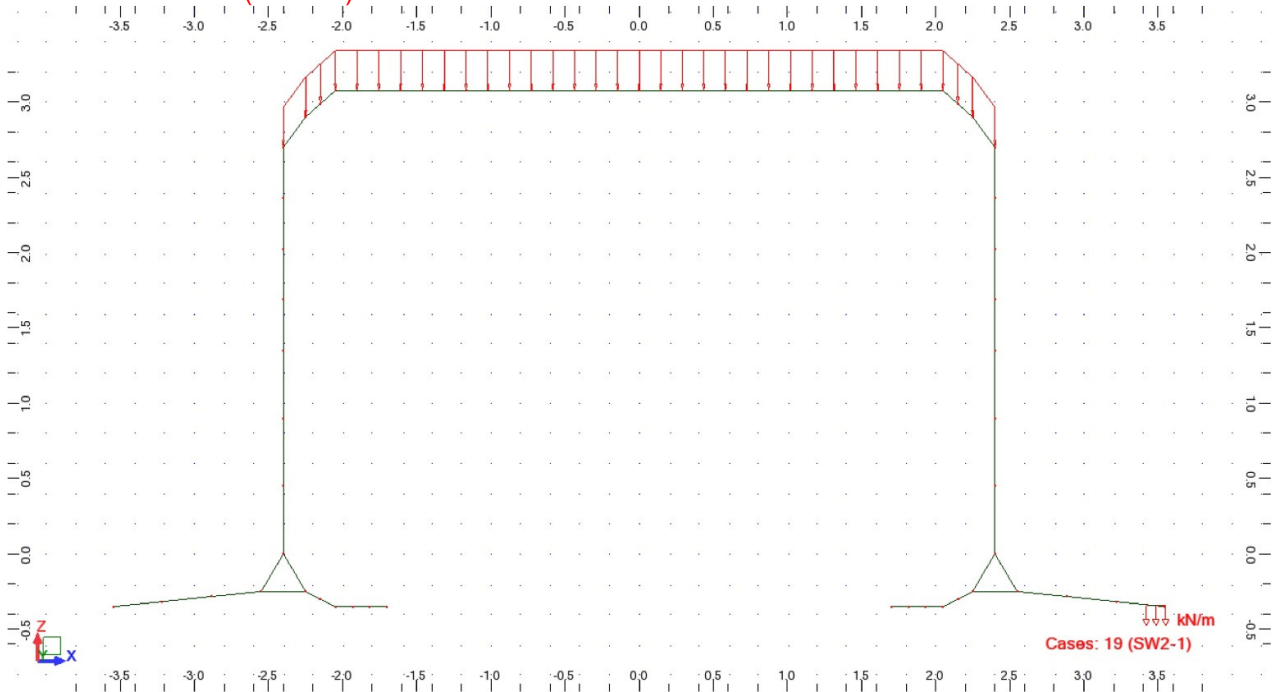
View - Cases: 13 (LI)



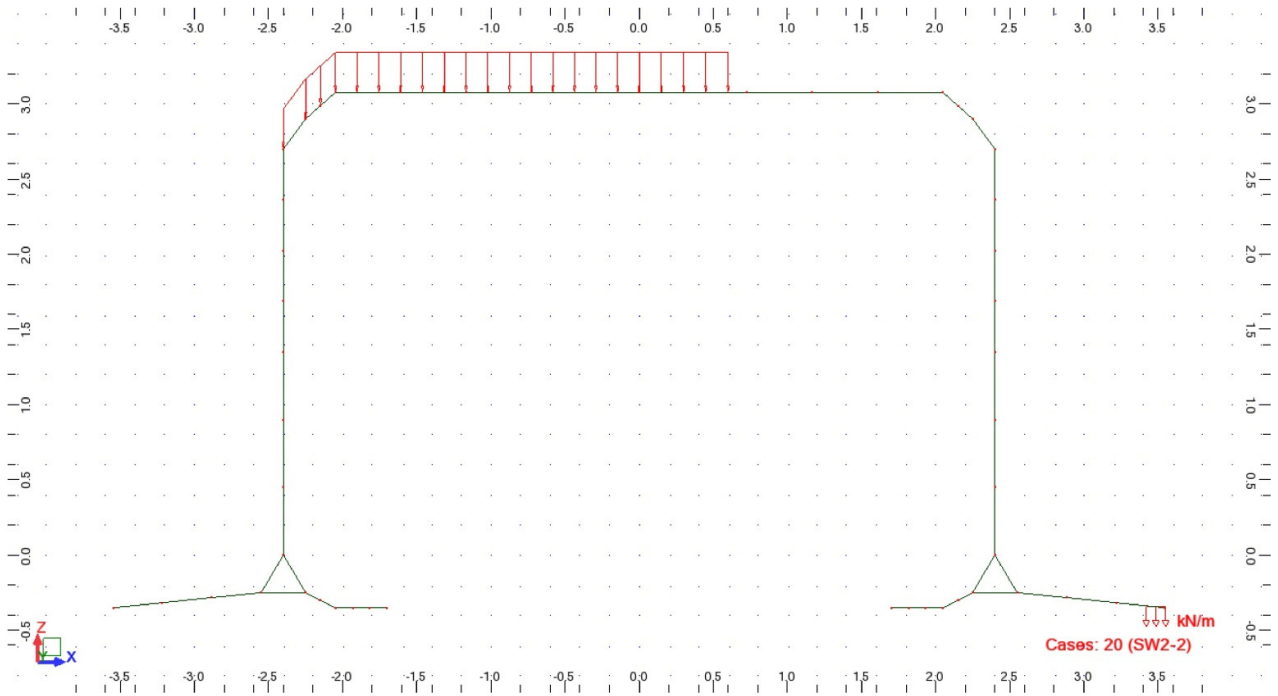
View - Cases: 14 (CF-LM71)



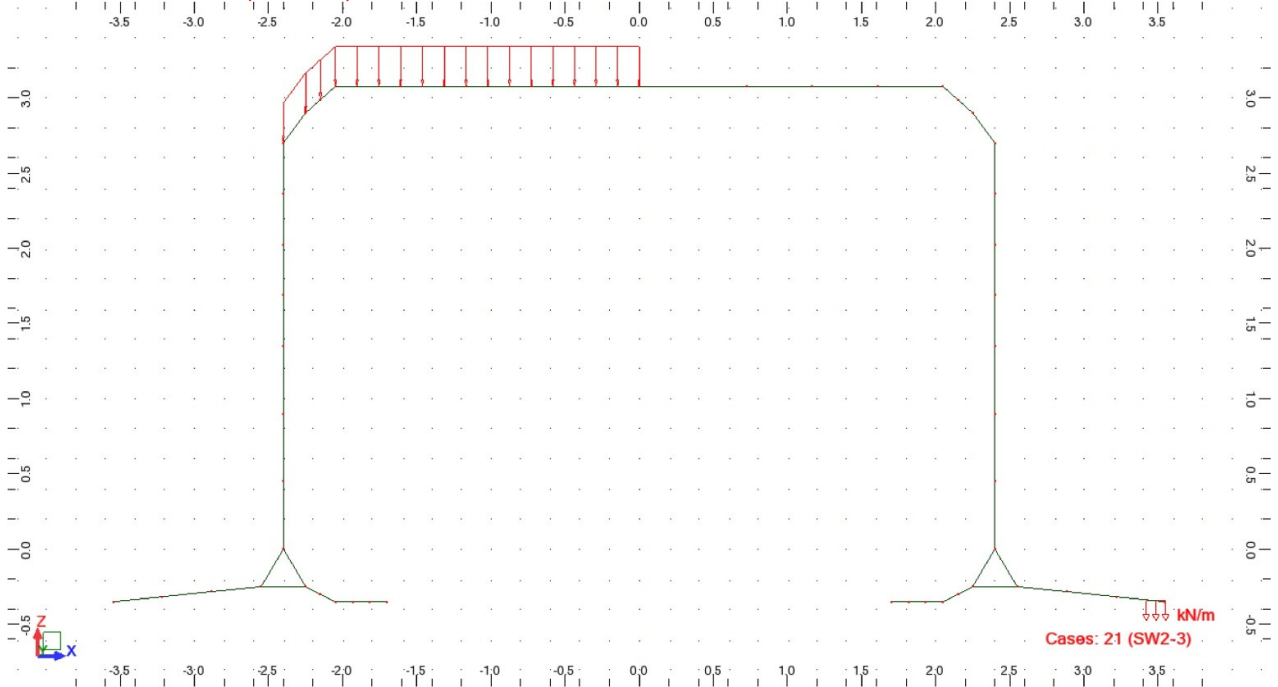
View - Cases: 19 (SW2-1)

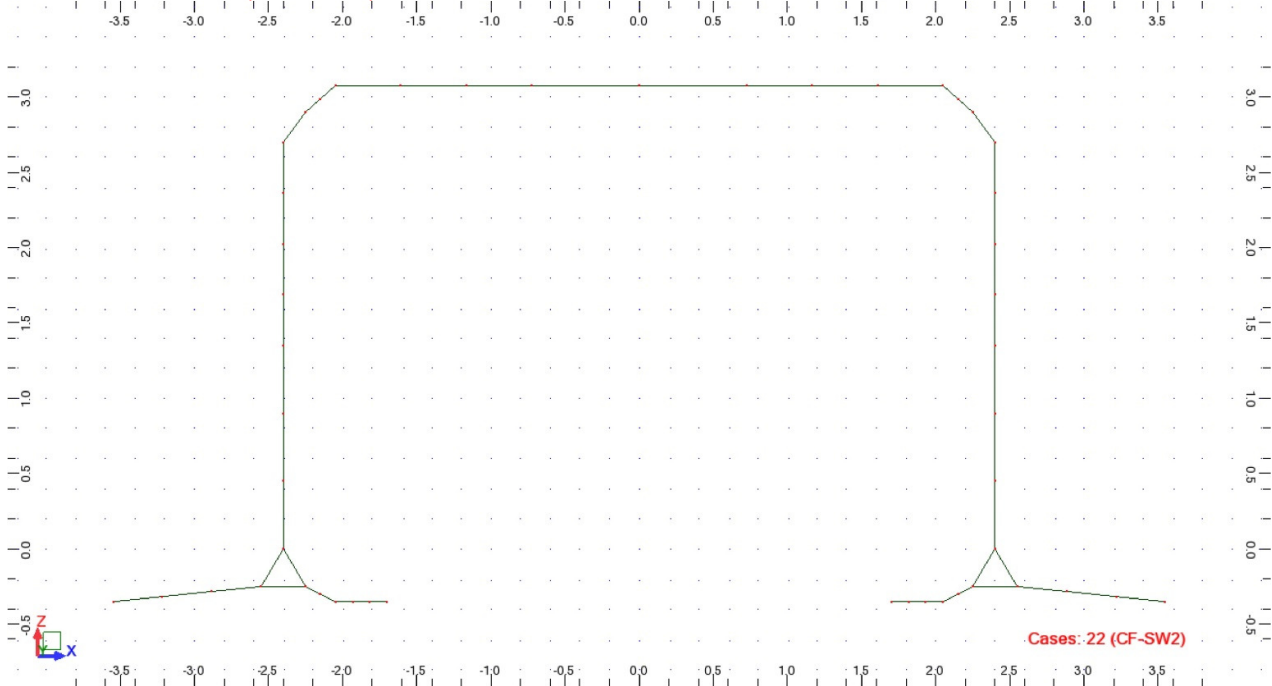


View - Cases: 20 (SW2-2)



View - Cases: 21 (SW2-3)



View - Cases: 22 (CF-SW2)**Service Min - SLS – Hodnoty zatížení**

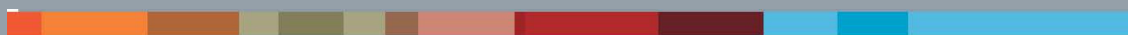
- Cases: 1to14 19to22

	Case	Case name	Nature	Load type	List	Load values
	1	LM71-1	live	uniform load	8to21	PZ=-60.00(kN/m) projected
	2	LM71-2	live	uniform load	8to21	PZ=-60.00(kN/m) projected
	2	LM71-2	live	uniform load	45to50	PZ=-30.00(kN/m) projected
	3	LM71-3	live	uniform load	8to14	PZ=-60.00(kN/m) projected
	3	LM71-3	live	uniform load	45to47	PZ=-30.00(kN/m) projected
	4	EL-V	dead	uniform load	45to50	PZ=-69.00(kN/m) projected
	4	EL-V	dead	uniform load	31to40	PZ=-19.50(kN/m) projected
	5	EL-VDOC	dead	uniform load	8to21 45to50	
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	6	PX2=35.00(kN/m) PX1=44.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	7	PX2=23.00(kN/m) PX1=35.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	1	PX2=78.00(kN/m) PX1=87.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	2	PX2=70.00(kN/m) PX1=78.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	3	PX2=61.00(kN/m) PX1=70.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	4	PX2=52.50(kN/m) PX1=61.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	6	EL-H-L	dead	trapezoidal load (2p)	5	PX2=44.00(kN/m) PX1=52.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	28	PX2=-87.00(kN/m) PX1=-78.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	27	PX2=-78.00(kN/m) PX1=-70.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	26	PX2=-70.00(kN/m) PX1=-61.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	25	PX2=-61.00(kN/m) PX1=-52.50(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	24	PX2=-52.50(kN/m) PX1=-44.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative
	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	23	PX2=-44.00(kN/m) PX1=-35.00(kN/m) X2=1.00 X1=0.0 global projected relative

	7	EL-H-R	dead	trapezoidal load (2p)	22	PX2=-35.00(kN/m) PX1=-23.00(kN/m) X2=0.0(m) X1=0.0(m) global not project. absolute
	8	SUR-L	live	uniform load	1to8	PX=30.00(kN/m) projected
	9	SUR-R	live	uniform load	21to28	PX=-30.00(kN/m) projected
	10	BAL	dead	uniform load	8to21 45to50	PZ=-16.00(kN/m) projected
	11	SW	dead	self-weight	1to50	PZ Negative Factor=1.00
	12	T	live	nodal force	15	FX=73.72(kN)
	13	LI	live	uniform load	15to21	PZ=-10.79(kN/m) projected
	13	LI	live	uniform load	8to14	PZ=-10.79(kN/m) projected
	14	CF-LM71	live	uniform load	8to21	projected
	19	SW2-1	live	uniform load	8to21	PZ=-51.72(kN/m) projected
	20	SW2-2	live	uniform load	8to14	PZ=-51.72(kN/m) projected
	20	SW2-2	live	trapezoidal load (2p)	15	PZ2=-51.72(kN/m) PZ1=-51.72(kN/m) X2=0.60(m) X1=0.0(m) global projected absolute
	21	SW2-3	live	uniform load	8to14	PZ=-51.72(kN/m) projected
	22	CF-SW2	live	uniform load	8to21	projected

Kapitola 4

Kombinácie zaťažovacích stavov



Service Min - Kombinácie SLS - Charakteristické

Combinations	Name	Definition
23	LM71-1_VH_SLS-CH	$(1+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7)*0.55+(8+9)*0.33$
24	LM71-2_VH_SLS-CH	$(2+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7)*0.55+(8+9)*0.33$
25	LM71-3_VH_SLS-CH	$(3+4+5+10+11+13+14)*1.00+(6+7)*0.55+(8+9)*0.33$
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	$(1+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
30	LM71-2_VH_T_SLS-CH	$(2+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
31	LM71-3_VH_T_SLS-CH	$(3+4+5+10+11+13+14+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
32	LM71-1_vH_T_SLS-CH	$(1+4+5+10+11+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
33	LM71-2_vH_T_SLS-CH	$(2+4+5+10+11+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
34	LM71-3_vH_T_SLS-CH	$(3+4+5+10+11+12)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$
35	vH1-ULS	$(4+5+10+11)*1.00+(6+7)*0.55+(8+9)*0.33$
36	vh2-ULS	$(4+5+10+11)*1.00+6*0.55+(7+8)*0.33$

Service Min – Kombinácie SLS-Kvázi Stále

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 Min - Kombinácie ULS

- Cases: 23to45 67to87

Combinations	Name	Definition
23	LM71-1_VH_ULS_a	$1*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.40+(13+14)*1.16$
24	LM71-1_VH_ULS_b	$1*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.40+(13+14)*1.45$
25	LM71-2_VH_ULS_a	$2*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.40+(13+14)*1.16$
26	LM71-2_VH_ULS_b	$2*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.40+(13+14)*1.45$
27	LM71-3_VH_ULS_a	$3*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.40+(13+14)*1.16$
28	LM71-3_VH_ULS_b	$3*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.40+(13+14)*1.45$
29	LM71-1_Vh_ULS_a	$1*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$
30	LM71-1_Vh_ULS_b	$1*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$
31	LM71-2_Vh_ULS_a	$2*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$
32	LM71-2_Vh_ULS_b	$2*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$
33	LM71-3_Vh_ULS_a	$3*2.11+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+14)*1.16$
34	LM71-3_Vh_ULS_b	$3*2.63+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+14)*1.45$
35	LM71-1_VH_T_ULS_a	$1*2.11+(4+5+10+11)*1.35+6*0.80+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.16$
36	LM71-1_VH_T_ULS_b	$1*2.63+(4+5+10+11)*1.15+6*0.68+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.45$
37	LM71-2_VH_T_ULS_a	$2*2.11+(4+5+10+11)*1.35+6*0.80+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.16$
38	LM71-2_VH_T_ULS_b	$2*2.63+(4+5+10+11)*1.15+6*0.68+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.45$
39	LM71-3_VH_T_ULS_a	$3*2.11+(4+5+10+11)*1.35+6*0.80+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.16$
40	LM71-3_VH_T_ULS_b	$3*2.63+(4+5+10+11)*1.15+6*0.68+7*0.33+8*0.40+(13+14+12)*1.45$
41	LM71-1_vH_T_ULS	$1*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.40+12*1.45$
42	LM71-2_vH_T_ULS	$2*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.40+12*1.45$
43	LM71-3_vH_T_ULS	$3*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.40+12*1.45$
44	vH1-ULS	$(4+5+10+11)*1.00+(6+7)*0.80+(8+9)*0.40$
45	vh2-ULS	$(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.40$
67	SW/2-1_VH_ULS_a	$19*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.67+(13+22)*1.00$
68	SW/2-1_VH_ULS_b	$19*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.67+(13+22)*1.20$
69	SW/2-2_VH_ULS_a	$20*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.67+(13+22)*1.00$
70	SW/2-2_VH_ULS_b	$20*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.67+(13+22)*1.20$
71	SW/2-3_VH_ULS_a	$21*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.80+(8+9)*0.67+(13+22)*1.00$
72	SW/2-3_VH_ULS_b	$21*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.68+(8+9)*0.67+(13+22)*1.20$
73	SW/2-1_Vh_ULS_a	$19*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$
74	SW/2-1_Vh_ULS_b	$19*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$
75	SW/2-2_Vh_ULS_a	$20*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$

76	SW/2-2_Vh_ULS_b	$20*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$
77	SW/2-3_Vh_ULS_a	$21*1.81+(4+5+10+11)*1.35+(6+7)*0.20+(13+22)*1.00$
78	SW/2-3_Vh_ULS_b	$21*2.18+(4+5+10+11)*1.15+(6+7)*0.20+(13+22)*1.20$
79	SW/2-1_VH_T_ULS_a	$19*1.81+(4+5)*1.15+6*0.80+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$
80	SW/2-1_VH_T_ULS_b	$19*2.18+(4+5)*1.35+6*0.68+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$
81	SW/2-2_VH_T_ULS_a	$20*1.81+(4+5)*1.15+6*0.80+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$
82	SW/2-2_VH_T_ULS_b	$20*2.18+(4+5)*1.35+6*0.68+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$
83	SW/2-3_VH_T_ULS_a	$21*1.81+(4+5)*1.15+6*0.80+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.35+(13+22)*1.00+12*1.10$
84	SW/2-3_VH_T_ULS_b	$21*2.18+(4+5)*1.35+6*0.68+7*0.33+8*0.67+(10+11)*1.15+(13+22)*1.20+12*1.30$
85	SW/2-1_vH_T_ULS	$19*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.67+12*1.30$
86	SW/2-2_vH_T_ULS	$20*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.67+12*1.30$
87	SW/2-3_vH_T_ULS	$21*0.50+(4+5+10+11)*1.00+6*0.80+7*0.33+8*0.67+12*1.30$

Kapitola 5

Obálky vnútorných síl



Obálka ohybových momentov (MSU)

Section	MY [kNm]	Load Case-Phase	Face
1	95.28	LM71-1_Vh_ULS_b-Service Min	Internal
1	-72.72	LM71-2_vH_T_ULS-Service Min	External
14	334.36	LM71-2_Vh_ULS_b-Service Min	Internal
14	-45.43	vH1-ULS-Service Min	External
18	73.12	LM71-2_Vh_ULS_b-Service Min	Internal
18	-184.63	SW/2-2_VH_T_ULS_b-Service Min	External
22	-38.22	vh2-ULS-Service Min	External
22	-254.43	LM71-1_VH_T_ULS_b-Service Min	External
28	111.37	LM71-1_VH_T_ULS_b-Service Min	Internal
28	-31.55	vH1-ULS-Service Min	External
38	21.37	LM71-3_VH_T_ULS_b-Service Min	Internal
38	4.1	vH1-ULS-Service Min	Internal
45	136.76	LM71-1_Vh_ULS_b-Service Min	Internal
45	-43.91	LM71-2_vH_T_ULS-Service Min	External
48	150.13	LM71-1_VH_T_ULS_b-Service Min	Internal
48	-19.99	vH1-ULS-Service Min	External

Obálka ohybových momentov od kvázistálej kombinácie (MSP)

Section	MY [kNm]	Load Case-Phase	Face
1	2.06	Vh3_SLS-QP-Service Min	Internal
1	-25.8	vH5_SLS-QP-Service Min	External
14	46.58	Vh3_SLS-QP-Service Min	Internal
14	-4.76	vH4_SLS-QP-Service Min	External
18	14.76	Vh3_SLS-QP-Service Min	Internal
18	-49.93	vH4_SLS-QP-Service Min	External
22	-12.12	Vh3_SLS-QP-Service Min	External
22	-49.81	vH4_SLS-QP-Service Min	External
28	5.43	vH5_SLS-QP-Service Min	Internal
28	-15.4	vH4_SLS-QP-Service Min	External
38	7.84	vH5_SLS-QP-Service Min	Internal
38	1.69	Vh3_SLS-QP-Service Min	Internal
45	12.65	Vh3_SLS-QP-Service Min	Internal
45	-12.06	vH5_SLS-QP-Service Min	External
48	15.15	vH5_SLS-QP-Service Min	Internal
48	-4.73	vH4_SLS-QP-Service Min	External

Obálka šmykových síl (MSU)

Section	FZ [kNm]	Load Case-Phase	Face
16	-17.8	vh2-ULS-Service Min	External
16	-263.93	LM71-1 VH T ULS b-Service Min	External
17	-28.64	vh2-ULS-Service Min	External
17	-352.94	LM71-1 VH T ULS b-Service Min	External
22	233.05	LM71-1_VH_T_ULS_b-Service Min	Internal
22	61.88	vh2-ULS-Service Min	Internal
23	205.59	LM71-1_VH_T_ULS_b-Service Min	Internal
23	47.61	vh2-ULS-Service Min	Internal
31	-23.57	vh2-ULS-Service Min	External
31	-157.63	LM71-2 VH T ULS b-Service Min	External
48	42.45	vH1-ULS-Service Min	Internal
48	-261.02	LM71-1 VH T ULS b-Service Min	External
49	38.57	vH1-ULS-Service Min	Internal
49	-171.28	LM71-2 VH T ULS b-Service Min	External

14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
OC1 4.5x3.1	
Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
12/04/2014	

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
1	300	1000	45	45	10	16	2011	10	16	2011	12	13
14	350	1000	45	45	10	20	3142	10	12	1131	12	
16	350	1000	45	45	10	20	3142	10	12	1131	12	
17	350	1000	45	45	10	20	3142	10	12	1131	12	
18	350	1000	45	45	5	20	1571	10	20	3142	12	
22	300	1000	45	45	10	20	3142	10	12	1131	12	
23	300	1000	45	45	10	20	3142	10	12	1131	12	
28	300	1000	45	45	10	16	2011	10	16	2011	12	
31	500	1000	45	45	10	16	2011	10	12	1131	12	
38	300	1000	45	45	10	16	2011	10	12	1131	12	
45	500	1000	45	45	10	12	1131	10	16	2011	12	
48	500	1000	45	45	10	16	2011	10	12	1131	12	
49	433	1000	45	45	10	16	2011	10	12	1131	12	

i := 1..n

$$S_i := \frac{b_i}{n_{1_i} \text{ if } n_{1_i} > 0} \\ 10000000 \text{ otherwise}$$

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

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

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

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

h -Výška prierezu

b -Šírka prierezu (1m)

c₁ -Nominálne krytie ťahaný povrch

c₂ -Nominálne krytie tlačný povrch

φ₁ -Priemer ťahanej výstuže

φ₂ -Priemer tlačnej 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 tlačnej výstuže (na 1m)

e₀ -Excentricita normálovej sily

d -Účinná výška prierezu

z₁ -Rameno ťahanej výstuže

z₂ -Rameno tlačnej výstuže

Bar	M _{Ed} (kNm)	N _{Ed} (kN)	M _{Ek} (kNm)	N _{Ek} (kN)	V _{ed} (kN)	Load Case
1	72.72	106	25.8	81.133	109.53	LM 71-2 vH T ULS
14	334.4	167.8	46.58	17.734	NS	LM 71-2 Vh ULS b
16	NS	NS	NS	NS	263.93	NS
17	NS	NS	NS	NS	352.94	NS
18	184.6	205.2	49.93	51.97	441.94	SW/2-2 VH T ULS
22	254.4	514.2	49.81	60.432	233.05	LM 71-1 VH T ULS
23	NS	NS	NS	NS	205.59	NS
28	111.4	537.1	NS	NS	NS	LM 71-1 VH T ULS
31	NS	NS	NS	NS	157.63	NS
38	21.37	49.03	7.84	50.808	NS	LM 71-3 VH T ULS
45	43.91	-8.05	12.06	-3.107	NS	LM 71-2 vH T ULS
48	150.1	22.22	15.15	0.6325	261.02	LM 71-1 VH T ULS
49	NS	NS	NS	NS	171.28	NS

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

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

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

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

V_{ed} - Š myková sila od zat' až enia MSU

Výstuž :

Charakteristická medza klzu $f_{yk} := f_{yk}$ MPa

ϵ_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu

γ_c - Parciálny faktor spol' ahlivosti betónu

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

η - Súč initel' tlakovej pevnosti betónu

λ - Súč initel' definujúci efektívnu výš ku tlač ej zóne 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 zobraené z tabuľ ky 3.1 EN 1992-1-1:2006

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

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

Súčiniteľ veku betónu $\beta_{cc}(t) := e^{.2 \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right]}$ Eq3.1

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

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

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

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

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

CI 3.1.2.9

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

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

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

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

Modul pruž nosti betónu v závislosti od veku: $E_{cm}(t, f_{cm}) := \left(\frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} \right)^{.3} \cdot E_{cm}(f_{cm})$ Eq 3.5

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

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

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

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

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

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)



14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
OC1 4.5x3.1	
Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
12/04/2014	

Reference: C:\Program Files\ABM ADD Automation Menu\Output\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\MathCAD Design - Input.xmcd(R)

$h := h$ $b := b$ $c_1 := c_1$ $c_2 := c_2$ $i := 1 .. n$

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

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

$d_{1_i} := c_{1_i} + \frac{\phi_{1_i}}{2} + \phi_{st_i}$ $d_{2_i} := c_{2_i} + \frac{\phi_{2_i}}{2} + \phi_{st_i}$

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

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

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

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

n -Počet posudzovaných prútov

h -Výška prierezu

b -Šírka prierezu (1bm)

c_1 -Krytie výstuže pri ťahanom vlákne

c_2 -Krytie výstuže pri tlačnom vlákne

M_{Ed} -Návrhová hodnota momentu od zaťaženia

N_{Ed} -Návrhová hodnota normálovej sily od zaťaženia

ϕ_1 -Priemer ťahovej výstuže

ϕ_2 -Priemer tlakovej výstuže

ϕ_{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 -Ramená vnútorných síl

z_2 -Ramená vnútorných síl

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETÓN:

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

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

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

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

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

f_{ck} -Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku

ε_{cu3} -Pomerné pretvorenie betónu v tlaku

γ_c -Súčiniteľ spoľahlivosti betónu

α_{cc} -Súčiniteľ dlhodobej spoľahlivosti betónu

η -Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ -Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej

zóny betónu

f_{cd} -Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

VÝSTUŽ : B500B

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

$\gamma_s = 1.15$

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

$\varepsilon_{yd} = 0.002174$

f_{yk} -Charakteristická pevnosť výstuže v ťahu

E_s -Modul pružnosti výstuže

γ_s -Súčiniteľ spoľahlivosti výstuže

f_{yd} -Návrhová pevnosť výstuže v ťahu

ε_{yd} -Pomerné pretvorenie výstuže v ťahu

VÝPOČ ET VÝSTREDNOSTI NAMÁHANÝCH PRIEREZOV:

$$\xi_{bal1} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) + \varepsilon_{yd}} \quad \xi_{bal2} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) - \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal1} = 0.617$$

$$\xi_{bal2} = 2.644$$

$$N_{Rdbal_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot \xi_{bal1} \cdot b_i \cdot d_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} + (A_{s2_i} - A_{s1_i}) \cdot f_{yd}$$

$$Výstrednost_i := \text{if} \left(N_{Rdbal_i} < |N_{Ed_i}|, \text{"ERROR"}, \text{"Veľká výstrednosť"} \right)$$

Ak je "Veľká výstrednosť", $\sigma_{s1} = f_{yd}$

Ak je "ERROR" $\sigma_{s1} < f_{yd}$ a tento výpočet neplatí

POSÚDENIE:

$$\sigma_{s2_i} := \text{root} \left[\frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) \cdot \left(\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}} - d_{2_i} \right)}{\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}} \cdot E_s - \sigma_{s2}, \sigma_{s2} \right]$$

$$\sigma_{s2_i} := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s2_i} < 0 \\ f_{yd} & \text{if } \sigma_{s2_i} > f_{yd} \\ \sigma_{s2_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

σ_{s2} - Napätie v tlačenej výstuži

x - Poloha neutrálnej osi

N_{Rdbal} - Normálová sila na medzi veľkej a malej výstrednosti

M_{Rd} - Moment na medzi únosnosti

$$x_i := \frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEDZI ÚNOSNOSTI:

Utilization :=

Bar	x (mm)	σ_{s2} (Mpa)	M_{Ed} (kN*m)	M_{Rd} (kN*m)	Utilization	Result
1	0.043	0.0	74.8	204.4	36.6%	OK
14	0.066	32.3	337.7	379.4	89.0%	OK
16	0.060	0.0	0.0	359.1	0.0%	OK
17	0.060	0.0	0.0	359.1	0.0%	OK
18	0.039	0.0	188.7	215.3	87.7%	OK
22	0.077	125.0	264.7	338.0	78.3%	OK
23	0.060	0.0	0.0	290.8	0.0%	OK
28	0.062	0.000	122.1	250.8	48.7%	OK
31	0.039	0.000	0.0	368.5	0.0%	OK
38	0.041	0.000	22.4	199.5	11.2%	OK
45	0.022	0.000	44.1	211.5	20.8%	OK
48	0.040	0.000	150.6	373.4	40.3%	OK
49	0.039	0.000	0.0	310.0	0.0%	OK

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

REKAPITULÁCIA NÁVRHU:

Bar	Tension steel / 1m			Compression steel / 1m		
	n1 (pcs/1m)	fi.1 (mm)	As1 (mm²/m)	n2 (pcs/1m)	fi.2 (mm)	As2 (mm²/m)
1	10	16	2010.62	10	16	2010.62
14	10	20	3141.59	10	12	1130.97
16	10	20	3141.59	10	12	1130.97
17	10	20	3141.59	10	12	1130.97
18	5	20	1570.8	10	20	3141.59
22	10	20	3141.59	10	12	1130.97
23	10	20	3141.59	10	12	1130.97
28	10	16	2010.62	10	16	2010.62
31	10	16	2010.62	10	12	1130.97
38	10	16	2010.62	10	12	1130.97
45	10	12	1130.97	10	16	2010.62
48	10	16	2010.62	10	12	1130.97
49	10	16	2010.62	10	12	1130.97


(bar nt₁ ϕ_{t1} At_{s1} nt₂ ϕ_{t2} At_{s2})

Kapitola 7

Posúdenie prierezov na medzný stav šírky trhlín (MSP)



14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
OC1 4.5x3.1	
Crack Width Check in accordance with En1992-1-1 7.3.4	
12/04/2014	

 Reference: C:\Program Files\ABM ADD Automation Menu\Output\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\MathCAD Design - Input.xmcd(R)

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Vek betónu $t := 28$ days

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

Súčiniteľ dotvarovania $\Phi := 1.5$

$E_s = 200$ GPa

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(f_{cm}) \cdot 9} \cdot (1 + \Phi)$$

Súčiniteľ normálovej sily $k_1 := 1.5$

VÝPOČET ŠÍRKY TRHLÍN:

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

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

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

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

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

$$f_{ct_eff}(t) := f_{ctm}(f_{ck}, f_{cm}, t)$$

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

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

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

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

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
1	0.4	long
14	0.4	long
16	0.4	long
17	0.4	long
18	0.4	long
22	0.4	long
23	0.4	long
28	0.4	long
31	0.4	long
38	0.4	long
45	0.4	long
48	0.4	long
49	0.4	long

Moment zotrvač nosti prierezu bez trhlín I_{u_i}

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

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 trhlínou:

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

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

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

Napätie v betóne pri ť ahanom vlákne:

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

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

Napätie vo výstuži pri ť ahanom vlákne:

$$\sigma_{\text{steel}_i} := \sigma_{\text{concrete}_i} \cdot \alpha_e \cdot \frac{(d_{e_i} - x_{c_i})}{x_{c_i}} - \frac{N_{Ek_i}}{b_i \cdot h_i \cdot m} \cdot kN$$

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 $K_2 := 0.5$

$K_3 := 3.4$

$K_4 := .425$

Maximálna vzdialenosť trhlín:

$$S_{r_max_i} := \text{if} \left[S_i \text{ mm} \leq 5 \cdot \left(C_{nom_i} + \frac{\phi_i}{2} \right) \cdot K_3 \cdot C_{nom_i} + K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot \frac{\phi_i}{\rho_{p_eff_i}}, 1.3 \left(h_i \text{ mm} - x_{c_i} \right) \right]$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct_eff(t)} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p_eff})}{\rho_{p_eff}}}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Priemerná hodnota pomerného pretvorenia výstuže $\epsilon_{sm_i} := \frac{\sigma_{steel_i}}{E_s}$

Priemerná hodnota pomerného pretvorenia betónu medzi trhlinami $\epsilon_{cm_i} := \frac{\left[k_{t_i} \cdot \frac{f_{ct_eff(t)} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p_eff_i})}{\rho_{p_eff_i}} \right]}{E_s}$

Eq 7.9

$$\epsilon_{\bar{w}_k} := \max \left(\epsilon_{sm_i} - \epsilon_{cm_i}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_{steel_i}}{E_s} \right)$$

Šírka trhliny $W_{k_i} := \text{if} \left[M_{e_i} \geq M_{cr_i}, S_{r_max_i} \cdot (\epsilon_i), 0 \right]$ Eq 7.8

Bar	Mcr (kNm)	M Applied	σ concrete (MPa)	σ steel (MPa)	Crack Width (mm)
1	72	27.8	2.5	61.8	0.00
14	103	47.0	2.9	60.9	0.00
16	103	0.0	0.0	0.0	0.00
17	103	0.0	0.0	0.0	0.00
18	97	51.2	3.8	126.9	0.00
22	75	51.3	4.3	79.7	0.00
23	75	0.0	0.0	0.0	0.00
28	72	0.0	0.0	0.0	0.00
31	197	0.0	0.0	0.0	0.00
38	71	9.1	0.7	18.1	0.00
45	191	12.0	0.5	26.9	0.00
48	197	15.2	0.5	19.3	0.00
49	149	0.0	0.0	0.0	0.00


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

Kapitola 8

Posúdenie prierezov namáhaných šmykom za ohybu (MSU)



14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
OC1 4.5x3.1	
Ing Rastislav Schreiber	#####

 Reference: C:\Program Files\ABM ADD Automation Menu\Output\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\MathCAD Design - Input.xmcd(R)

UŽ ENIA:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 $V_{ed} < V_{Rd_max_22}$

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

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

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

NÁVRH STRMEŇOV A SPÔN (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. Reinforcement to resist spalling

For this scenario the capacity of the concrete is ignored and it is assumed that all the shear forces shall be resisted by the reinforcement. The reinforcement is determined to resist an enhanced shear force including, the shear force and 4% of the axial force. The steel stress should not exceed, nor should the steel strain exceed .001 Hence it should be design for

Mild steel with $f_y := 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (CIRA Guide 1 Section 3.5).

$\left(\begin{array}{c} P \\ V \end{array} \right) :=$	P (kN)	Shear stress (kN)
	529.45	134.271

Axial Force at ULS $P_u := P \cdot \text{kN}$ $P_u = 529.45 \text{ kN}$

Shearing stress of the rupture at connection: $V_u := V \cdot \text{kN}$

Enhanced shear force $V_{\text{enhanced}} := V + .04 P_u$

Required links $A_s := \frac{V_{\text{enhanced}}}{f_y}$ $A = 777 \cdot \text{mm}^2$

b. Bursting Resistance

The reinforcement that should resist the localised shear at the joint is calculated based on the Chapter 7 of Multi- Storey Precast Concrete Frame Structures by K.S Elliot. The book specifies a check calculation to determine the additional reinforcement to resist the lateral effect of bursting due to outward diffusion of force. The are of steel is calculated based on the formula;

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

$\xi \equiv .7$ Recommended coefficient

$\gamma_m \equiv .87$

Partial safety factor for strength

$P_u = 529.45 \text{ kN}$ Axial Force at ULS

required stirrups to resist the bursting $A_{\text{burs}} = 852 \text{ mm}^2$

Kapitola 10

Napätie v základovej špáre (MSU)



14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239		Job No. 14311
OC1 4.5x3.1		
Ing Rastislav Schreiber	Datum	12/04/2014

Bar	Reaction (kN)	Case	L	n1	n2
37	21.2	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Mir	1.85	10	20
38	42.9	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
39	43.04	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
40	43.17	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
41	41.35	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
42	76.3	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
43	118.1	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
44	124.92	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
45	124.69	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
46	62.02	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
30	125.67	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
31	75.44	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
32	39.84	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
33	40.5	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
34	39.09	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
35	37.67	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
36	17.97	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
47	143.17	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
48	153.02	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			
49	81.13	LM71-2_VH_T_ULS_b-Service Min			

Sirka zakladu:

$$L := L_m$$

Priemerna dlzka elementu

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

Suma reakcii pod lavou castou

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

$$F_{under_Lfooting} = 697.690 \cdot \text{kN}$$

Suma reakcii pod pravou castou

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

$$F_{under_Rfooting} = 753.500 \cdot \text{kN}$$

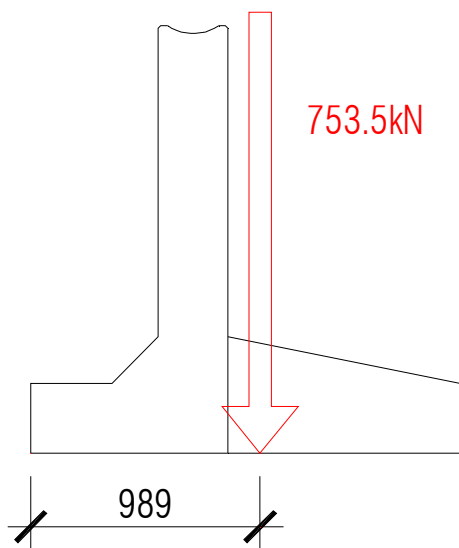
Priemerne napatie v zakladovej spare $P_{ave_L} := \frac{F_{under_Lfooting}}{L \cdot 1m}$

$$P_{ave_L} = 377.130 \cdot \frac{\text{kN}}{m^2}$$

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

$$P_{ave_R} = 407.297 \cdot \frac{\text{kN}}{m^2}$$

RAMENO ZVISLEJ ZAŤAŽOVACEJ SILY NA ZÁKLADOVÚ ŠKÁRU.



Kapitola 11

Extrém deformácie od náhodilého zaťaženia (MSP)



Deformácia

- Case: 2 (LM71-2)

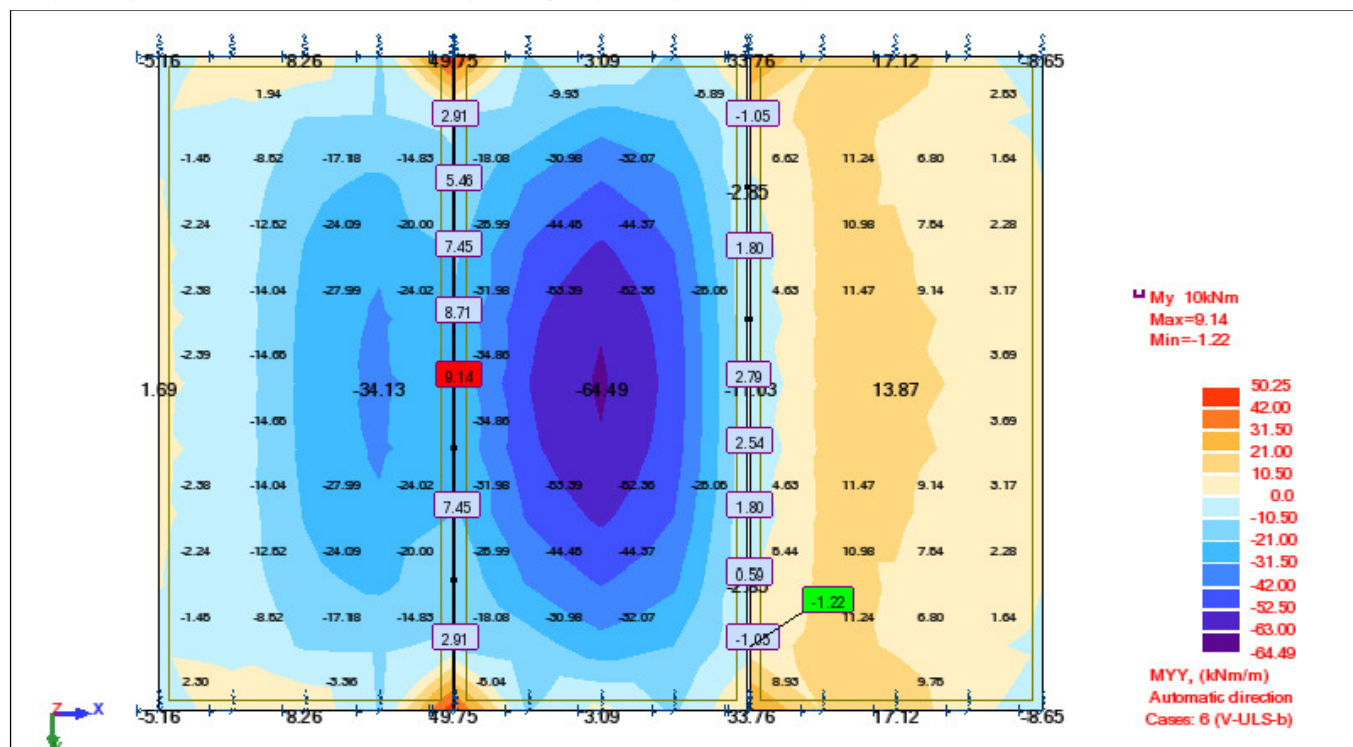
Node/Case	UZ (mm)	Case name
15/ 2	-3.07	LM71-2

Kapitola 12

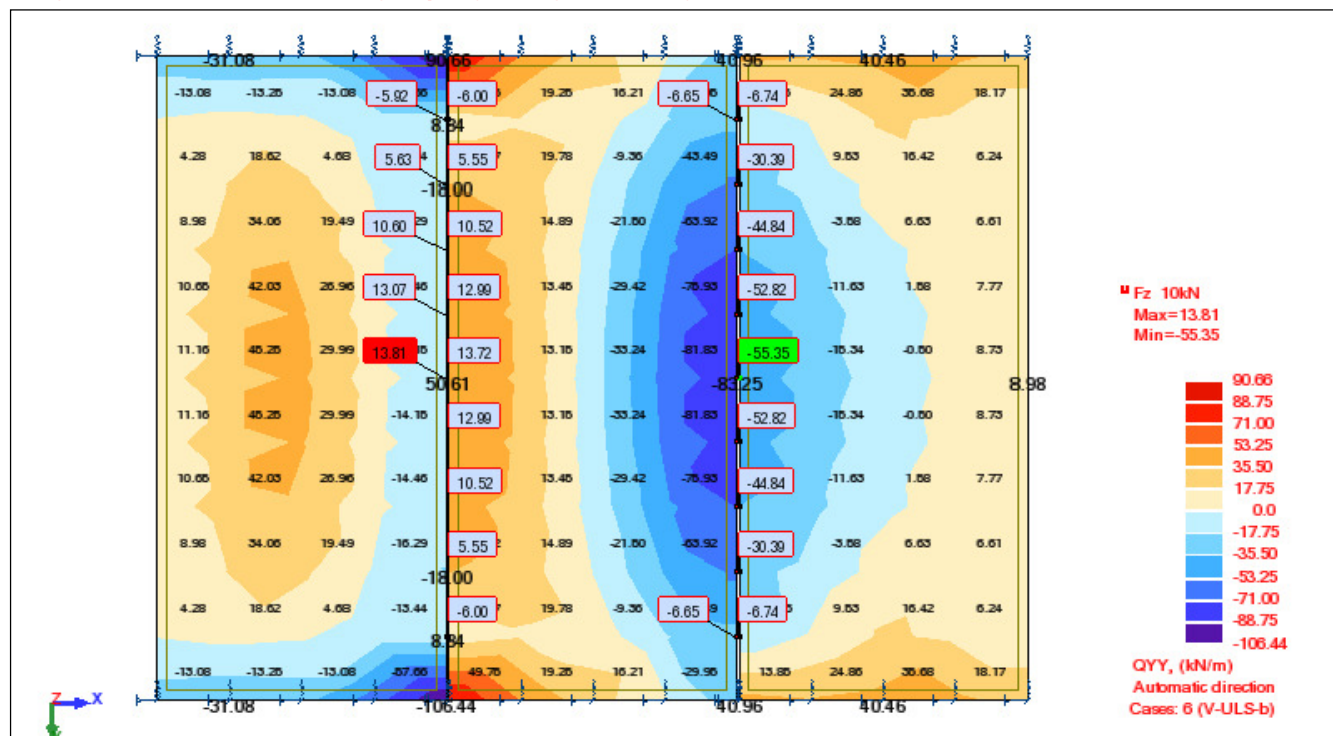
Posúdenie návrhu priečnej výstuže (MSU)



Ohybovy moment - MY,MYI (kNm/m) : 6 (V-ULS-b)



Smykova Sila - FZ,QYY (kN/m) : 6 (V-ULS-b)



14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
OC1 4.5x3.1	
Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
12/04/2014	

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
Rozdelka	350	1000	45	45	5	12	565.2	5	12	565.2	0	2
Petlice	230	1000	30	45	5	12	565.2	5	12	565.2	0	

$i := 1..n$

$$S_i := \frac{b_i}{n_{1_i} \text{ if } n_{1_i} > 0} \\ 10000000 \text{ otherwise}$$

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

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

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

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

Bar	MEd (kNm)	NEd (kN)	Ved (kN)	Load Case
Rozdelka	65	0.1	85	V-ULS-b
Petlice	18.5	0.1	115	V-ULS-b

h - Výška prierezu

b - Šírka prierezu (1m)

c_1 - Nominálne krytie ťahaný povrch

c_2 - Nominálne krytie tlačný povrch

ϕ_1 - Priemer ťahanej výstuže

ϕ_2 - Priemer tlačenej výstuže

ϕ_{st} - Priemer priečnej výstuže

n_1 - Počet prútov ťahaný povrch (na 1m)

n_2 - Počet prútov tlačný povrch (na 1m)

A_1 - Plocha ťahanej výstuže (na 1m)

A_2 - Plocha tlačenej výstuže (na 1m)

e_0 - Excentricita normálovej sily

d - Účinná výška prierezu

z_1 - Rameno ťahanej výstuže

z_2 - Rameno tlačenej výstuže

M_{Ed} - Ohybový moment od zat'azenia MSU

N_{Ed} - Normálová sila od zat'azenia MSU

M_{Ek} - Ohybový moment od zat'azenia MSP

N_{Ek} - Normálová sila od zat'azenia MSP

V_{Ed} - Šmyková sila od zat'azenia MSU

Výstuž :

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

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

$$\gamma_{s_steel} \equiv 1.15$$

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

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

ϵ_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu

γ_c - Parciálny faktor spoľahlivosti betónu

α_{cc} - Súčiniteľ dlhodobej pevnosti betónu v tlaku

η - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

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

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

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

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

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

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

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

CI 3.1.2.9

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Projekt:	13302-Predbor-Most ev.c. 4051-2	Job No. 13302
Objekt:	SO201-CM4 15x15-260	
Obsah:	Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
Dátum:	30/7/2014	

Reference: C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\Cleavage and Lacers\

$h := h$ $b := b$ $c_1 := c_1$ $c_2 := c_2$ $i := 1..n$

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

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

$d_{1_i} := c_{1_i} + \frac{\phi_{1_i}}{2} + \phi_{st_i}$ $d_{2_i} := c_{2_i} + \frac{\phi_{2_i}}{2} + \phi_{st_i}$

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

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

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

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

n -Počet posudzovaných prútov

h -Výška prierezu

b -Šírka prierezu (1bm)

c_1 -Krytie výstuže pri ťahanom vlákne

c_2 -Krytie výstuže pri tlačnom vlákne

M_{Ed} -Návrhová hodnota momentu od zaťaženia

N_{Ed} -Návrhová hodnota normálovej sily od zaťaženia

ϕ_1 -Priemer ťahovej výstuže

ϕ_2 -Priemer tlakovej výstuže

ϕ_{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 -Ramená vnútorných síl

z_2 -Ramená vnútorných síl

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETÓN:

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

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

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

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

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

f_{ck} -Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku

ε_{cu3} -Pomerné pretvorenie betónu v tlaku

γ_c -Súčiniteľ spoľahlivosti betónu

α_{cc} -Súčiniteľ dlhodobej spoľahlivosti betónu

η -Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ -Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej

zóny betónu

f_{cd} -Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

VÝSTUŽ : B500B

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

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

$\varepsilon_{yd} = 0.002174$
 $\gamma_s = 1.15$

f_{yk} -Charakteristická pevnosť výstuže v ťahu

E_s -Modul pružnosti výstuže

γ_s -Súčiniteľ spoľahlivosti výstuže

f_{yd} -Návrhová pevnosť výstuže v ťahu

ε_{yd} -Pomerné pretvorenie výstuže v ťahu

VÝPOČ ET VÝSTREDNOSTI NAMÁHANÝCH PRIEREZOV:

$$\xi_{bal1} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) + \varepsilon_{yd}} \quad \xi_{bal2} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) - \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal1} = 0.617 \quad \xi_{bal2} = 2.644$$

$$N_{Rdbal_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot \xi_{bal1} \cdot b_i \cdot d_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} + (A_{s2_i} - A_{s1_i}) \cdot f_{yd}$$

$$Výstrednosť_i := \text{if}(N_{Rdbal_i} < |N_{Ed_i}|, \text{"ERROR"}, \text{"Veľká výstrednosť"})$$

Ak je "Veľká výstrednosť", $\sigma_{s1} = f_{yd}$

$$Výstrednosť = \begin{pmatrix} \text{"Veľká výstrednosť"} \\ \text{"Veľká výstrednosť"} \end{pmatrix}$$

Ak je "ERROR" $\sigma_{s1} < f_{yd}$ a tento výpočet neplatí

POSÚDENIE:

$$\sigma_{s2_i} := \text{root} \left[\frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) \cdot \left(\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}} - d_{2_i} \right)}{\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}} \cdot E_s - \sigma_{s2}, \sigma_{s2} \right]$$

$$\sigma_{s2_i} := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s2_i} < 0 \\ f_{yd} & \text{if } \sigma_{s2_i} > f_{yd} \\ \sigma_{s2_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

σ_{s2} - Napätie v tlačenej výstuži

x - Poloha neutrálnej osi

N_{Rdbal} - Normálová sila na medzi veľkej a malej výstrednosti

M_{Rd} - Moment na medzi únosnosti

$$x_i := \frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEDZI ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot x_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (h_i - \lambda(f_{ck}) x_i) + A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} \cdot z_{2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd} \cdot z_{1_i}$$

Bar	x (mm)	σ_{s2} (Mpa)	M_{Ed} (kN*m)	M_{Rd} (kN*m)	Utilization	Result
Rozdelka	0.011	0.0	65.0	72.4	89.7%	OK
Petlice	0.011	0.0	18.5	42.9	43.1%	OK

REKAPITULÁCIA NÁVRHU:

Bar	Tension steel / 1m			Compression steel / 1m		
	n1 (pcs/1m)	fi.1 (mm)	As1 (mm²/m)	n2 (pcs/1m)	fi.2 (mm)	As2 (mm²/m)
Rozdelka	5	12	565.2	5	12	565.2
Petlice	5	12	565.2	5	12	565.2

Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	OC1 4.5x3.1	
Obsah:		
Dátum:	Ing Rastislav Schreiber	#####



Reference:C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\Cleavage and Lacers\

UŽ ENIA:

$$f_{ywk} := f_{yk}$$

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

$$f_{ywd} := \frac{f_{ywk}}{1.15}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Š MYKOVÁ ODOLNOSŤ 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 SPÔŇ (na 1000 x 1000mm)

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

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

MINIMÁLNY STUPEŇ VYSTUŽENIA (na 1000 x 1000mm)

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

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

MAXIMÁLNA VZDIALENOSŤ STRMEŇOV A SPŇOV:

Pozdĺžny smer:

$$\phi_i := \min(\phi_{1_i}, \phi_{2_i})$$

$$s1_{max_i} := \min(15 \cdot \phi_i, 300mm)$$

Priečny smer:

$$s2_{max_i} := 300mm$$

PRÍDAVNÁ HLAVNÁ VÝSTUŽ :

$$\Delta F_{sd_i} := 0.5 \cdot Ved_i \cdot \frac{1}{\tan(\theta_i)}$$

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

Prút	Šmyková odolnosť prvkov bez šmyk. výstuže (kN)	Potrebná plocha šmyk. výstuže (mm ² /m ²)	Prídavná hlavná výstuž (mm ²)	Kontrola tlakovej diagonály (kN)
Rozdelka	181	0	0	1271
Petlice	136	0	0	825

Kapitola 13

Posúdenie na únavu (MSP)



Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	OC1 4.5x3.1	
Obsah:	Posouzení na Unavu EN1992-2	
Dátum:	12/04/2014	

Prierezove charakteristiky

Prut	Vyska(mm)	Sirka(mm)	Povrch
15	350	1000	Interier
15	350	1000	Interier

h_b Celkova vyska prierezu

b_b Sirka prvku (1m pas)

M_d Ohybovy moment od externeho zatazenia.

a_t Krytie hlavnej vystuze

$a_{t'}$ Krytie tlacenej vystuze

d_w Rozhodujuci priemer vystuze

A_{st} Plocha vystuze pri tahanom vlakne

A_{sc} Plocha vystuze pri tlačenom vlakne

A_b Plocha betonoveho prierezu na 1m sirky

$$A_{b_i} := h_{b_i} \cdot b_{b_i}$$

Vstupne hodnoty:

									Návrh výztuže			
Prut	As(mm2)	Krytie tah(mm)	dw tah(mm)	Asc(mm2)	Krytie tlak(mm)	dw tlak(mm)	Ab(mm2)	Povrch	Tah ks profil	Tlak ks profil		
15	3154	45.0	20.0	1136	45.0	12.0	350000.0	Interier	25	20	25	12
15	3154	45.0	20.0	1136	45.0	12.0	350000.0	Interier	25	20	25	12

$$a_{sc_i} := a_{t'_i} + \frac{d_{w'_i}}{2} \quad a_{st_i} := a_{t_i} + \frac{d_{w_i}}{2}$$

$$h_{e_i} := h_{b_i} - a_{st_i}$$

$$E_b := 35000 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210000 \text{ MPa}$$

Pomer modulov pružnosti:

$$\eta_E := \frac{E_s}{0.8 \cdot E_b}$$

Zatazenie

Prut	Md(kN)	Nd(kN)	Kombinacia	Povrch
15	46.6	17.7	Stale-Char	Interier
15	83.6	39.7	LM71-Unava	Interier

E_b Modul pružnosti betonu.

E_s Modul pružnosti vystuze

x Poloha neutralnej osi

h_e Ucinna vyska prierezu

Prut	Beton(Mpa)	OcelTAH(Mpa)	OcelTLAK(Mpa)
15	3.531	53.563	12.643
15	6.347	94.854	22.972

Posudenie unavy vystuze:

Vypocet opravneho sucinitela ekvivalentneho poskodenia unavou :

$$\lambda_{s1} := 0.888 \quad (\text{EN 1992-2, NN, obr NN2-str 72})$$

$$\Theta := 1 \quad (\text{EN 1992-2, NN, tab NN1-str 74})$$

$$k_2 := 9 \quad (\text{Priame a ohybane pruty})$$

$$N_{\text{obs}} := 30 \cdot 10^6 \quad (\text{EN 1991-2, tab 4.5, str})$$

$$\lambda_{s2} := \Theta \cdot \sqrt[k_2]{\frac{N_{\text{obs}}}{25 \cdot 10^6}}$$

$$N_{\text{years}} := 100$$

$$\lambda_{s3} := \sqrt[k_2]{\frac{N_{\text{years}}}{100}}$$

$$\lambda_{s4} := 1$$

$$\varphi_{\text{fat}} := 1.0 \quad \text{EN1992-1-Priloha B}$$

$$\lambda_s := \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4} \cdot \varphi_{\text{fat}} \quad \lambda_s = 0.906$$

$$\Delta \sigma_{\text{s_equ}} := \lambda_s \cdot \sigma_{\text{st}_2} \quad \Delta \sigma_{\text{s_equ}} = 85.954 \text{ MPa}$$

Stanovenie odolnosti vyjadrenej rozkmitom napatia pre N cyklov (EN 1992-1-1, 6.8.4): $\Delta \sigma_{\text{Rsk}} := 162.5 \text{ MPa}$

$$\text{Posudok}_1 := \text{if} \left(\frac{\Delta \sigma_{\text{Rsk}}}{1.15} > \Delta \sigma_{\text{s_equ}}, \text{"Vyhovuje"}, \text{"Nevyhovuje"} \right) \quad \boxed{\text{Posudok}_1 = \text{"Vyhovuje"}}$$

Posudenie unavy betonu:

$t := 14$ vek betonu v case zatazenia

$\lambda_w := 0.2$ pre CEM 42.5R a 52.5

$$\beta_{cc28} := \exp \left[s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{0.5} \right] \right] \quad \beta_{cc28} = 0.92$$

$$f_{cd_fat} := 0.85 \cdot \beta_{cc28} \cdot \left(\frac{45}{1.5} \right) \cdot \left(1 - \frac{45}{250} \right) \text{MPa} \quad f_{cd_fat} = 19.248 \text{MPa}$$

$$\lambda_{co} := 0.94 + 0.2 \cdot \frac{\sigma_{sc1}}{f_{cd_fat}} \quad \lambda_{co} = 1.071$$

$$\lambda_{c1} := 0.78 \quad (\text{EN 1992-2, NN, obr NN3-str 78})$$

$$\lambda_{c2_3} := 1 + \frac{1}{8} \cdot \log \left(\frac{30}{25} \right) + \frac{1}{8} \cdot \log \left(\frac{100}{100} \right) \quad \lambda_{c2_3} = 1.01$$

$$\lambda_{c4} := 1$$

$$\lambda_c := \lambda_{co} \cdot \lambda_{c1} \cdot \lambda_{c2_3} \cdot \lambda_{c4} \quad \lambda_c = 0.844$$

$$\sigma_{cd_max_equ} := \sigma_{b1} + \lambda_c \cdot \sigma_{b2} \quad \sigma_{cd_max_equ} = 8.887 \text{MPa}$$

$$\sigma_{cd_min_equ} := \sigma_{b1}$$

$$E_{cd_max_equ} := \frac{\sigma_{cd_max_equ}}{f_{cd_fat}} \quad E_{cd_max_equ} = 0.462$$

$$E_{cd_min_equ} := \frac{\sigma_{cd_min_equ}}{f_{cd_fat}} \quad E_{cd_min_equ} = 0.183$$

$$R_{equ} := \frac{E_{cd_min_equ}}{E_{cd_max_equ}} \quad R_{equ} = 0.397$$

$$\text{Posudok}_2 := \text{if} \left(14 \frac{1 - E_{cd_max_equ}}{\sqrt{1 - R_{equ}}} > 6, \text{"Vyhovuje"}, \text{"Nevyhovuje"} \right)$$

$$\overline{\text{Posudok}_2 = \text{"Vyhovuje"}}$$

Kapitola 14

Posúdenie na obmedzenie napätia v betóne a výstuži (MSP)



Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	OC1 4.5x3.1	
Obsah:	Posouzení na Omezení napětí EN1992-2	
Dátum:	12/04/2014	

Přířezové charakteristiky

Prut	Vyska(mm)	Sírka(mm)	Povrch
14	350	1000	Interier
18	350	1000	Exterier
22	300	1000	Exterier
28	300	1000	Interier
48	500	1000	Dole

h_b Celková výška přířezu

b_b Šírka prvku (1m pás)

M_d Ohybový moment od externého zatížení.

a_t Krytí hlavní výztuže

$a_{t'}$ Krytí tlacivé výztuže

d_w Rozhodující průměr výztuže

A_{st} Plocha výztuže při tahačím napětí

A_{sc} Plocha výztuže při tlacím napětí

A_b Plocha betonového přířezu na 1m šířky

$$A_{b_i} := h_{b_i} \cdot b_{b_i}$$

Vstupné hodnoty:

Prut	As(mm²)	Krytí tah(mm)	d _w tah(mm)	A _{sc} (mm²)	Krytí tlak(mm)	d _w tlak(mm)	A _b (mm²)	Povrch	Návrh výztuže				f _{ck} (Mpa)	f _{yk} (Mpa)
									Tah ks profil	Tlak ks profil	Tlak ks profil	Tah ks profil		
14	3154	45.0	20.0	1136	45.0	12.0	350000.0	Interier	25	20	25	12	50	500
18	3154	45.0	20.0	1640	45.0	20.0	350000.0	Exterier	25	20	13	20	50	500
22	3154	45.0	20.0	1136	45.0	12.0	300000.0	Exterier	25	20	25	12	50	500
28	2019	45.0	16.0	2019	45.0	16.0	300000.0	Interier	25	16	25	16	50	500
48	2019	45.0	16.0	1136	45.0	12.0	500000.0	Dole	25	16	25	12	30	500

$$a_{sc_i} := a_{t'_i} + \frac{d_{w'_i}}{2}$$

$$a_{st_i} := a_{t_i} + \frac{d_{w_i}}{2}$$

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

$$h_{e_i} := h_{b_i} - a_{st_i}$$

$$f_{yk} := f_{yk} \cdot \text{MPa}$$

Vnutorní síly od charakteristické kombinace

Prut	Md-ch(kN)	Nd-ch(kN)	Kombinace	Povrch
14	165.2	74	27	Interier
18	122.8	135	31	Exterier
22	145.2	250	29	Exterier
28	49.8	269	29	Interier
48	69.8	9	29	Dole

Napětí od charakteristické kombinace

Prut	Beton(Mpa)	Ocel TAH(Mpa)	Ocel TLAK(Mpa)
14	12.535	188.131	45.233
18	9.300	127.839	32.912
22	15.227	174.309	54.143
28	5.599	48.429	22.592
48	3.175	81.597	11.788

Vnutorne sily od kvazi stalej kombinacie

Prut	Md-qp(kN)	Nd-qp(kN)	Kombinacia	Povrch
14	46.6	17.7	25	Interier
18	49.9	51	26	Exterier
22	49.8	60.4	26	Exterier
28	15.4	80.3	26	Interier
48	15.15	0.6	27	Dole

Prut	Beton(Mpa)	Ocel TAH(Mpa)	Ocel TLAK(Mpa)
14	3.531	53.563	12.643
18	3.775	52.536	13.239
22	5.194	63.716	17.583
28	1.738	15.568	6.897
48	0.688	18.038	2.510

$$k_1 := 0.6$$

$$k_2 := 0.45$$

Obmedzenia napatia v betone :

$$k_1 \cdot f_{ck_i} =$$

30	MPa
30	
30	
30	
18	

$$k_2 \cdot f_{ck_i} =$$

22.5	MPa
22.5	
22.5	
22.5	
13.5	

Posudenie obmedzenia napatia v betone (EN 1992-2, 7.2) :

$$\text{Posudok}_1 := \text{if} \left(k_1 \cdot f_{ck_i} > \sigma_{b_ch_i}, \text{"Vyhovuje"}, \text{"Nevyhovuje"} \right)$$

Posudok ₁ =	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"

$$\text{Posudok}_2 := \text{if} \left(k_2 \cdot f_{ck_i} > \sigma_{b_qp_i}, \text{"Vyhovuje"}, \text{"Nevyhovuje"} \right)$$

Posudok ₂ =	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"

Obmedzenia napatia vo vystuzi:

Sucinitele obmedzenia napatia :

$k_3 := 0.8$

Obmedzenia napatia vo vystuzi :

$k_3 \cdot f_{yk_i} =$

400	MPa
400	
400	
400	
400	

Posudenie obmedzenia napatia v betone (EN 1992-2, 7.2) :

$Posudok_{3_i} := \text{if} \left(k_3 \cdot f_{yk_i} > \sigma_{st_ch_i}, \text{"Vyhovuje"}, \text{"Nevyhovuje"} \right)$

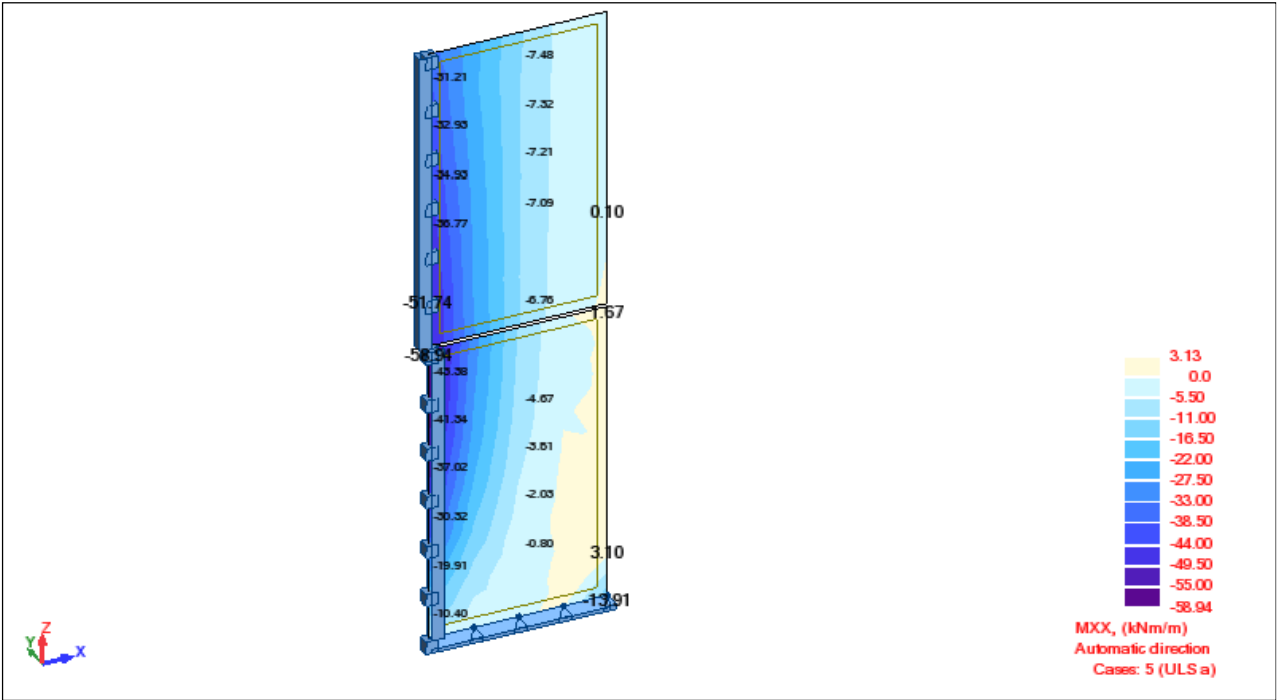
Posudok ₃ =	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"
	"Vyhovuje"

Kapitola 15

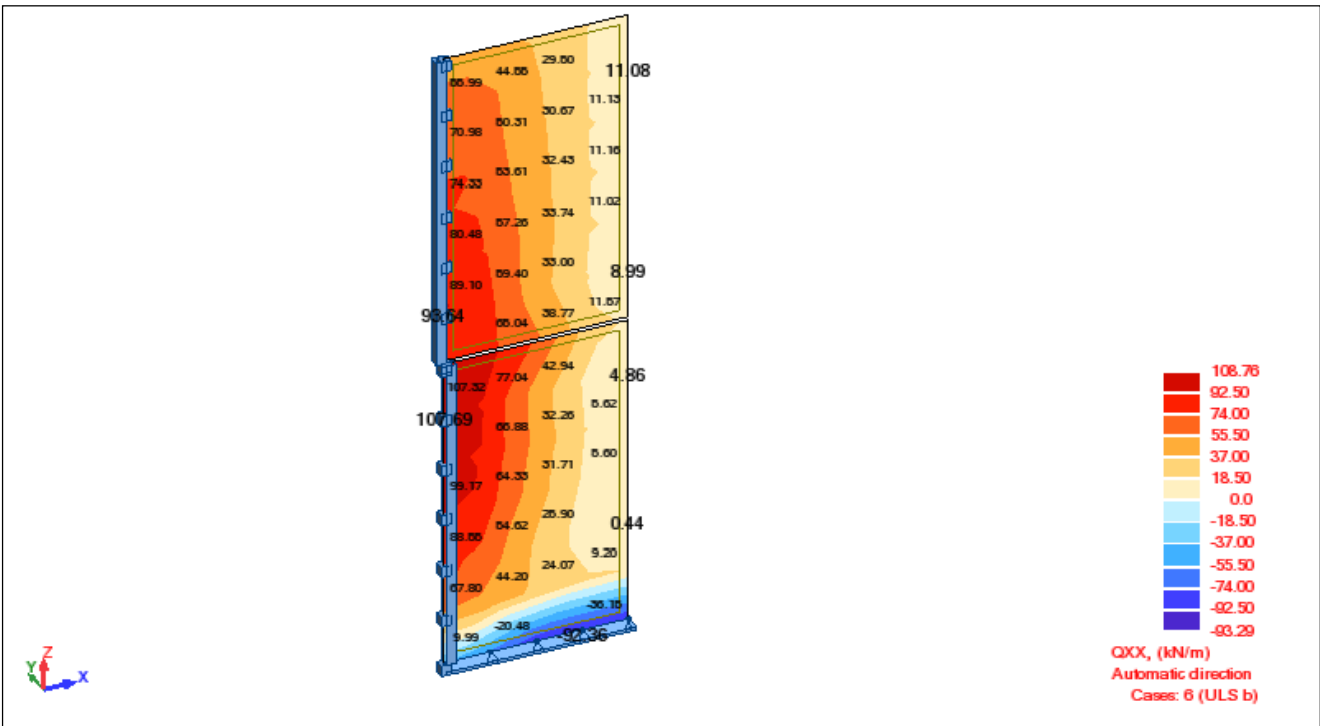
Návrh a posúdenie čelných stien (MSU)



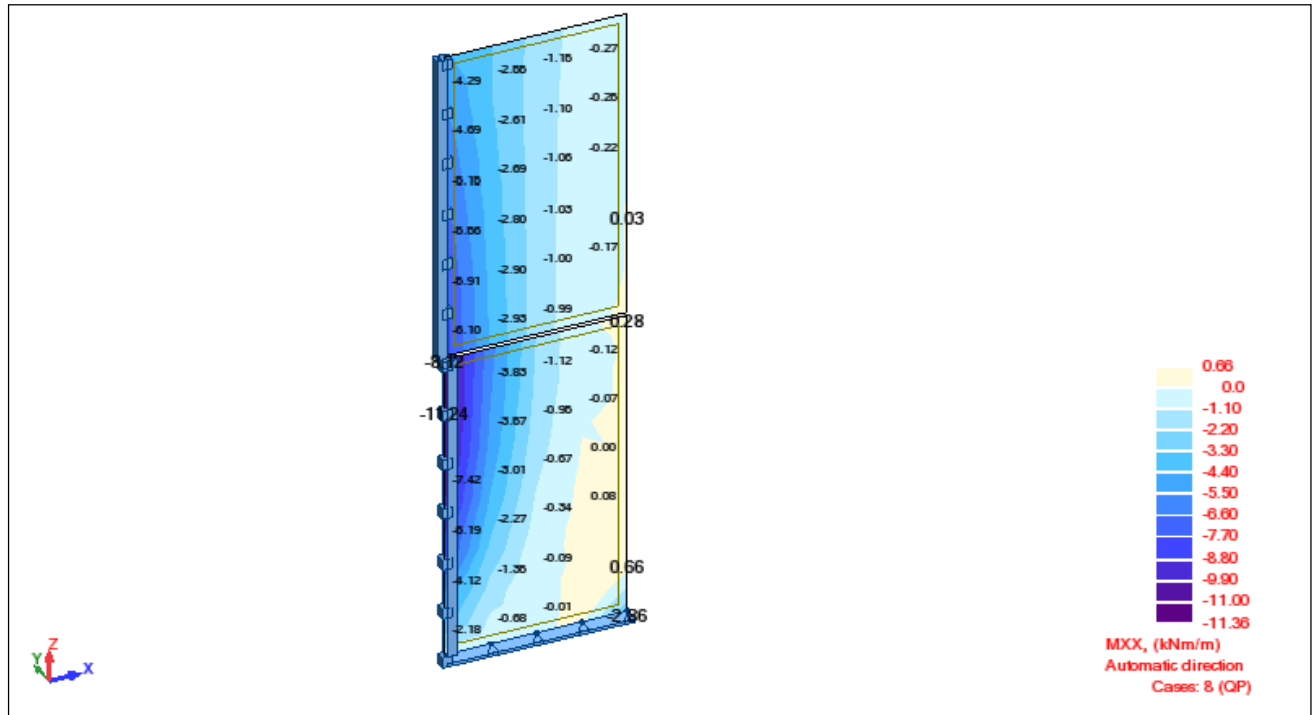
MXX (kNm/m) Automatic direction Cases: 5 (ULS a)



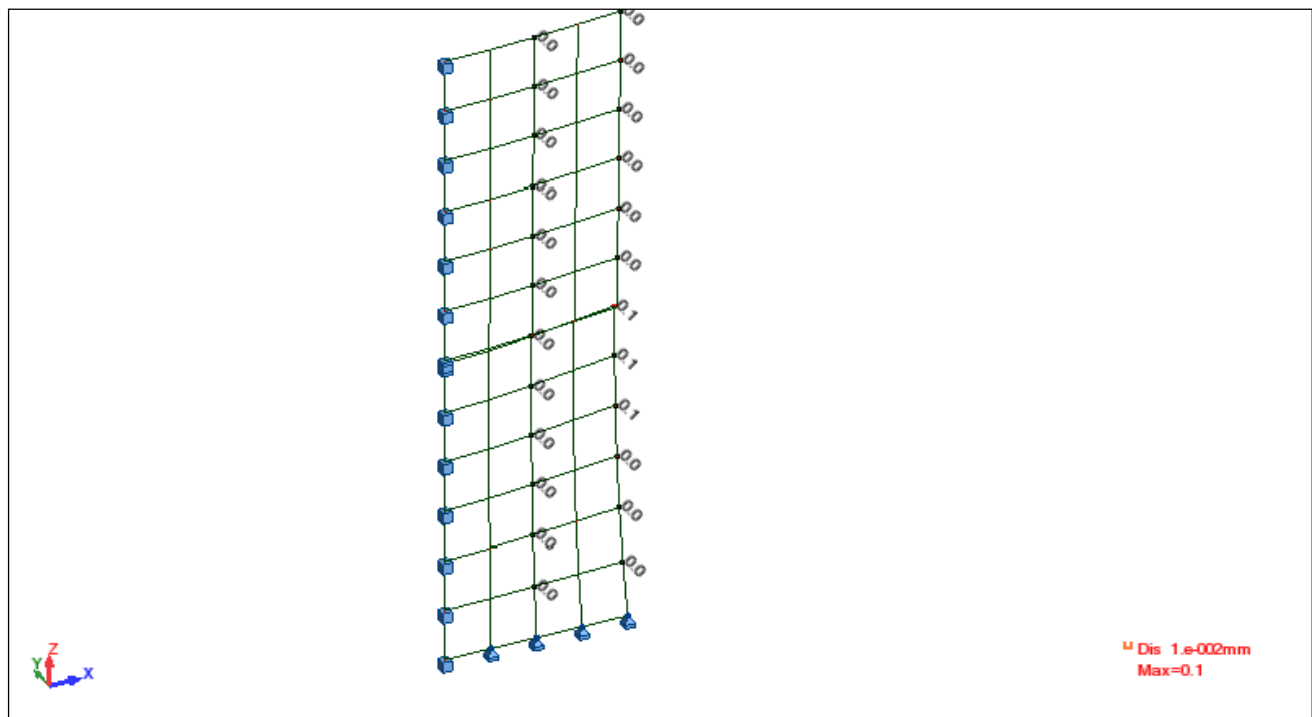
View - QXX (kN/m) Automatic direction Cases: 6 (ULS b)



View - MXX (kNm/m) Automatic direction Cases: 8 (QP)



View - Deformation, Cases: 8 (QP)



Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	Celne kridla	
Obsah:	Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
Dátum:	12/04/2014	

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
1	300	1000	45	45	6.66	12	752.8	6.66	12	752.8	0	2
2	350	1000	45	45	6.66	12	752.8	6.66	12	752.8	0	

i := 1..n

$$S_i := \frac{b_i}{n_{1_i} \text{ if } n_{1_i} > 0} \\ 10000000 \text{ otherwise}$$

$$h_i := h \cdot mnr \quad b_i := b \cdot mnr \quad c_{1_i} := c_1 \cdot mnr \quad c_{2_i} := c_2 \cdot mnr \\ A_{s1_i} := A_{s1} \cdot mm^2 \quad A_{s2_i} := A_{s2} \cdot mm^2 \quad A_{c_i} := h_i \cdot b_i \quad E_{bar_i} := E_{bar}$$

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

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

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

Bar	MEd (kNm)	NEd (kN)	MEk (kNm)	NEk (kN)	Ved (kN)	Load Case
1	53	0.1	9	0.1	94	ULSa
2	59	0.1	12	0.1	110	ULSb

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 -Ramená ťahanej výstuže

z₂ -Ramená tlačenej výstuže

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 $f_{yk} := f_{yk}$ MPa

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

$$\gamma_{s_steel} \equiv 1.15$$

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

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

ϵ_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu

γ_c - Parciálny faktor spoľahlivosti betónu

α_{cc} - Súčiniteľ dlhodobej pevnosti betónu v tlaku

η - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

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

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

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

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

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

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

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

CI 3.1.2.9

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Projekt:	13302-Predbor-Most ev.c. 4051-2	Job No. 13302
Objekt:	Celne kridla	
Obsah:	Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
Dátum:	30/7/2014	

Reference: C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\Head walls\MathCAD D

$$h := h \quad b := b \quad c_1 := c_1 \quad c_2 := c_2 \quad i := 1..n$$

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

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

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

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

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

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

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

n - Počet posudzovaných prútov

h - Výška prierezu

b - Šírka prierezu (1bm)

c₁ - Krytie výstuže pri ťahanom vlákne

c₂ - Krytie výstuže pri tlačnom vlákne

M_{Ed} - Návrhová hodnota momentu od zaťaženia

N_{Ed} - Návrhová hodnota normálovej sily od zaťaženia

φ₁ - Priemer ťahovej výstuže

φ₂ - Priemer tlakovej výstuže

φ_{st} - Priemer priečnej výstuže

n₁ - Počet prútov ťahovej výstuže na 1bm

n₂ - Počet prútov tlakovej výstuže na 1bm

A₁ - Plocha ťahovej výstuže na 1bm

A₂ - Plocha tlakovej výstuže na 1bm

e_o - Minimálna výstrednosť tlakovej sily

d - Účinná výška prierezu

z₁ - Rameno vnútorných síl

z₂ - Rameno vnútorných síl

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETÓN:

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

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

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

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

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

f_{ck} - Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku

ε_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu v tlaku

γ_c - Súčiniteľ spoľahlivosti betónu

α_{cc} - Súčiniteľ dlhodoberej spoľahlivosti betónu

η - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku ku tlakovej

zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

VÝSTUŽ: B500B

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

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

$$\epsilon_{yd} = 0.002174$$

$$\gamma_s = 1.15$$

f_{yk} - Charakteristická pevnosť výstuže v ťahu

E_s - Modul pružnosti výstuže

γ_s - Súčiniteľ spoľahlivosti výstuže

f_{yd} - Návrhová pevnosť výstuže v ťahu

ε_{yd} - Pomerné pretvorenie výstuže v ťahu

VÝPOČ ET VÝSTREDNOSTI NAMÁHANÝCH PRIEREZOV:

$$\xi_{bal1} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) + \varepsilon_{yd}} \quad \xi_{bal2} := \frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck})}{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) - \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal1} = 0.617 \quad \xi_{bal2} = 2.644$$

$$N_{Rdbal_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot \xi_{bal1} \cdot b_i \cdot d_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} + (A_{s2_i} - A_{s1_i}) \cdot f_{yd}$$

$$Výstrednost_i := \text{if}(N_{Rdbal_i} < |N_{Ed_i}|, \text{"ERROR"}, \text{"Velká výstrednost"})$$

$$Výstrednost = \begin{pmatrix} \text{"Velká výstrednost"} \\ \text{"Velká výstrednost"} \end{pmatrix}$$

Ak je "Vel" ká výstrednost", $\sigma_{s1}=f_{yd}$

Ak je "ERROR" $\sigma_{s1}<f_{yd}$ a tento výpočet neplatí

POSÚDENIE:

$$\sigma_{s2_i} := \text{root} \left[\frac{\varepsilon_{cu3}(f_{ck}) \cdot \left(\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}} - d_{2_i} \right)}{\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}} \cdot E_s - \sigma_{s2}, \sigma_{s2} \right]$$

$$\sigma_{s2_i} := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s2_i} < 0 \\ f_{yd} & \text{if } \sigma_{s2_i} > f_{yd} \\ \sigma_{s2_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

σ_{s2} - Napätie v tlačenej výstuži

x - Poloha neutrálnej osi

N_{Rdbal} - Normálová sila na medzi veľkej a malej výstrednosti

M_{Rd} - Moment na medzi únosnosti

$$x_i := \frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEDZI ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot x_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (h_i - \lambda(f_{ck}) x_i) + A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} \cdot z_{2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd} \cdot z_{1_i}$$

Bar	x (mm)	σ_{s2} (Mpa)	M_{ED} (kN*m)	M_{RD} (kN*m)	Utilization	Result
1	0.014	0.0	53.0	79.6	66.6%	OK
2	0.014	0.0	59.0	96.0	61.5%	OK

REKAPITULÁCIA NÁVRHU:

Bar	Tension steel / 1m			Compression steel / 1m		
	n1 (pcs/1m)	f _{i.1} (mm)	A _{s1} (mm²/m)	n2 (pcs/1m)	f _{i.2} (mm)	A _{s2} (mm²/m)
1	6.66	12	752.8464	6.66	12	752.8464
2	6.66	12	752.8464	6.66	12	752.8464

Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	Celne kridla	
Obsah:		
Dátum:	Ing Rastislav Schreiber	#####



Reference:C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\Head walls\MathCAD D

UŽ 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 ODOLNOSŤ 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 Š MYKOVÝM VYSTUŽ ENÍM:

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

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

VÝPOČ ET SKLONU TLAKOVEJ DIAGONÁLY θ

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

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

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 STRMEŇ OV A SPÔN (na 1000 x 1000mm)

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

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

MINIMÁLNY STUPEŇ VYSTUŽ ENIA (na 1000 x 1000mm)

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

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

MAXIMÁLNA VZDIALENOSŤ STRMEŇOV A SPŇOV:

Pozdĺžny smer:

$$\phi_i := \min(\phi_{1_i}, \phi_{2_i})$$

$$s1_{max_i} := \min(15 \cdot \phi_i, 300mm)$$

Priečny smer:

$$s2_{max_i} := 300mm$$

PRÍDAVNÁ HLAVNÁ VÝSTUŽ :

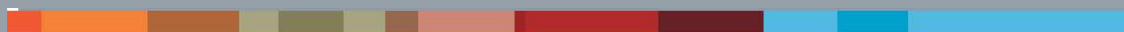
$$\Delta F_{sd_i} := 0.5 \cdot Ved_i \cdot \frac{1}{\tan(\theta_i)}$$

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

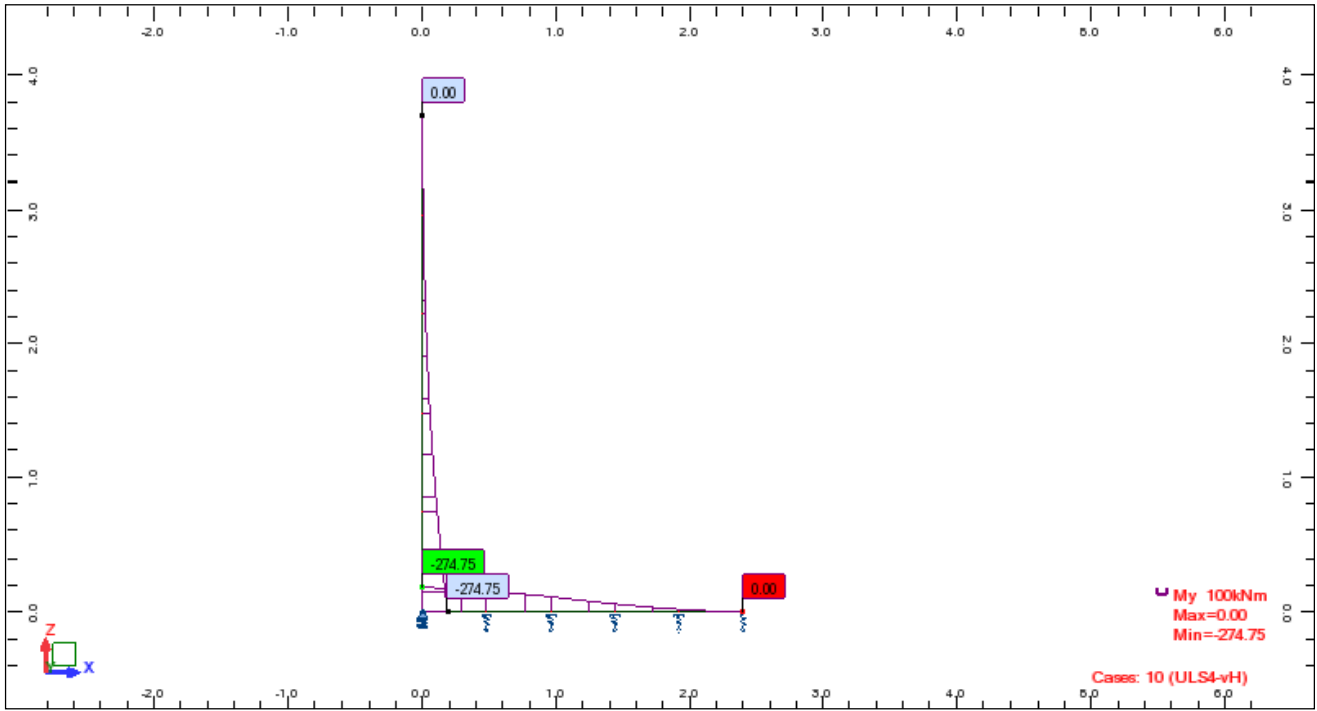
Prút	Šmyková odolnosť prvkov bez šmyk. výstuže (kN)	Min plocha šmyk. výstuže (mm2/m2)	Potrebná plocha šmyk. výstuže (mm2/m2)	Navrhnutá plocha šmyk. výstuže (mm2/m2)	Vzdialenosť strmeňov v pozdĺžnom smere (mm)	Vzdialenosť spŇov v priečnom smere (mm)	Prídavná hlavná výstuž (mm2)	Kontrola tlakovej diagonály (kN)
1	161	1131	0	1131	180	300.0	0	1059
2	181	1131	0	1131	180	300.0	0	1271

Kapitola 16

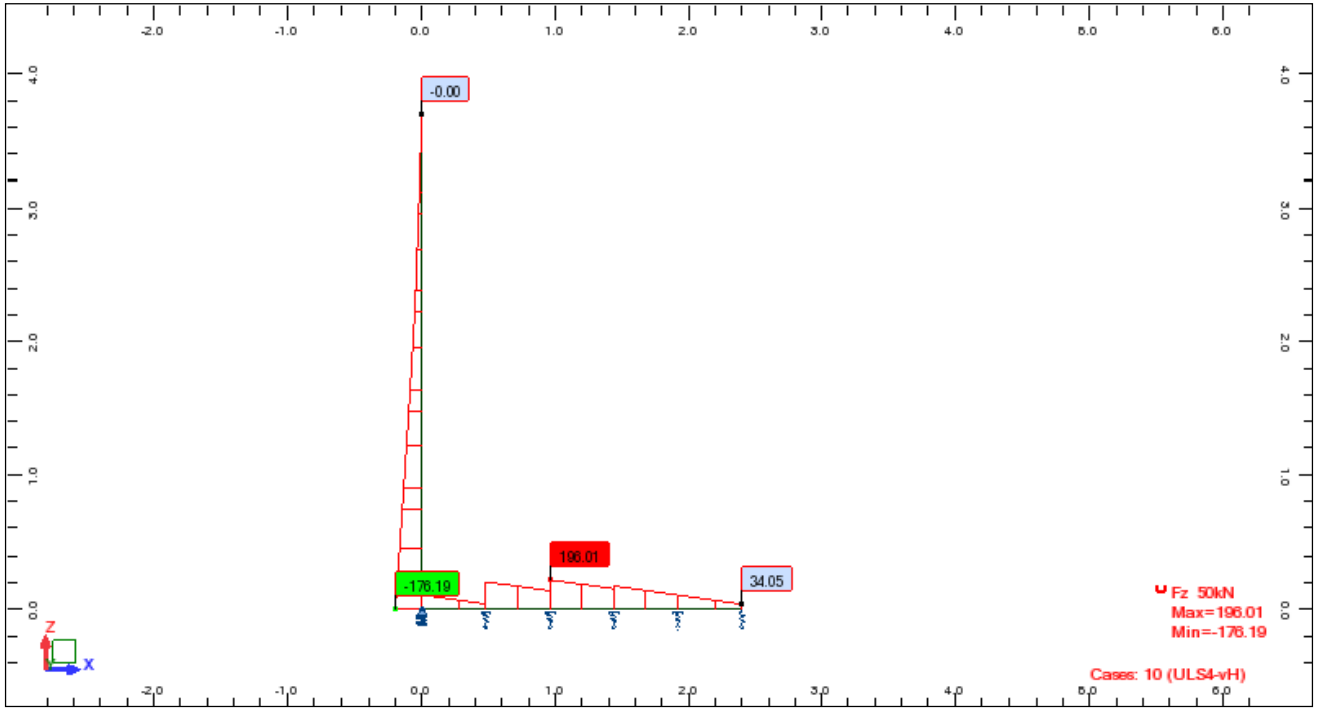
Návrh a posúdenie krídlových stien (MSU



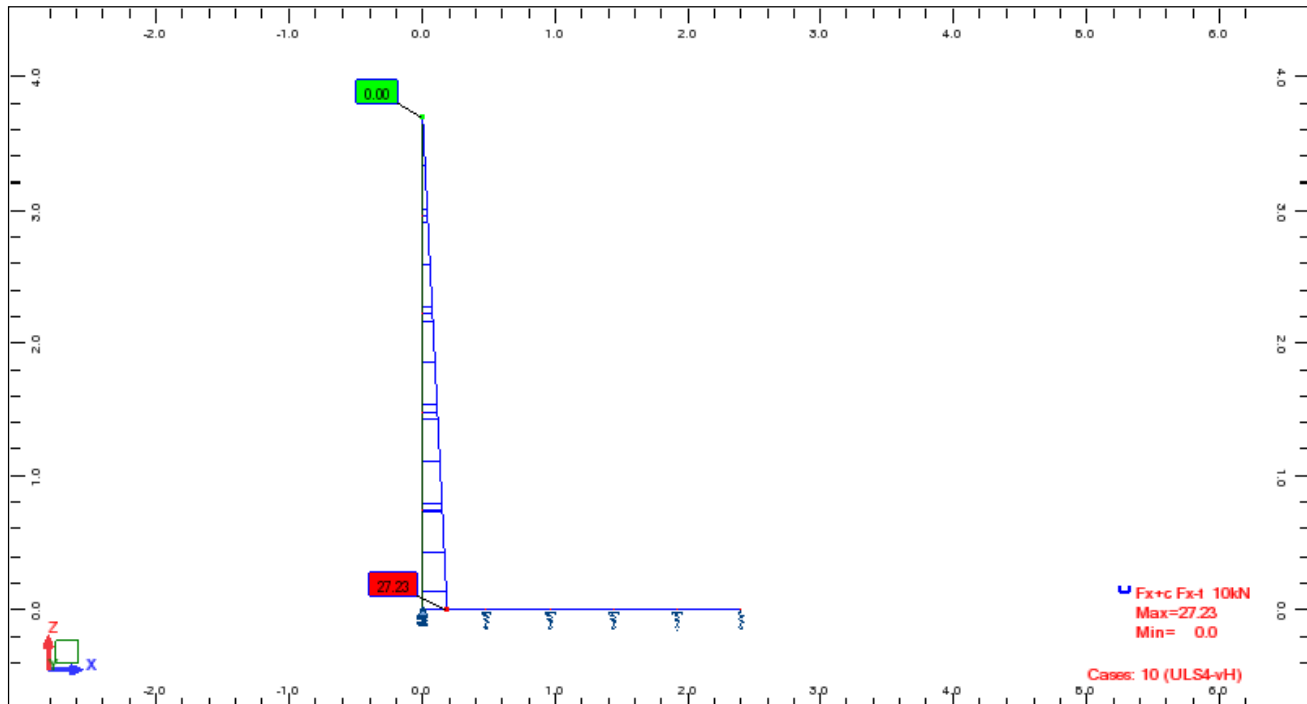
View - MY, Cases: 10 (ULS4-vH)



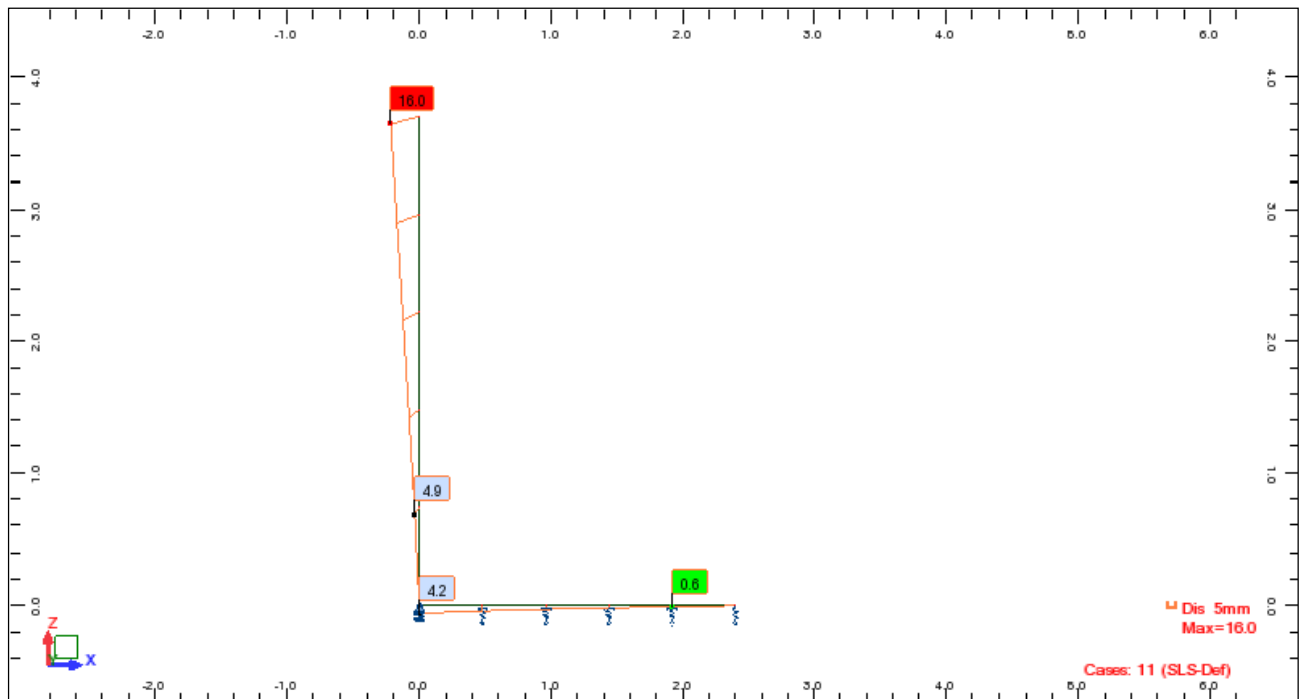
View - FZ, Cases: 10 (ULS4-vH)



View - FX, Cases: 10 (ULS4-vH)



View - Exact deformation(s), Cases: 11 (SLS-Def)



Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	Kridlove Steny	
Obsah:	Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
Dátum:	12/04/2014	

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
1	300	1000	45	45	10	20	3140	10	12	1130	12	1

i := 1..n

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

$$h_i := h \cdot \text{mm} \quad b_i := b \cdot \text{mm} \quad c_{1_i} := c_1 \cdot \text{mm} \quad c_{2_i} := c_2 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s1_i} := A_{s1} \cdot \text{mm}^2 \quad A_{s2_i} := A_{s2} \cdot \text{mm}^2 \quad A_{c_i} := h_i \cdot b_i \quad E_{i_i} := E_i$$

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

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

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

Bar	MEd (kNm)	Fzuls	Fxuls	Ved (kN)	Load Case
1	275	106	196	196	ULS4-vH

h -Výška prierezu

b -Šírka prierezu (1m)

c₁ -Nominálne krytie ťahaný povrch

c₂ -Nominálne krytie tlačný povrch

φ₁ -Priemer ťahanej výstuže

φ₂ -Priemer tlačnej 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 tlačnej výstuže (na 1m)

e₀ -Excentricita normálovej sily

d -Účinná výška prierezu

z₁ -Rameno ťahanej výstuže

z₂ -Rameno tlačnej výstuže

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 $f_{yk} := f_{yk}$ MPa

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

$$\gamma_{s_steel} \equiv 1.15$$

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

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

ϵ_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu

γ_c - Parciálny faktor spoľahlivosti betónu

α_{cc} - Súčiniteľ dlhodobej pevnosti betónu v tlaku

η - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej zóny betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

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

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

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

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

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

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

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

CI 3.1.2.9

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Projekt:	13302-Predbor-Most ev.c. 4051-2	Job No. 13302
Objekt:	Kridlove Steny	
Obsah:	Bending Moment Design EN1992-1-1-04	
Dátum:	30/7/2014	

Reference: C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\WW\MathCAD Design

$$h := h \quad b := b \quad c_1 := c_1 \quad c_2 := c_2 \quad i := 1..n$$

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

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

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

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

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

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

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

n - Počet posudzovaných prútov

h - Výška prierezu

b - Šírka prierezu (1bm)

c₁ - Krytie výstuže pri ťahanom vlákne

c₂ - Krytie výstuže pri tlačnom vlákne

M_{Ed} - Návrhová hodnota momentu od zaťaženia

N_{Ed} - Návrhová hodnota normálovej sily od zaťaženia

φ₁ - Priemer ťahovej výstuže

φ₂ - Priemer tlakovej výstuže

φ_{st} - Priemer priečnej výstuže

n₁ - Počet prútov ťahovej výstuže na 1bm

n₂ - Počet prútov tlakovej výstuže na 1bm

A₁ - Plocha ťahovej výstuže na 1bm

A₂ - Plocha tlakovej výstuže na 1bm

e₀ - Minimálna výstrednosť tlakovej sily

d - Účinná výška prierezu

z₁ - Rameno vnútorných síl

z₂ - Rameno vnútorných síl

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETÓN:

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

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

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

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

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

f_{ck} - Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku

ε_{cu3} - Pomerné pretvorenie betónu v tlaku

γ_c - Súčiniteľ spoľahlivosti betónu

α_{cc} - Súčiniteľ dlhodobej spoľahlivosti betónu

η - Súčiniteľ tlakovej pevnosti betónu

λ - Súčiniteľ definujúci efektívnu výšku tlačenej

zóna betónu

f_{cd} - Návrhová pevnosť betónu v tlaku

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

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_{yk} - Charakteristická pevnosť výstuže v ťahu

E_s - Modul pružnosti výstuže

γ_s - Súčiniteľ spoľahlivosti výstuže

f_{yd} - Návrhová pevnosť výstuže v ťahu

ε_{yd} - Pomerné pretvorenie výstuže v ťahu

VÝPOČET VÝSTREDNOSTI NAMÁHANÝCH PRIEREZOV:

$$\xi_{bal1} := \frac{\epsilon_{cu3}(f_{ck})}{\epsilon_{cu3}(f_{ck}) + \epsilon_{yd}} \quad \xi_{bal2} := \frac{\epsilon_{cu3}(f_{ck})}{\epsilon_{cu3}(f_{ck}) - \epsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal1} = 0.617 \quad \xi_{bal2} = 2.644$$

$$N_{Rdbal_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot \xi_{bal1} \cdot b_i \cdot d_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} + (A_{s2_i} - A_{s1_i}) \cdot f_{yd}$$

$$Výstrednost_i := \text{if}(N_{Rdbal_i} < |N_{Ed_i}|, "ERROR", "Velká výstrednost")$$

$$Výstrednost = ("Velká výstrednost")$$

Ak je "Velká výstrednost", $\sigma_{s1} = f_{yd}$

Ak je "ERROR" $\sigma_{s1} < f_{yd}$ a tento výpočet neplatí

POSÚDENIE:

$$\sigma_{s2_i} := \text{root} \left[\frac{\epsilon_{cu3}(f_{ck}) \cdot \left(\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}} - d_{2_i} \right)}{\frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}} \cdot E_s - \sigma_{s2}, \sigma_{s2} \right]$$

$$\sigma_{s2_i} := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s2_i} < 0 \\ f_{yd} & \text{if } \sigma_{s2_i} > f_{yd} \\ \sigma_{s2_i} & \text{otherwise} \end{cases}$$

σ_{s2} - Napätie v tlačenej výstuži

x - Poloha neutrálnej osi

N_{Rdbal} - Normálová sila na medzi veľkej a malej výstrednosti

M_{Rd} - Moment na medzi únosnosti

$$x_i := \frac{|N_{Ed_i}| - A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd}}{\lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd}}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEDZI ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd_i} := \lambda(f_{ck}) \cdot b_i \cdot x_i \cdot \eta(f_{ck}) \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (h_i - \lambda(f_{ck}) \cdot x_i) + A_{s2_i} \cdot \sigma_{s2_i} \cdot z_{2_i} + A_{s1_i} \cdot f_{yd} \cdot z_{1_i}$$

Bar	x (mm)	σ_{s2} (Mpa)	M_{ED} (kN*m)	M_{RD} (kN*m)	Utilization	Result
1	0.064	13.5	277.1	301.0	92.1%	OK

REKAPITULÁCIA NÁVRHU:

Bar	Tension steel / 1m			Compression steel / 1m		
	n1 (pcs/1m)	f _{i.1} (mm)	A _{s1} (mm²/m)	n2 (pcs/1m)	f _{i.2} (mm)	A _{s2} (mm²/m)
1	10	20	3140	10	12	1130.4

Projekt:	14311-Chomutov-Trebusice-most v km56.239	Job No. 14311
Objekt:	Kridlove Steny	
Obsah:	Shear Resistance	
Dátum:	Ing Rastislav Schreiber	#####

 Reference: C:\Live folder\JOBS POTENTIAL\14311-MOCHO-most v km 48,735\Calculations\14311_OC1 4.5x3.1\Rev_0\MathCAD\WW\MathCAD Design

UŽ 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 ODOLNOSŤ 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 SPÔN (na 1000 x 1000mm)

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

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

MINIMÁLNY STUPEŇ VYSTUŽENIA (na 1000 x 1000mm)

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

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

MAXIMÁLNA VZDIALENOSŤ STRMEŇOV A SPŇOV:

Pozdĺžny smer:

$$\phi_i := \min(\phi_{1_i}, \phi_{2_i})$$

$$s1_{max_i} := \min(15 \cdot \phi_i, 300mm)$$

Priečny smer:

$$s2_{max_i} := 300mm$$

PRÍDAVNÁ HLAVNÁ VÝSTUŽ :

$$\Delta F_{sd_i} := 0.5 \cdot Ved_i \cdot \frac{1}{\tan(\theta_i)}$$

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

Prút	Šmyková odolnosť prvkov bez šmyk. výstuže (kN)	Min plocha šmyk. výstuže (mm ² /m ²)	Potrebná plocha šmyk. výstuže (mm ² /m ²)	Navrhnutá plocha šmyk. výstuže (mm ² /m ²)	Vzdialenosť strmeňov v pozdĺžnom smere (mm)	Vzdialenosť spŇov v priečnom smere (mm)	Prídavná hlavná výstuž (mm ²)	Kontrola tlakovej diagonály (kN)
1	228	1131	0	1131	180	300.0	0	1003

Kapitola 17

Zaťažiteľnosť mostnej konštrukcie



A/ identifikace mostu

TÚ: 0602 Most (včetně) - Chomutov os.n. (včetně, bez seř.n.)

DÚ: B1 Žst. Třebušice

B/ Identifikace části mostu

Rekonstrukce mostu

C/ Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti : C

Normální zatížitelnost' od ohybového momentu :							
Prút	Povrch	Kombinácia	Med (kNm)	MRd (kNm)	Mstale (kNm)	MLM ₇₁ (kNm)	Z _{LM71}
14-Mostovka	Dole	32	337.7	379.4	43	294.7	1.26
18-Mostovka	Hore	82	188.7	215.3	41.8	146.9	1.30
22-Stěna	Exterier	36	264.7	338	43.7	221	1.46
28-Stěna	Interier	36	122.1	250.8	4.5	117.6	2.30
48-Patka-ext	Dole	36	150.6	373.4	9.5	141.1	2.84