

**III/11456, Tvoršovice, most ev.č. 11456-1
přes potok – oprava**

**Stupeň projektu
PDPS**

Objekt SO 201

Most ev. č. 11456-1

Statický výpočet – část 1

Obsah

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	4
2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU	5
3	ÚVOD	6
4	POUŽITÁ LITERATURA A SOFTWARE	7
5	PŘEHLEDNÁ SCHÉMATA.....	8
6	POSOUZENÍ OPĚR A STŘEDNÍ PODPĚRY	10
6.1	Přehledné schémata.....	10
6.1.1	Opěra.....	10
6.1.2	Podpěra	10
6.2	Vnitřní síly	11
6.2.1	Opěra.....	11
6.2.2	Podpěra	13
6.2.3	Kritéria posouzení.....	15
6.3	Posouzení základového PÁSU – OHYB	16
6.3.1	Opěra.....	16
6.3.2	Podpěra	18
6.3.3	Rozhodující namáhání.....	20
6.3.4	Posouzení konstrukčních zásad v podélném směru	20
6.3.5	Příčný směr – rozdělovací výztuž.....	21
6.4	Posouzení základového pasu – SMYK	22
6.4.1	Opěra a podpěra.....	22
7	POSOUZENÍ VZPĚRY ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ.....	25
8	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	28
8.1	Charakteristiky globálního výpočtového modelu	28
8.2	Schéma globálního výpočtového modelu.....	28
8.3	Průřezy	30
8.3.1	Nosná konstrukce – Prutový model.....	30
8.3.2	Nosná konstrukce – Deskostěnový model	30
8.3.3	Spodní stavba – Deskostěnový model.....	30
8.4	Materiály	30
8.5	Fáze výstavby.....	31
8.6	Výpočet zatížení	32
8.6.1	Vlastní tíha – g_0	32
8.6.2	Ostatní stálé zatížení – g_1	32
8.6.3	Účinky dotvarování a smršťování	33
8.6.4	Poklesy podpor.....	35
8.6.5	Klidový zemní tlak.....	35
8.6.6	Zatížení silniční dopravou.....	35
8.6.7	Vodorovné síly.....	37
8.6.8	Zatížení teplotou	38
8.6.9	Zatížení větrem.....	38
8.6.10	Mimořádné zatížení	41
8.7	Kombinace zatížení	42
9	POSOUZENÍ STĚN PODPĚR	44

9.1	Průběhy vnitřních sil	44
9.2	Návrh a posouzení svislé výztuže ve stěně	50
9.3	Kontrola konstrukčních zásad pro střední podpěru	54
9.4	Návrh a posouzení vodorovné výztuže ve stěně (nad základem)	55
10	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A MEZNÍ STAV	
	POUŽITELNOSTI	56
10.1	Vnitřní síly	56
10.1.1	Obálka vnitřních sil v charakteristické kombinaci zatížení	56
10.1.2	Obálka vnitřních sil v kvazistálé kombinaci zatížení	59
10.1.3	Obálka vnitřních sil v MSÚ-STR	62
10.2	Posouzení nosné konstrukce	65
10.2.1	Předpoklady posouzení	65
10.2.2	Návrh výztuže	65
10.2.3	Podélná výztuž – vnější pata klenby – $t = 450 \text{ mm}$	66
10.2.4	Podélná výztuž – vrchol klenby – $t = 450 \text{ mm}$	70
10.2.5	Podélná výztuž – vnitřní pata klenby – $t = 450 \text{ mm}$	74
10.2.6	Posouzení konstrukčních zásad	78
10.3	Příčný směr – rozdělovací výztuž	79
10.3.1	Konstrukční zásady	79
10.4	Posouzení smykového namáhání	80
11	POSOUZENÍ KŘÍDEL A PARAPETNÍCH NOSNÍKŮ	82
11.1	Obálka vnitřních sil – parapetní nosníky a křídla	82
11.2	Levý parapetní nosník (na výtoku)	84
11.2.1	Svislá výztuž – $t=800\text{mm}$	84
11.2.2	Podélná výztuž – $t=800\text{mm}$	86
11.2.3	Svislá výztuž – $t=300\text{mm}$	88
11.2.4	Podélná výztuž – $t=300\text{mm}$	90
11.3	Pravý parapetní nosník (na vtoku)	92
11.3.1	Svislá výztuž – $t=800\text{mm}$	92
11.3.2	Podélná výztuž – $t=800\text{mm}$	93
11.3.3	Svislá výztuž – $t=300\text{mm}$	94
11.3.4	Podélná výztuž – $t=300\text{mm}$	95
11.4	Posouzení konstrukčních zásad smykové výztuže	96
12	ZÁVĚR	97

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Stavba:	III/11456, Tvoršovice, most ev. č. 11456-1 přes potok-oprava
Stavební objekt:	Most ev. č. 11456-1
Kraj:	Středočeský
Katastrální území:	Tvoršovice
Investor:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, přísp. org. Zborovská 11, 150 21 Praha 5 150 21 Praha 5
Uvažovaný správce mostu:	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, přísp. org. Zborovská 11, 150 21 Praha 5 150 21 Praha 5
Účel dokumentace:	PDPS
Projektant:	4bridges s. r. o. Slunná 541/27, 162 00 Praha 6 - Střešovice
Pozemní komunikace:	III/11456

2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Charakteristika mostu:	Most pozemní komunikace přes vodoteč, o dvou otvorech, jednopodlažní s horní mostovkou, nepohyblivý, trvalý, prostorově nezakřivený, kolmý, masivní, plnostěnný, otevřeně uspořádaný, s neomezenou volnou výškou.
Délka přemostění ¹ :	8,80 m
Délka mostu ¹ :	17,40 m
Délka nosné konstrukce ¹ :	9,14 m
Rozpětí jednotlivých polí ¹ :	4,14 + 4,14 m
Šikmost mostu:	kolmý
Šířka mezi obrubami:	5,80 m
Šířka mezi parapetními zídkami:	6,80 m
Šířka průchozího prostoru:	-
Šířka mostu:	7,80 m
Výška mostu nad terénem ² :	3,13 m
Stavební výška:	1,86 m
Plocha NK mostu ³ :	74,10 m ²
Zatížení mostu:	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou, ČSN EN 1991-2 ed. 2 Tabulka NA.5 – Zvláštní vozidla pro silnice III. Třídy v pozemních komunikacích skupiny 1: LM3=900/150

Požadovaná zatížitelnost mostu bude:

$$V_n = 32 \text{ t}, V_r = 80 \text{ t}, V_e = 200 \text{ t}$$

¹ Měřeno v ose pozemní komunikace

² Rozdíl nivelety a dna vodního toku v bodě křížení

³ Šířka nosné konstrukce x délka nosné konstrukce

3 ÚVOD

Charakteristika objektu

Nosnou konstrukci mostního objektu tvoří dvě klenby ze železobetonu výšky 0,450 m o světlosti 3,80 m, rozpětí 4,14 m a celkové délce nosné konstrukce 10,00 m. Opěry jsou masivní monolitické betonové s vetknutými rovnoběžnými křídly.

Celý most je veden v přímé. V místě mostu je veden vrcholový výškový oblouk o poloměru $R = 500$ m s délkou tečen $t = 4,68$ m, z čehož vyplívá proměnný podélný sklon. Příčný sklon je jednostranný 2,50 %.

Příčný řez mostu je tvořen železobetonovou klenbou obdélníkového průřezu šířky $b = 7,80$ m a výšky $h = 0,45$ m a dvěma parapetními nosníky z železobetonu o výšce ve vrcholu klenby na výtoku cca 2,70 m a na vtoku cca 1,75 m a proměnné tloušťce, která se pohybuje od 800 mm do 300 mm.

Popis výpočtových modelů

Pro vyšetření účinků zatížení na konstrukci byl vytvořen prutový a následně i prostorový model ve výpočetním softwaru MIDAS Civil 2019. Na tyto vytvořené modely byli aplikovány veškeré příslušné nahodilé a stálé zatížení, jež na konstrukci v průběhu celé její životnosti budou působit. Z těchto zatížení byly následně vytvářeny kombinace v souladu s ČSN EN 1990.

V prutovém modelu byla konstrukce nahrazena pruty, jež mají shodnou geometrii se střednicí kleneb a spodní stavby. Průřezové charakteristiky příslušných prutů odpovídají příčným řezům skutečné konstrukce.

V deskostěnovém modelu byla modelována kromě nosné konstrukce a spodní stavby také křídla a parapetní nosníky. Byl posouzen také mimořádný zatěžovací stav nárazu vozidla do obou parapetních nosníků, jež byl pro parapetní nosníky z hlediska návrhu rozhodující.

V prutovém i deskostěnovém modelu bylo zohledněno dotvarování a smršťování betonu nosné konstrukce mostu prostřednictvím postupné výstavby.

Prutový model sloužil především pro kontrolu podélného chování konstrukce u deskostěnového modelu. Pro posouzení a návrh výztuže v podélném a příčném směru nosné konstrukce, křídel a parapetních nosníků se vyšetřovali výsledky z deskostěnového modelu, jež zohledňuje i vliv lokálních namáhání a lépe vystihuje konstrukci jako celek.

Materiály

Beton NK (deska).....	C30/37
Beton spodní stavby.....	C30/37
Betonářská ocel.....	B 500B (dříve 10 505 (R))

4 POUŽITÁ LITERATURA A SOFTWARE

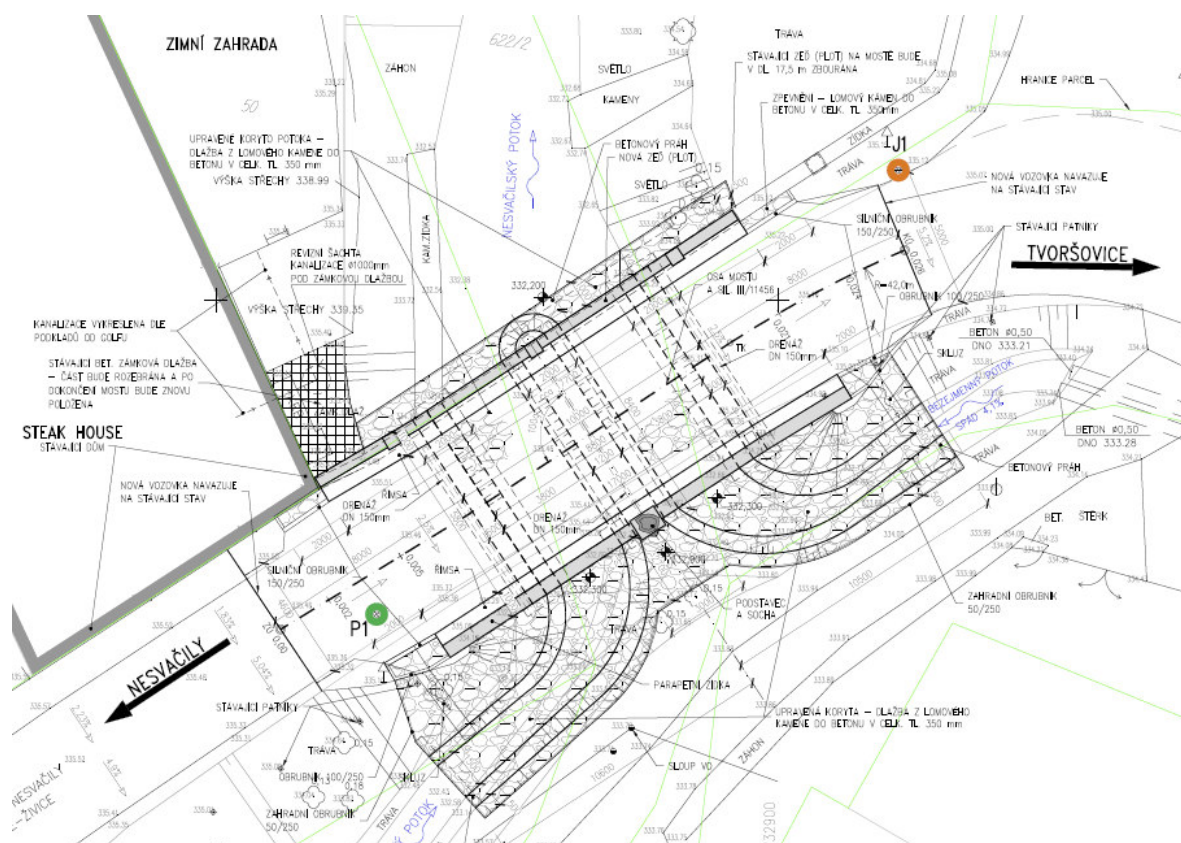
Použité normy

- | | | |
|-----|------------------------|---|
| [1] | ČSN EN 1990 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| [2] | ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| [3] | ČSN EN 1991-1-4 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem |
| [4] | ČSN EN 1991-1-5 | Eurokód Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou |
| [5] | ČSN EN 1991-1-6 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění |
| [6] | ČSN EN 1991-2 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou |
| [7] | ČSN EN 1992-1-1 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby |
| [8] | ČSN EN 1992-2 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady |

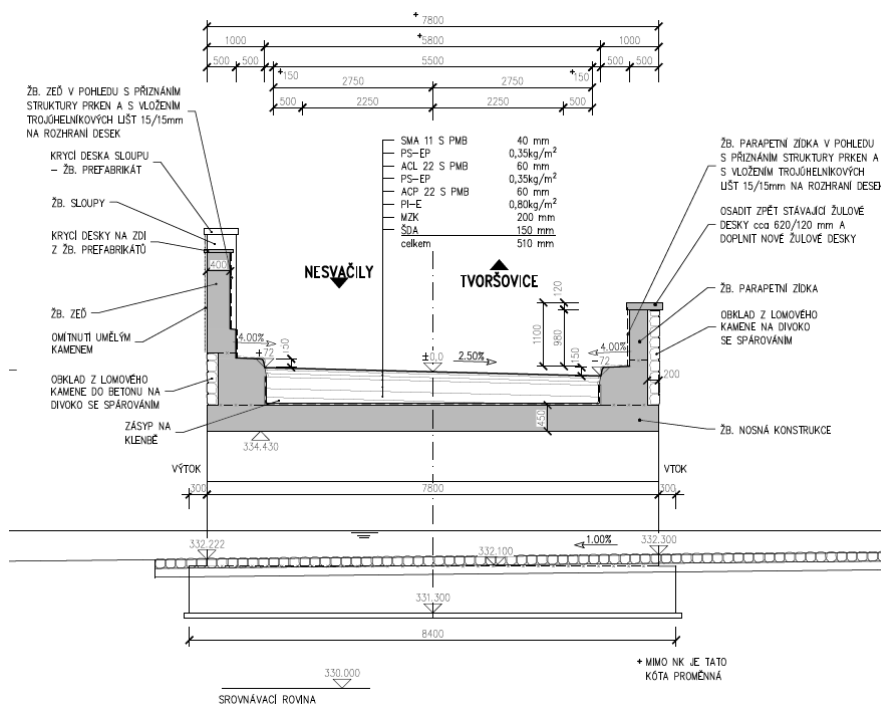
Použitý software

Výpočty nosných konstrukcí – MIDAS Civil 2019
Dimenzování betonových konstrukcí – BetPrurEC ver.5.5
Dílčí výpočty zatížení – Microsoft Excel

5 PŘEHLEDNÁ SCHÉMATA



Obr. 1 Půdorys



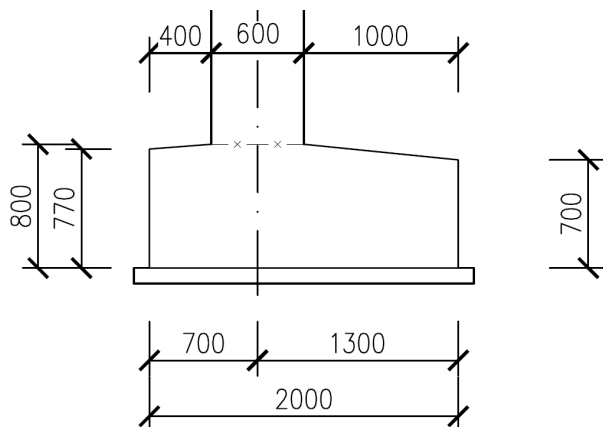
Obr. 2 Příčný řez



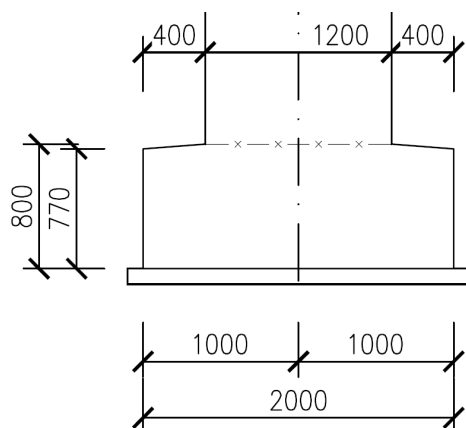
6 POSOUZENÍ OPĚR A STŘEDNÍ PODPĚRY

6.1 Přehledné schémata

6.1.1 Opěra



6.1.2 Podpěra



Materiály

Beton NK (deska).....	C30/37
Beton spodní stavby.....	C30/37
Betonářská ocel.....	B 500B (dříve 10 505 (R))

Použitý software

Dimenzování betonových konstrukcí – BetPrurEC ver.5.5

6.2 Vnitřní síly

6.2.1 Opěra

OP1

Element 43

SLS-KVAZI

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-791	-1477	-814	-1551	-853	-866
Ohybový moment $M_{y,Ed}$ [kN.m]=	-946	478	-1616	270	-1618	-1154
Ohybový moment $M_{z,Ed}$ [kN.m]=	89	89	89	89	89	89

SLS-CHAR

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-975	-1822	-1180	-1968	-1114	-1219
Ohybový moment M_y [kN.m]=	-2135	-369	-1668	-670	-3461	-1670
Ohybový moment M_z [kN.m]=	71	15	190	172	106	-11

ULS-STR

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-1291	-2278	-1707	-2600	-1461	-1760
Ohybový moment $M_{y,Ek}$ [kN.m]=	-2531	-244	-1838	-684	-4511	-1841
Ohybový moment $M_{z,Ek}$ [kN.m]=	104	48	257	233	138	-13

Rozměry základu:

Délka (směr x)	L [m] =	2
Šířka (směr y)	B [m] =	8.4
Výška základu	H [m] =	0.8
Šířka pilíře	$B' [m] = L' [m] =$	0.6

Délka vyložené části patky (x)	a_x [m]=	1.00 m	Příčný směr
Délka konzoly (x)	$L'_x [m] = 1.17 \times a =$	1.17 m	

SLS-KVAZI

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-974.8	-1821.6	-1179.9	-1967.6	-1114.4	-1219.3
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	-2135.3	-368.7	-1668.2	-669.7	-3461.4	-1670.2
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	71.5	15.3	189.5	171.7	106.3	-10.9

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	2.191	0.202	1.414	0.340	3.106	1.370
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	-0.073	-0.008	-0.161	-0.087	-0.095	0.009

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff} [m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	7.45	15.86	9.35	14.09	3.96	11.22
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff} [kPa] =$	-131	-115	-126	-140	-282	-109

SLS-CHAR

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-1291.1	-2278.1	-1707.2	-2599.7	-1461.3	-1760.4
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	-2531.3	-244.4	-1838.4	-684.0	-4511.1	-1841.2
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	103.7	47.5	256.6	233.0	138.5	-12.9

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	1.961	0.107	1.077	0.263	3.087	1.046
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	-0.080	-0.021	-0.150	-0.090	-0.095	0.007

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff}[m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	8.24	16.03	10.61	14.34	4.03	12.52
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff}$ [kPa] =	-157	-142	-161	-181	-363	-141

ULS-STR

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-790.8	-1476.6	-813.7	-1551.5	-853.1	-865.7
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	-946.2	478.2	-1615.9	270.4	-1618.0	-1153.9
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	88.7	88.7	88.7	88.7	88.7	88.7

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	1.196	-0.324	1.986	-0.174	1.897	1.333
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	-0.112	-0.060	-0.109	-0.057	-0.104	-0.102

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff}[m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	10.67	14.57	7.89	15.18	8.26	10.29
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff}$ [kPa] =	-74	-101	-103	-102	-103	-84

SLS-CHAR	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-51	-69	-71	-70	-71	-58
SLS-KVAZI	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-90	-79	-86	-96	-193	-74
ULS-STR	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-107	-97	-110	-124	-248	-96

6.2.2 Podpěra

P2

Element **44**

SLS-KVAZI

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-1707	-2774	-2774	-3240	-2199	-2840
Ohybový moment $M_{y,Ed}$ [kN.m]=	-84	547	-714	-84	-714	-714
Ohybový moment $M_{z,Ed}$ [kN.m]=	-500	-500	-500	-500	-500	-500

SLS-CHAR

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-1758	-3071	-3013	-3543	-2485	-3103
Ohybový moment M_y [kN.m]=	89	1309	-234	679	-1111	-234
Ohybový moment M_z [kN.m]=	-456	-386	-192	-617	-651	-810

ULS-STR

	N_{max}	$M_{y,max}$	$M_{z,max}$	N_{min}	$M_{y,min}$	$M_{z,min}$
Normálová síla N [kN] =	-2442	-4109	-3947	-4700	-3424	-4070
Ohybový moment $M_{y,Ek}$ [kN.m]=	60	1666	-389	910	-1412	-389
Ohybový moment $M_{z,Ek}$ [kN.m]=	-628	-518	-261	-830	-881	-1086

Rozměry základu:

Délka (směr x)	L [m] =	2
Šířka (směr y)	B [m] =	8.4
Výška základu	H [m] =	0.8
Šířka pilíře	$B' [m] = L' [m] =$	0.6

Délka vyložené části patky (x)	a_x [m]=	0.40 m	Příčný směr
Délka konzoly (x)	$L'_x [m] = 1.17 \times a =$	0.47 m	

SLS-KVAZI

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-1757.9	-3070.5	-3012.7	-3542.9	-2484.9	-3103.4
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	89.4	1309.4	-234.2	679.1	-1111.0	-234.2
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-456.1	-386.0	-192.1	-617.2	-650.9	-810.5

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	-0.051	-0.426	0.078	-0.192	0.447	0.075
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	0.259	0.126	0.064	0.174	0.262	0.261

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff} [m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	12.29	13.20	15.44	13.24	11.08	12.19
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff} [kPa] =$	-143	-233	-195	-268	-224	-255

SLS-CHAR

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-2442.1	-4109.0	-3947.5	-4700.5	-3423.7	-4069.8
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	60.1	1666.1	-389.5	909.8	-1412.2	-389.5
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-628.2	-518.1	-261.3	-830.2	-880.7	-1085.5

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	-0.025	-0.405	0.099	-0.194	0.412	0.096
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	0.257	0.126	0.066	0.177	0.257	0.267

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff} [m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	12.41	13.26	15.32	13.20	11.25	12.04
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff} [kPa] =$	-197	-310	-258	-356	-304	-338

ULS-STR

Vnitřní síly	Kombinace	$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Normálová síla	N_{Ed} [kN] =	-1707.3	-2774.3	-2774.3	-3240.4	-2198.7	-2839.7
Ohybový moment okolo osy x	$M_{Ed,x}$ [kN.m] =	-83.6	546.6	-713.9	-83.6	-713.9	-713.9
Ohybový moment okolo osy y	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-500.3	-500.3	-500.3	-500.3	-500.3	-500.3

Výstřednosti

Výstřednost síly ve směru x	e_x [m] =	0.049	-0.197	0.257	0.026	0.325	0.251
Výstřednost síly ve směru y	e_y [m] =	0.293	0.180	0.180	0.154	0.228	0.176

		$N_{Ed,min}$	$N_{Ed,max}$	$M_{Ed,x,min}$	$M_{Ed,x,max}$	$M_{Ed,y,min}$	$M_{Ed,y,max}$
Efektivní plocha základu	$A_{eff} [m^2] = (L - 2e_y) \times (B - 2e_x) =$	11.74	13.12	12.93	14.12	11.97	13.01
Napětí v základové spáře	$s_z = N_z / A_{eff} [kPa] =$	-145	-211	-215	-230	-184	-218

SLS-CHAR	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-16	-23	-24	-25	-20	-24
SLS-KVAZI	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-16	-25	-21	-29	-25	-28
ULS-STR	$M_{Ed,y}$ [kN.m] =	-22	-34	-28	-39	-33	-37

6.2.3 Kritéria posouzení

Mezní stav únosnosti

M_{Ed}	\leq	M_{Rd}	M_{Ed} / M_{Rd}	≤ 1	<i>Ohybové namáhání</i>
$V_{Ed,max}$	\leq	$V_{Rd,max}$	$V_{Ed,max} / V_{Rd,max}$	≤ 1	
V_{Ed}	\leq	$V_{Rd,s}$	$V_{Ed} / V_{Rd,s}$	≤ 1	<i>Smykové namáhání</i>

Mezní stav použitelnosti

- Omezení napětí pro beton**

Charakteristická kombinace

$$\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ck} = 18.00 \text{ MPa (pro pevnostní třídu betonu C35/45)}$$

Kvazistálá kombinace

$$\sigma_c \leq 0.45 \times f_{ck} = 13.5 \text{ MPa (pro pevnostní třídu betonu C35/45)}$$

- Omezení napětí pro betonářskou výztuž**

$$\sigma_s \leq 0.8 \times f_{yk} = 400.00 \text{ MPa (pro třídu oceli B500B)}$$

- Limitní hodnota trhlin**

Kvazistálá kombinace

$$w_k \leq w_{max} = 0.2 \text{ mm (železobeton)}$$

6.3 Posouzení základového PÁSU – OHYB

Beton: C30/37

$f_{cd} = 18,00 \text{ MPa}$

$f_{ctd} = 1,33 \text{ MPa}$

Ocel: B500B

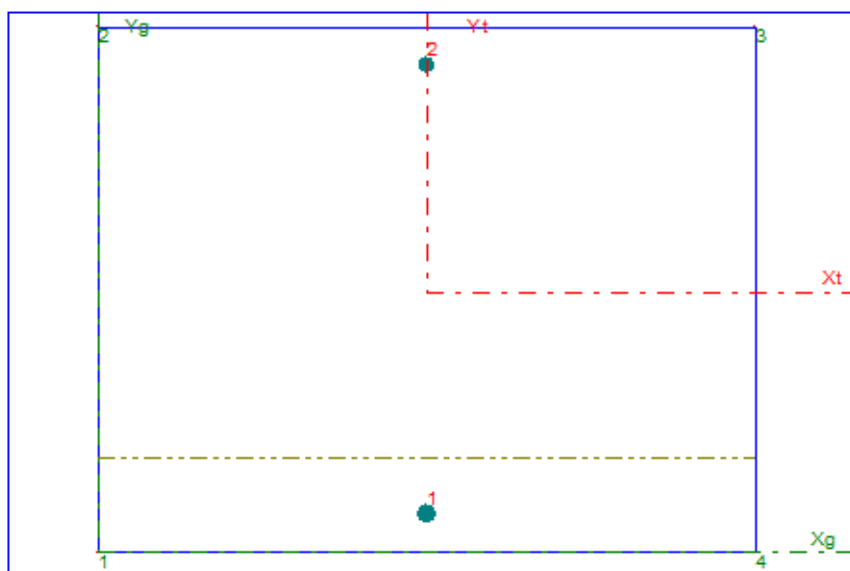
$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

$\varepsilon_{yd} = 2,174 \text{ MPa}$

6.3.1 Opěra

6.3.1.1 Posouzení základového v podélném směru

- **Návrh:** Spodní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm
Horní vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm



EC 2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

$A_b \text{ [m}^2\text{]}$	=	0,8000
$A_s \text{ [m}^2\text{]}$	=	0,0020945
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
n_{Vyztuz}	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	18

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	$E_c \text{ [MPa]}$	$E_s \text{ [MPa]}$				
	33000,0	200000,0				
Pevnosti	$f_{ck} \text{ [MPa]}$	$f_{cd} \text{ [MPa]}$	$f_{yk} \text{ [MPa]}$	$f_{yd} \text{ [MPa]}$		
	-30,0	-18,0	500,0	434,8		
Charakteristiky betonu : $\varepsilon_{cu3} (\varepsilon_{c3}) = -3,50\text{‰}$			$\eta = 1,00$	$\lambda = 0,80$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$
Mimořádná kombinace					$\alpha_{cc} = 0,90$	$\alpha_{ct} = 1,00$
					$\gamma_c = 1,20$	$\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,800
	2	0,000	0,800	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prům [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,058	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,742	0,0120	6,667	0,0007540

6.3.1.2 Mezní stav únosnosti (ULS-STR)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
13	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (25,21%)	
14	OP1 - Nmax - My	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (22,86%)	
15	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (25,87%)	
16	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (29,17%)	
17	OP1 - Nmax - My	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (58,33%)	
18	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (22,61%)	

6.3.1.3 Mezní stav použitelnosti (SLS-Char)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
7	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	96,538	1	0,000	0
		-1,602	2	-14,609	2	0,000	0
8	OP1 - Nmax - My	0,000	1	84,733	1	0,000	0
		-1,406	2	-12,824	2	0,000	0
9	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	93,034	1	0,000	0
		-1,544	2	-14,079	2	0,000	0
10	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	102,996	1	0,000	0
		-1,709	2	-15,586	2	0,000	0
11	OP1 - Nmax - My	0,000	1	207,720	1	0,000	0
		-3,447	2	-31,423	2	0,000	0
12	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	80,151	1	0,000	0
		-1,330	2	-12,131	2	0,000	0

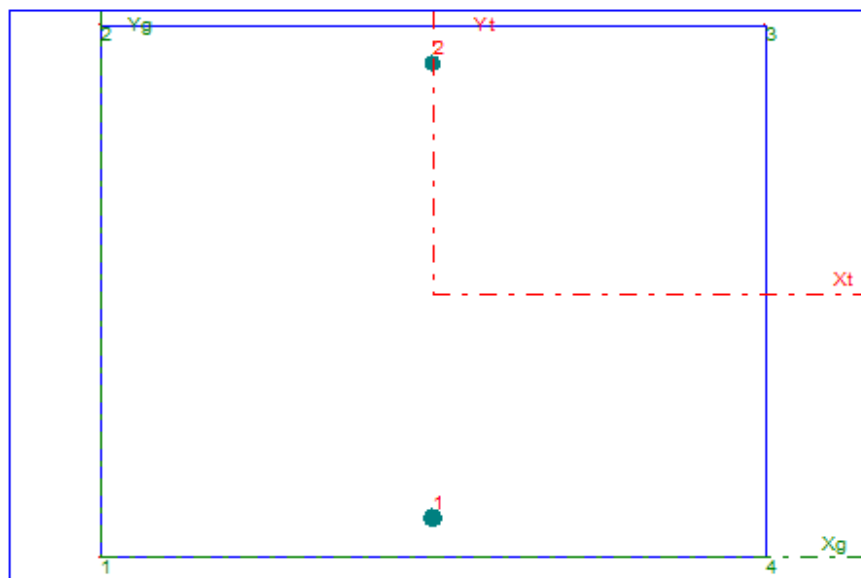
6.3.1.4 Mezní stav použitelnosti (SLS-Kvazi)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		TrhEC Wk [mm]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	
1	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	54,676	1	0,000	0	0,066
		-0,908	2	-8,278	2	0,000	0	
2	OP1 - Nmax - My	0,000	1	74,729	1	0,000	0	0,090
		-1,240	2	-11,311	2	0,000	0	
3	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	76,055	1	0,000	0	0,092
		-1,262	2	-11,511	2	0,000	0	
4	OP1 - Nmax - Nm	0,000	1	75,376	1	0,000	0	0,091
		-1,251	2	-11,409	2	0,000	0	
5	OP1 - Nmax - My	0,000	1	76,216	1	0,000	0	0,092
		-1,265	2	-11,536	2	0,000	0	
6	OP1 - Nmax - Mz	0,000	1	62,029	1	0,000	0	0,075
		-1,030	2	-9,390	2	0,000	0	

6.3.2 Podpěra

6.3.2.1 Posouzení základového v podélném směru

- **Návrh:** Spodní vlákna: **ø16 á 150 mm**
Horní vlákna: **ø12 á 150 mm**



EC 2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,8000
A_s [m ²]	=	0,0020945
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Vyztuž}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	18

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		E_c [MPa]	E_s [MPa]			
		33000,0	200000,0			
Pevnosti		f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	
		-30,0	-18,0	500,0	434,8	
Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$						
Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,800
	2	0,000	0,800	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,058	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,742	0,0120	6,667	0,0007540

6.3.2.2 Mezní stav únosnosti (ULS-STR)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	Porušení	
13	P2 - Nmax - Nma	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (5,07%)	
14	P2 - Nmax - My,	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (7,97%)	
15	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (6,63%)	
16	P2 - Nmax - Nmi	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (9,17%)	
17	P2 - Nmax - My,	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (7,83%)	
18	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	434,783	1	0,000	0	425,5	0,0
		-18,000	2	144,828	2	0,000	0	Drcení betonu (8,70%)	

6.3.2.3 Mezní stav použitelnosti (SLS-Char)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
7	P2 - Nmax - Nma	0,000	1	16,847	1	0,000	0
		-0,280	2	-2,557	2	0,000	0
8	P2 - Nmax - My,	0,000	1	27,433	1	0,000	0
		-0,456	2	-4,158	2	0,000	0
9	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	23,003	1	0,000	0
		-0,382	2	-3,488	2	0,000	0
10	P2 - Nmax - Nmi	0,000	1	31,552	1	0,000	0
		-0,524	2	-4,781	2	0,000	0
11	P2 - Nmax - My,	0,000	1	26,442	1	0,000	0
		-0,439	2	-4,008	2	0,000	0
12	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	30,021	1	0,000	0
		-0,499	2	-4,550	2	0,000	0

6.3.2.4 Mezní stav použitelnosti (SLS-Kvazi)

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		TrhEC
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	Wk [mm]
1	P2 - Nmax - Nma	0,000	1	17,138	1	0,000	0	0,021
		-0,285	2	-2,601	2	0,000	0	
2	P2 - Nmax - My,	0,000	1	24,922	1	0,000	0	0,030
		-0,414	2	-3,779	2	0,000	0	
3	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	25,299	1	0,000	0	0,030
		-0,420	2	-3,836	2	0,000	0	
4	P2 - Nmax - Nmi	0,000	1	27,056	1	0,000	0	0,033
		-0,450	2	-4,101	2	0,000	0	
5	P2 - Nmax - My,	0,000	1	21,644	1	0,000	0	0,026
		-0,360	2	-3,283	2	0,000	0	
6	P2 - Nmax - Mz,	0,000	1	25,730	1	0,000	0	0,031
		-0,428	2	-3,901	2	0,000	0	

6.3.5 Příčný směr – rozdělovací výztuž

6.3.5.1 Konstrukční zásady

$$s_{\max, \text{slabs}} = \min(3 \cdot h; 400) \text{ mm} = \min(3 \cdot 450; 400) \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

$$A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl}$$

Dolní povrch

Podélná výztuž: dolní povrch: **ø12 á 250** ($A_{sl} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
 $A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl} = 0,2 \cdot 13,40 \cdot 10^{-4} = 2,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Rozdělovací výztuž: návrh: **ø12 á 250** $A_{ss} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,2 \cdot A_{sl}$

VYHOVUJE

Horní povrch

Podélná výztuž: horní povrch: **ø12 á 250** ($A_{sl} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
 $A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl} = 0,2 \cdot 7,54 \cdot 10^{-4} = 1,51 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Rozdělovací výztuž: návrh: **ø12 á 250** $A_{ss} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,2 \cdot A_{sl}$

VYHOVUJE

6.4 Posouzení základového pasu – SMYK

6.4.1 Opěra a podpěra

- Stanovení návrhových vnitřních sil

OP1

ULS-STR	$V_{Ed,y}$ [kN.m] =	-87	-119	-121	-120	-121	-98
---------	---------------------	-----	------	------	------	------	-----

OP2

ULS-STR	$V_{Ed,y}$ [kN.m] =	-68	-99	-100	-107	-86	-102
---------	---------------------	-----	-----	------	------	-----	------

PŘEHLED ZATÍŽENÍ

	N_{Ed} [kN]	$V_{ed,y}$ [kN]	$V_{ed,z}$ [kN]
Kombinace ULS- STR: $V_{y,max}$	0	122	-

MATERIÁLY

Beton:	C30/37
Betonářská výztuž:	B500B

POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot(\theta) + \tan(\theta)) \quad (6.9)$$

$$V_{Rd,max} = 3104.12 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 - \text{součinitel zohledňující stav napětí v tlačeném pás}$$

$$\theta = 40.00^\circ - \text{úhel sklonu tlakových diagonál}$$

$$\text{Uvažovaná hodnota } \cot \theta = 1.192 - \text{patří do intervalu } <1; 2.5>$$

$$v = 0.528 - \text{součinitel vlivu přídavných namáhání} \quad (6.6N)$$

$$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa} - \text{charakteristická válcová pevnost betonu}$$

$$f_{cd} = 18.00 \text{ MPa} - \text{návrhová válcová pevnost betonu}$$

$$b_w = 1.000 \text{ m} - \text{šířka trámu}$$

$$z = 0.663 \text{ m} - \text{rameno vnitřních sil (uvažováno } 0,9 \times d)$$

$$d = 0.737 \text{ m} - \text{efektivní výška průřezu}$$

$$\text{Návrhová smyková síla: } V_{Ed,max} = 122.00 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost tlačené diagonály: } V_{Rd,max} = 3104.12 \text{ kN}$$

$$\text{Posouzení: } V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.04 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

$V_{Rd,c} =$	$[C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_L \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$	(6.2a)
$V_{Rd,c} =$	236.73 kN	> $V_{Rd,min}$ POUŽITO $V_{Rd,min}$
$V_{Rd,min} =$	$0.035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$	(6.2b)
$V_{Rd,min} =$	265.01 kN	
$f_{ck} =$	30.00 MPa	
$C_{Rd,c} =$	0.12 -	
$k = 1 + (200/d)^{0.5}$	1.5209 -	< 2.00 PLATÍ
$\rho_l = A_s / (b_w d)$	0.0018 -	
$A_s =$	1.34E-03 m ²	<i>plocha navržené tažené výztuže</i>
$n =$	6.66 ks	<i>počet kusů</i>
$\phi =$	16 mm	<i>průměr výztuže</i>
$b_w =$	1.000 m	<i>šířka příčnicku</i>
$d_s =$	0.737 m	<i>efektivní výška průřezu</i>
$\sigma_{cp} =$	0.00 MPa	< 0,2 . $f_{cd} =$ 3.60 MPa VYHOVUJE
$N_{ed} =$	0 kN	<i>návrhová normálová síla</i>
$A_c =$	0.49 m ²	<i>plocha betonu</i>
$k_1 =$	0.15 -	

Návrhová smyková síla: $V_{Ed,1} =$ 122.00 kN

Únosnost prvku bezsmykové výztuže: $V_{Rd,c} =$ 265.01 kN

Posouzení: $V_{Ed} / V_{Rd,c} =$ 0.46 < 1 **VYHOVUJE**

Pozn.: Smyková výztuž navrhována konstrukčně.

Předpokládaný návrh: $\emptyset 12 \times 300 / 300$ mm

▪ **Posouzení minimálního stupně smykového vyztužení**

Stupeň vyztužení

Materiály a součinitele

$f_{yk} =$	500 MPa	<i>mez kluzu betonářské výztuže</i>
$f_{ck} =$	30,00 MPa	<i>charakteristická pevnost betonu v tlaku</i>
$f_{ctm} =$	2,9 MPa	<i>průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu</i>

Smyková výztuž - třmínky

$\alpha =$	90 °	
$\Phi_1 =$	12 mm	<i>průměr výztuže 1</i>
$n_1 =$	2 ks	<i>počet střihů účinných na smyk po celé šířce průřezu - výztuž 1</i>
$A_{sw,třmínky} =$	7,54E-04 m ²	<i>plocha smykové výztuže 1</i>

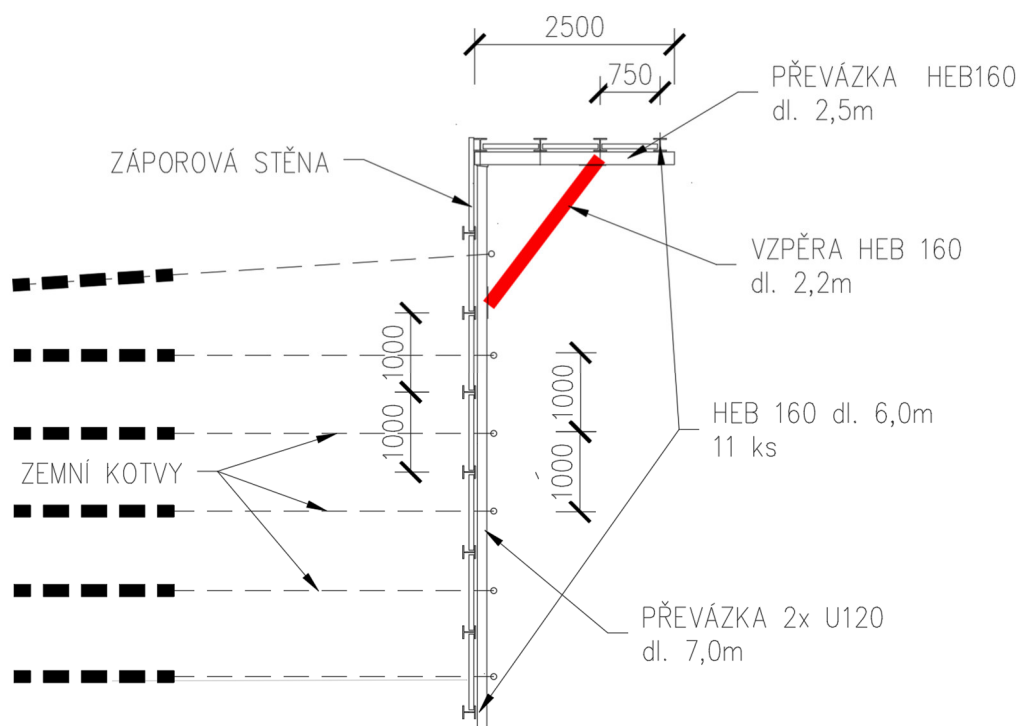
Smyková výztuž - spony

$\Phi_2 =$	12 mm	<i>průměr výztuže 2</i>
$A_{sw,spony} =$	7,92E-04 m ²	<i>plocha smykové výztuže 2</i>
$A_{sw,v} =$	1,55E-03 m ²	<i>plocha smykové výztuže celkem</i>

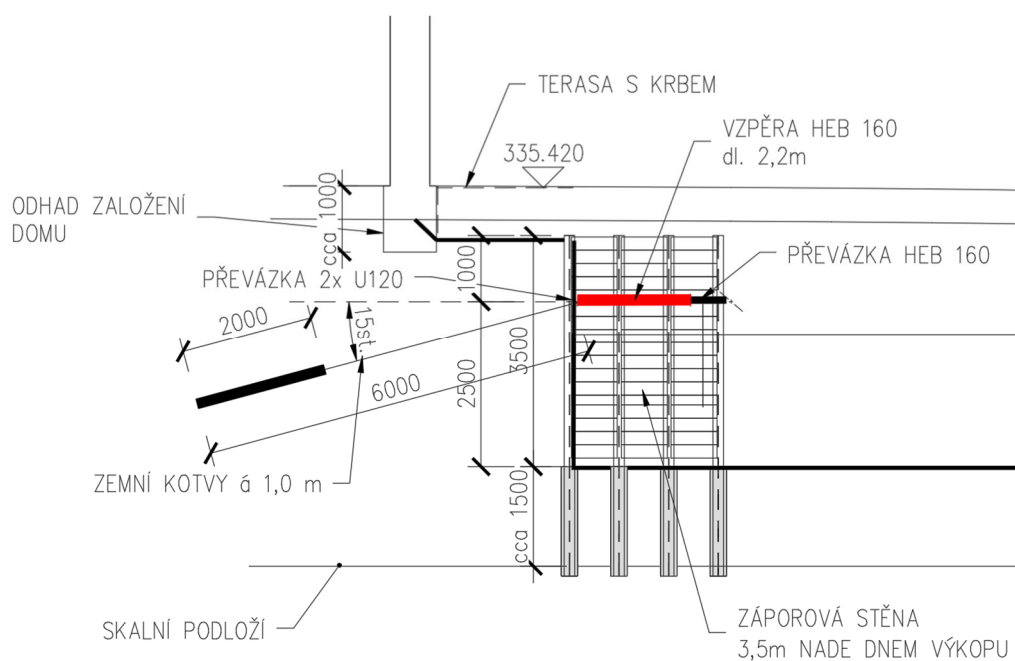
Minimální stupeň smykového vyztužení dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.2

$b_w =$	1 m	
$\rho_w = A_{sw}/(b_w \cdot \sin \alpha) =$	0,00155	<i>stupeň smykového vyztužení</i>
$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} =$	0,00088	<i>minimální stupeň smykového vyztužení</i>
ρ_w	$>$	$\rho_{w,min} \rightarrow$ vyhoví

7 POSOUZENÍ VZPĚRY ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ



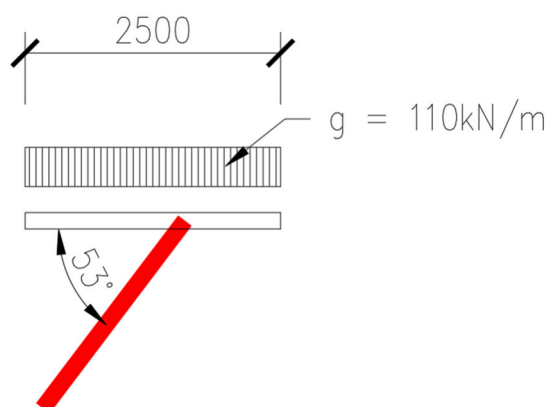
Obr. 4 Půdorysné schéma záporového pažení



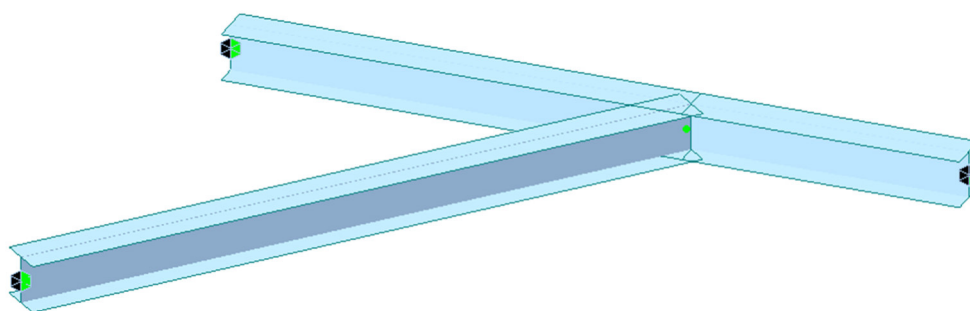
Obr. 5 Příčný řez záporovou stěnou

Maximální zatížení v jedné zemní kotvě se uvažuje dle statického výpočtu pažení

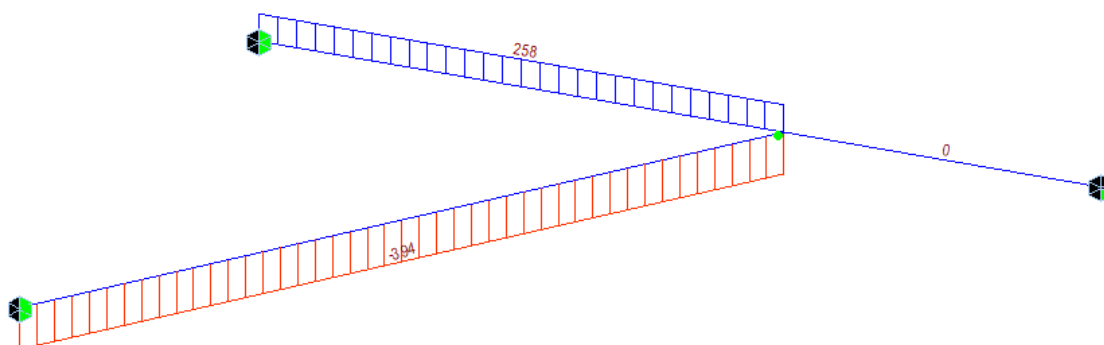
$$F_{1/m} = 110 \text{ kN/m}$$



Při posouzení vzpěry záporového pažení je uvažováno, že samotná vzpěra bude přivařena k ocelovým převázkám záporového pažení. Jednotlivé převázky záporového pažení jsou v rohu k sobě tuze připojeny.



Obr. 6 Výpočetní model, včetně okrajových podmínek



Obr. 7 Normálové vnitřní síly

VSTUPNÍ PARAMETRY

Materiál:	Ocel	S355	E=	210.00 GPa
			G=	81.00 GPa
			f_y =	355.00 MPa
			γ_m =	1.00 -
			$\varepsilon = (235/f_{yk})^{0.5} =$	0.81 -

Průřezové charakteristiky:

Průřez:	HEB 160
A =	5430 mm ²
A _y =	3472 mm ²
A _z =	1078 mm ²
I _y =	24900000 mm ⁴
I _z =	8890000 mm ⁴
I _t =	314000 mm ⁴
I _ω =	4.794E+10 mm ⁴
$i_y = (I_y/A)^{0.5} =$	68 mm
$i_z = (I_z/A)^{0.5} =$	41 mm
W _{el,y} =	311000 mm ³
W _{el,z} =	111000 mm ³
W _{pl,y} =	354000 mm ³
W _{pl,z} =	169964 mm ³

Zatřídění průřezu:	pro tlak	1
	pro ohyb	1

Vzpěrná délka:	$\beta_y =$	2.0	L =	2200 mm	$L_{cr,y} =$	4400 mm
	$\beta_z =$	2.0	L =	2200 mm	$L_{cr,z} =$	4400 mm

Křivka vzpěrné pevnosti:	b	$\alpha_y =$	0.34	[-]
(dle EN platí pro ocel pevnosti S355 a nižší)	c	$\alpha_z =$	0.49	[-]

POSOUZENÍ PRŮŘEZU

Únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{m0} = 1928 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 258 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v tlaku:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{m0} = 658 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 394 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi = 0.341 \quad [-]$$

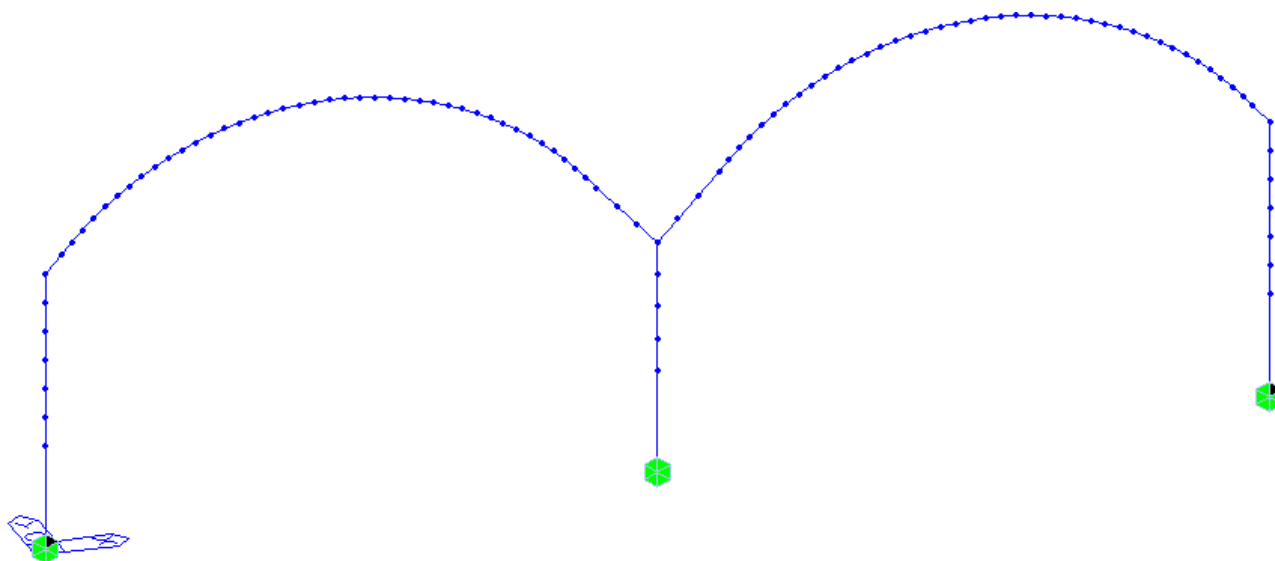
Ocelový průřez vzpěry HEB 160 VYHOVUJE.

8 POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

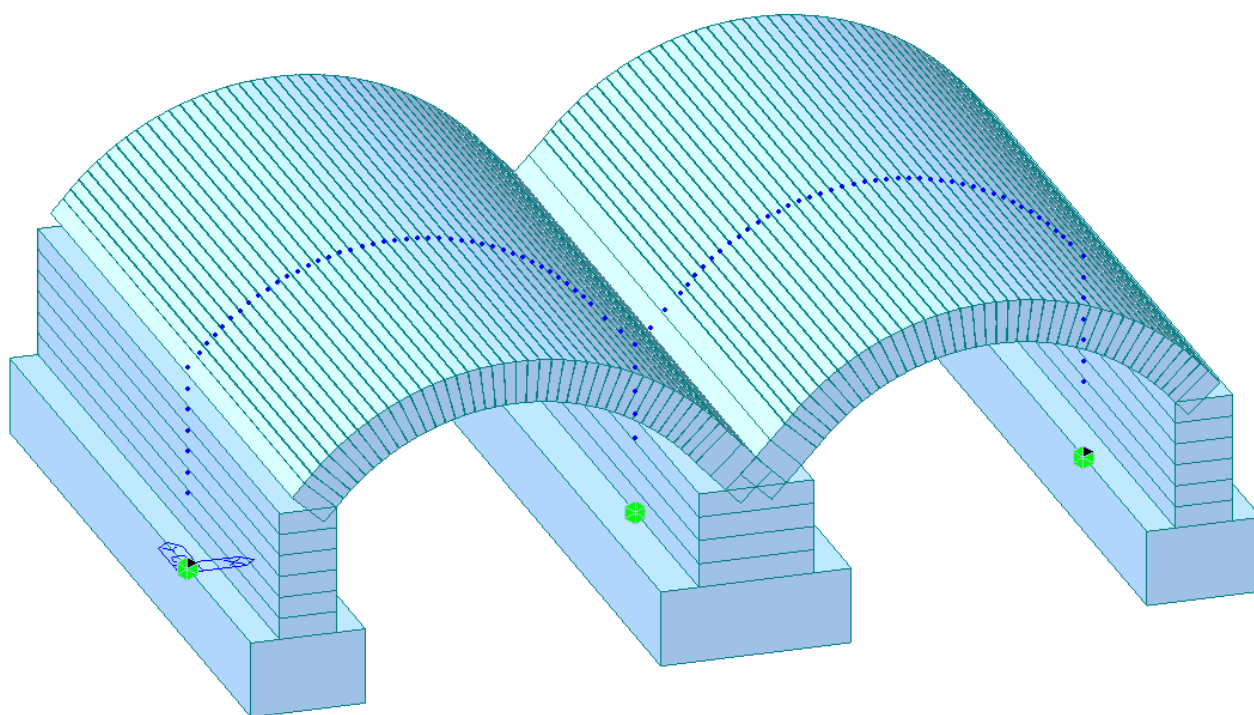
8.1 Charakteristiky globálního výpočtového modelu

V prostředí softwaru MIDAS Civil 2019 byl vytvořen prutový model, na němž byly vyšetřovány podélné chování konstrukce. Dále byl vytvořen deskostěnový model pro upřesnění výsledků prutového modelu v podélném směru a pro posouzení příčného směru se zohledněním lokálních namáhání včetně mimořádného zatížení (nárazu vozidla do parapetního nosníku).

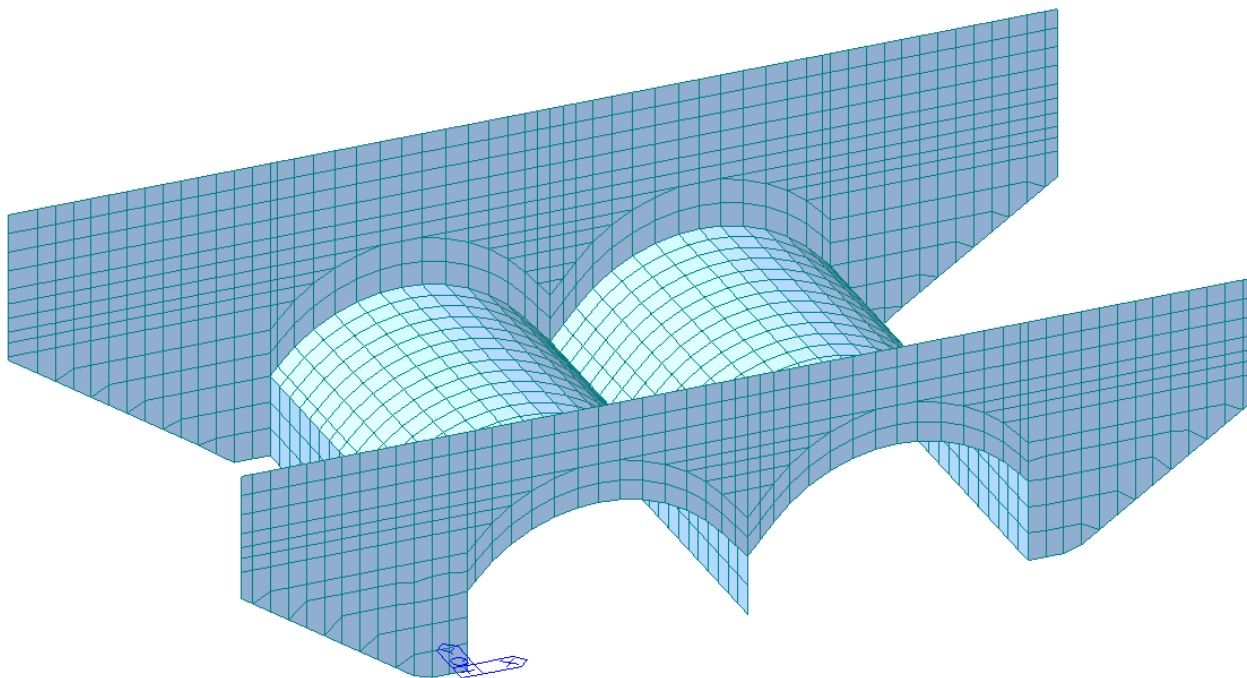
8.2 Schéma globálního výpočtového modelu



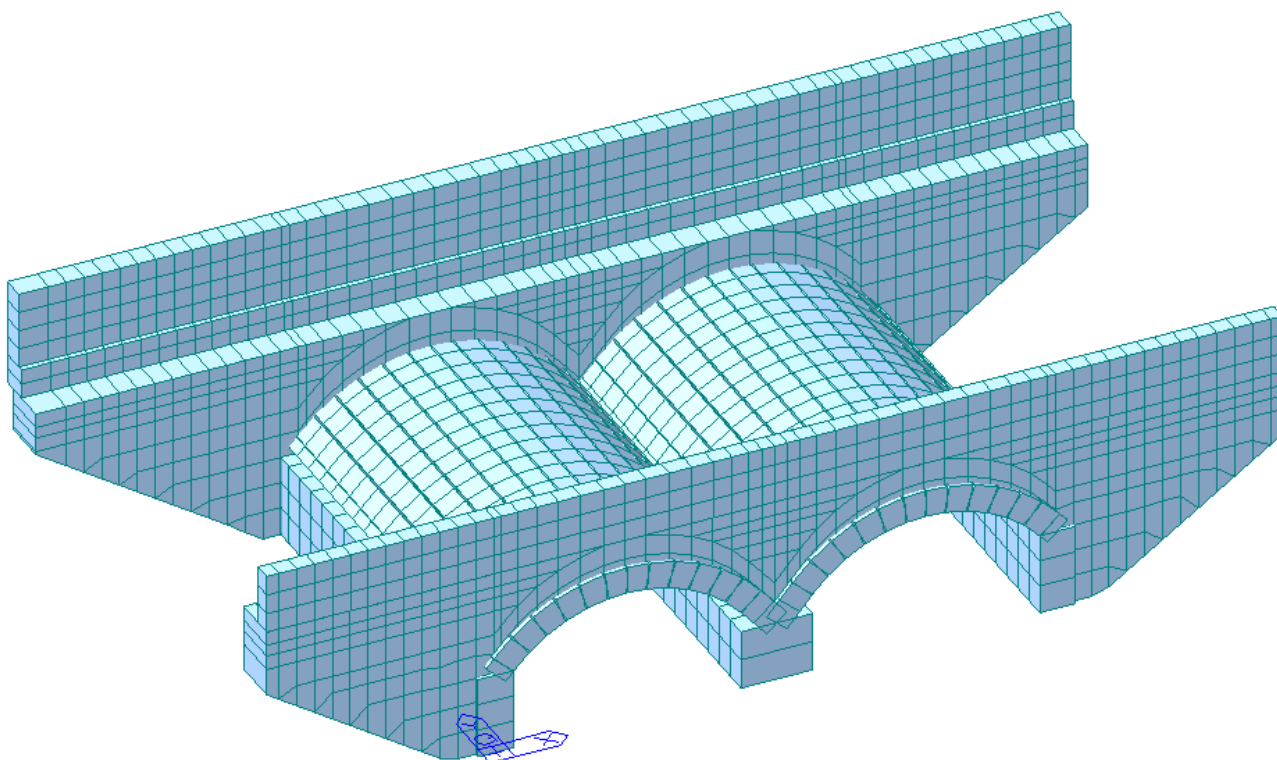
Obr. 8 Prutový model mostu – axonometrie



Obr. 9 Prutový model mostu – zobrazeny průřezy



Obr. 10 Deskostěnový model mostu – Axonometrie



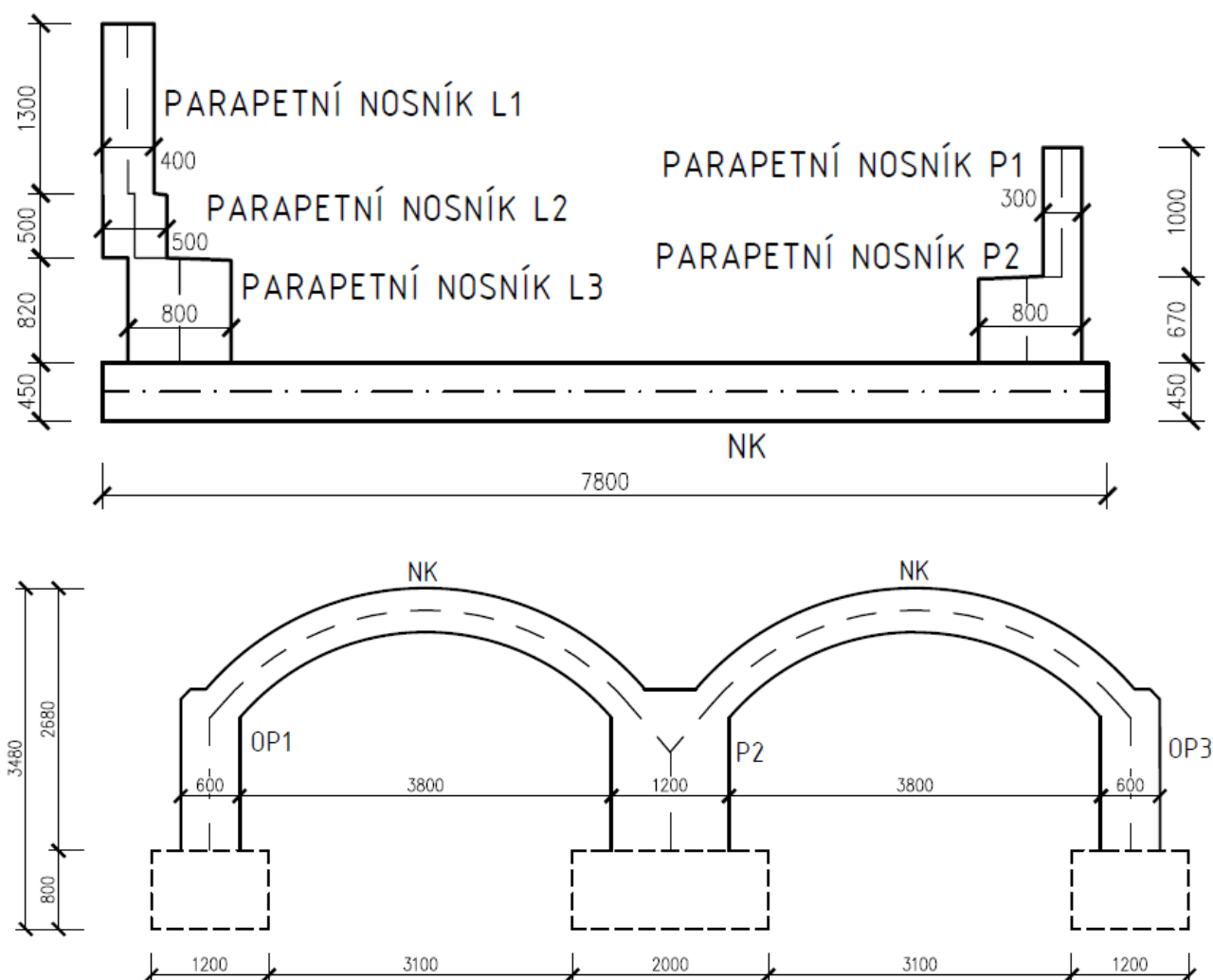
Obr. 11 Deskostěnový model mostu – Axonometrie – zobrazeny průřezy

8.3 Průřezy

8.3.1 Nosná konstrukce – Prutový model

Name	Asy (m ²)	Asz (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	Area (m ²)	Cyp (m)	Cym (m)	Czp (m)	Czm (m)	Qyb (m ²)	Qzb (m ²)
NK	2.9250	2.9250	0.2283	0.0592	17.7957	3.5100	3.9000	3.9000	0.2250	0.2250	0.0253	7.6050
OPERA	3.9000	3.9000	0.5344	0.1404	23.7276	4.6800	3.9000	3.9000	0.3000	0.3000	0.0450	7.6050
PODPERA	7.8000	7.8000	4.0574	1.1232	47.4552	9.3600	3.9000	3.9000	0.6000	0.6000	0.1800	7.6050
ZAKLAD_O	7.8000	7.8000	4.0574	1.1232	47.4552	9.3600	3.9000	3.9000	0.6000	0.6000	0.1800	7.6050
ZAKLAD_P	13.0000	13.0000	17.4412	5.2000	79.0920	15.6000	3.9000	3.9000	1.0000	1.0000	0.5000	7.6050

8.3.2 Nosná konstrukce – Deskostěnový model



8.3.3 Spodní stavba – Deskostěnový model

Spodní stavba je tvořena dvěma opěrami o průřezu šířky 0.600m a délky 7.800m a jednou střední podpěrou o šířce 1.200m a délce 7.800m z betonu C30/37. Založení je plošné tvořené základovými pásy.

8.4 Materiály

NK – C30/37

Modul pružnosti: $E = 32,84 \text{ GPa}$
Poissonův součinitel: $0,2$
Souč. teplotní roztažnosti: $1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Objemová tíha: $25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Základy, opěry – C30/37

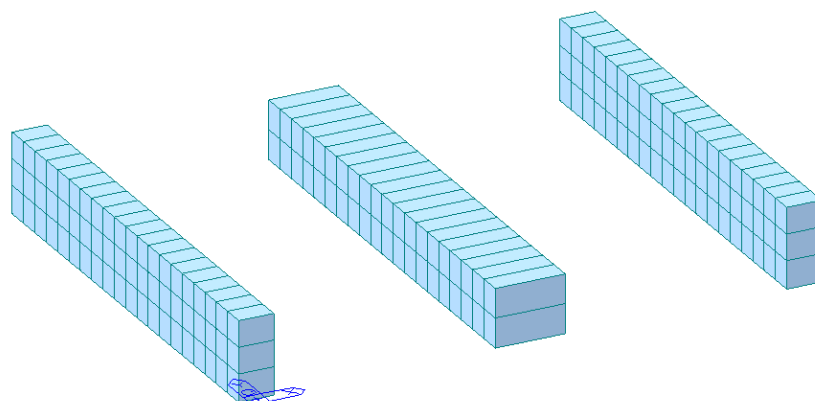
Modul pružnosti: $E = 32,84 \text{ GPa}$
Poissonův součinitel: $0,2$
Souč. teplotní roztažnosti: $1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Objemová tíha: $25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Parapetní římsy, křídla – C30/37

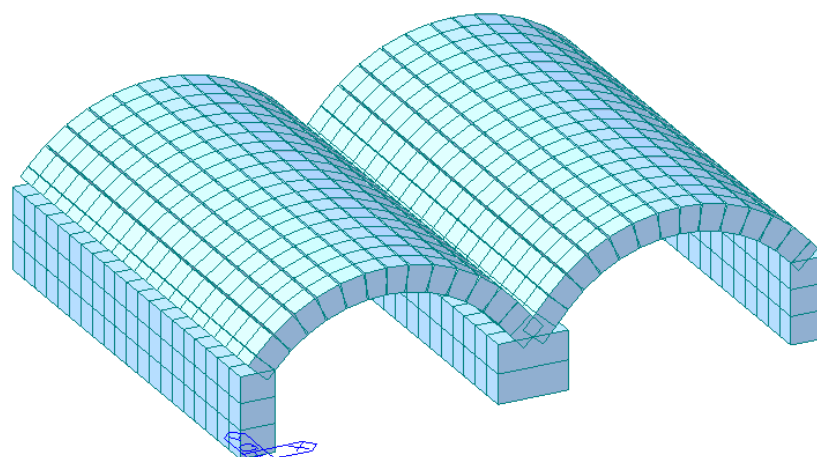
Modul pružnosti: $E = 32,84 \text{ GPa}$
Poissonův součinitel: $0,2$
Souč. teplotní roztažnosti: $1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Objemová tíha: $25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

8.5 Fáze výstavby

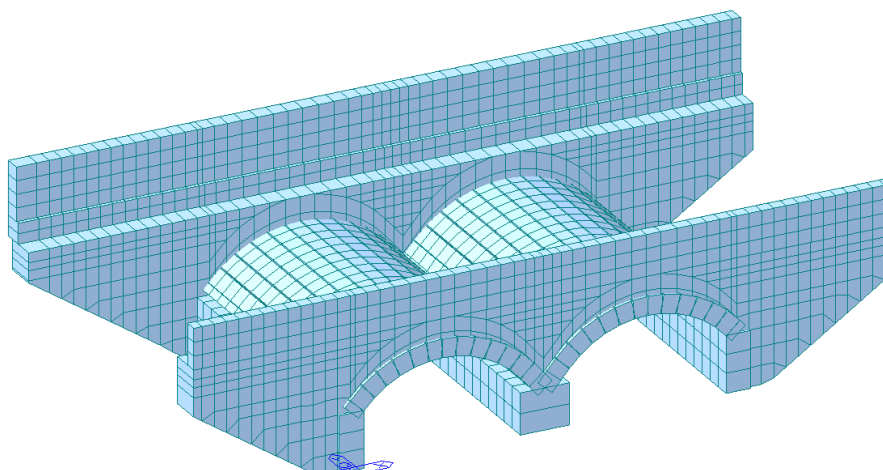
1. fáze – spodní stavba (délka trvání 30 dní)
2. fáze – nosná konstrukce (délka trvání 30 dní)
3. fáze – křídla a parapetní nosníky (délka trvání 30 dní)
4. fáze – přesypání nosné konstrukce
5. fáze – aplikace ostatního stálého zatížení (délka trvání 60 dní)
6. fáze – časová fáze – 100 let (délka trvání 36 500 dní)



Obr. 12 fáze 1 – vznik spodní stavby



Obr. 13 fáze 2 – vznik nosné konstrukce



Obr. 14 fáze 3 – vznik křídel a parapetních nosníků

8.6 Výpočet zatížení

8.6.1 Vlastní tíha – g_0

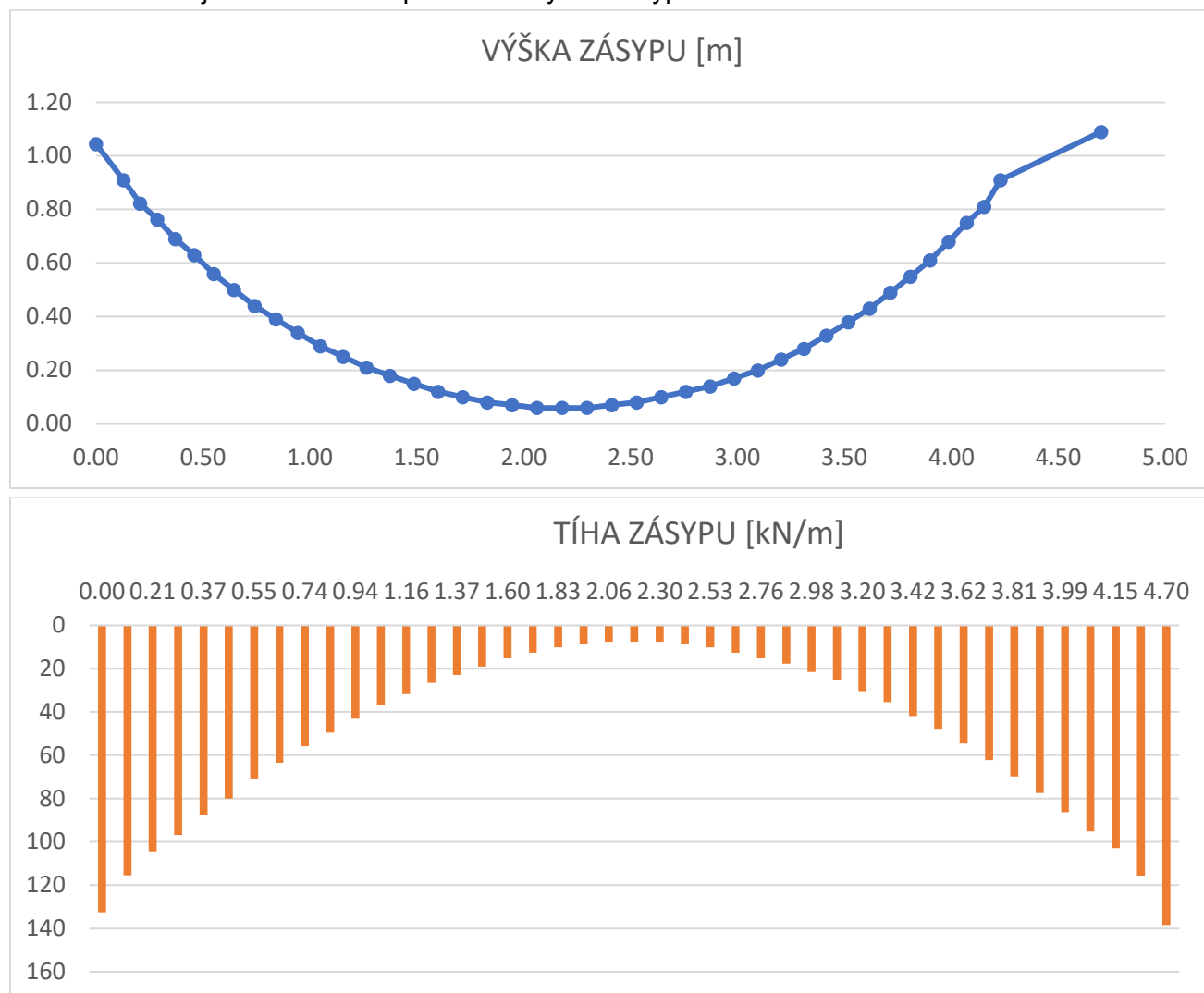
Objemová tíha prvků ze ŽB byla uvažována hodnotou $\gamma_{c, \text{ŽB}} = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$.

8.6.2 Ostatní stálé zatížení – g_1

	Výška [m]	Šířka [m]	A [m ²]	Obj. tíha [kN/m ³]	Plošná tíha [kN/m ²]	Liniové zat. [kN/m]	g_{1k} [kN/m]	e_k [m]	m_k [kN.m]
Asfaltové souvrvství	0.200	5.770	-	22.00	4.84	-	25,40	0.00	0.00
MZK	0.200	5.770	-	22.00	4.84	-	25.4	3.40	-
ŠD _a	0.150	5.770	-	19.00	2.85	-	16.44	3.40	-
Římsa levá	-	-	prom.	25.00	-	-	-	3.40	-
Římsa pravá	-	-	prom.	25.00	-	-	-	-3.39	-

V modelu je dále zahrnuta variabilita vozovkového souvrství (+40%/-20%).

V modelu je dále zahrnuta proměnná výška zásypu.



8.6.3 Účinky dotvarování a smršťování

Účinky dotvarování a smršťování betonu jsou automaticky stanovovány pomocí časově závislé analýzy (TDA) výpočetního programu MIDAS Civil. Funkce smršťování a dotvarování betonu je uvažována podle European code.

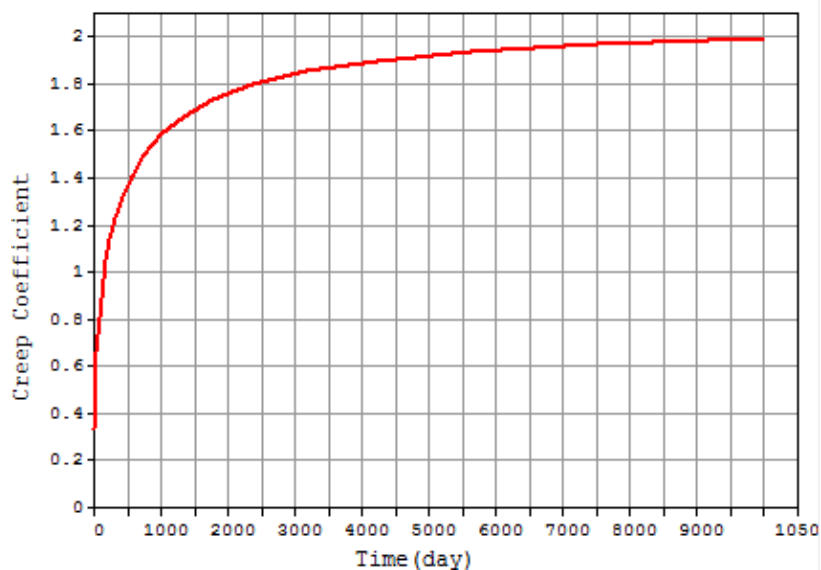
Použité charakteristiky:

Vlhkost		70 %
Třída cementu		N
Doba ošetřování betonu		3 dny
Náhradní rozměr prvku:	NK	$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 0.8083\text{m}$
	OP	$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 1.0400\text{m}$
	P2	$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 1.0400\text{m}$
	Křídla	$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 1.6000\text{m}$
	Parapetní nosníky	$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 0.4000\text{m}$

Beton NK – C30/37

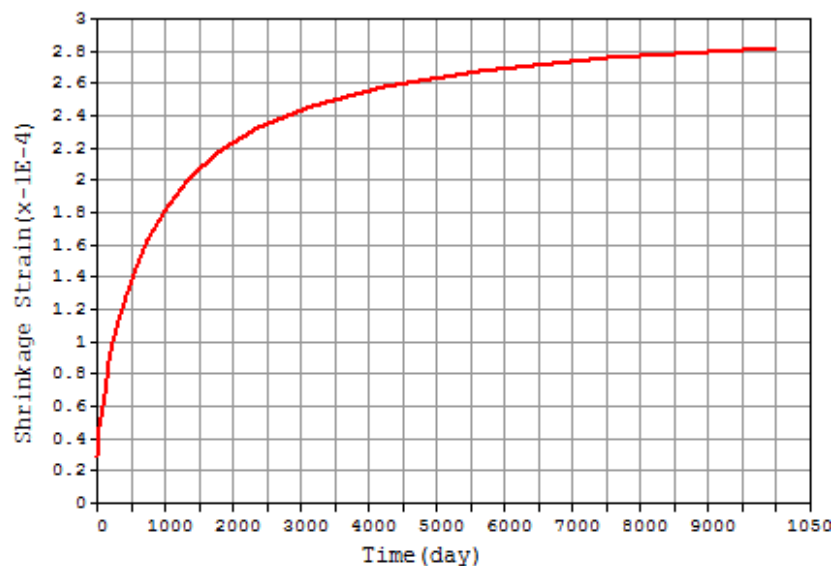
Dotvarování betonu:

počítáno programem MIDAS
Civil, vychází z funkce
definované v EN 1992-2 pro
betonové mosty



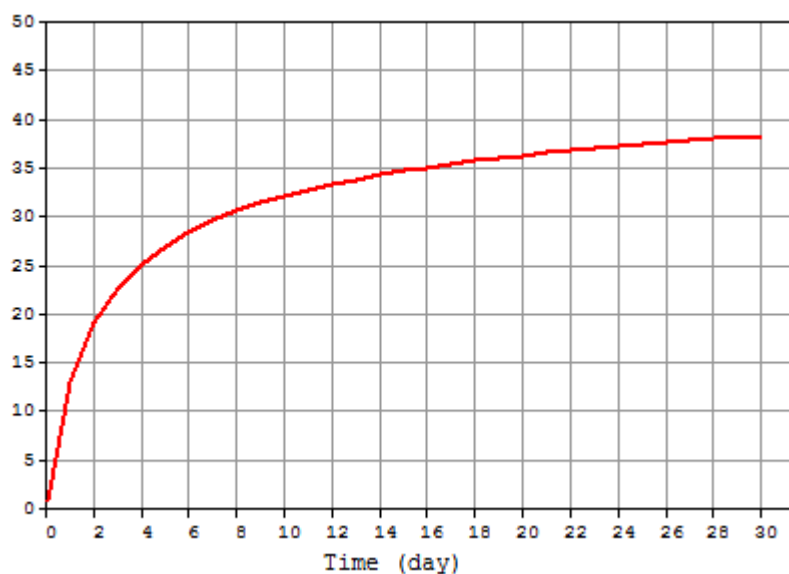
Smršťování betonu:

počítáno programem MIDAS
Civil, vychází z funkce
definované v EN 1992-2 pro
betonové mosty



Nárůst pevnosti betonu:

počítáno programem MIDAS
Civil, vychází z funkce
definované v EN 1992-1-1
(vztah 3.1)



8.6.4 Poklesy podpor

Nerovnoměrný pokles podpor nebyl v důsledku historie spodní stavby uvážen. Předpokládá se, že zemina pod spodní stavbou již zkonsolidovala.

8.6.5 Klidový zemní tlak

$$\begin{aligned}\gamma &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi &= 30^\circ \\ H &= 3.08 \text{ m} \\ B &= 7.38 \text{ m} \\ K_0 &= 0.5\end{aligned}$$

Vertikální složka: $s_v = \gamma \cdot H \cdot B$

Horizontální složka: $s_0 = \gamma \cdot H \cdot B \cdot K_0$

8.6.6 Zatížení silniční dopravou

Zatížení silniční dopravou bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-2 ed. 2.

Použité sestavy zatížení

V globálním výpočtovém modelu jsou uvažovány tyto sestavy zatížení dopravou (charakteristické hodnoty vícesložkových zatížení) podle tabulky 4.4a:

MSU: gr1a LM1 (char. hodnota – Ψ_0) + chodci na chodníku
gr1b LM2 (char. hodnota – Ψ_0)
gr2 LM1 (častá hodnota – Ψ_1) + brzdné a rozjezdové síly
gr5 LM3 (char. hodnota – Ψ_0) + brzdné a rozjezdové síly
MSP: gr1a LM1 (častá hodnota – Ψ_1)
gr1b LM2 (častá hodnota – Ψ_1)

• Model zatížení 1 (LM1)

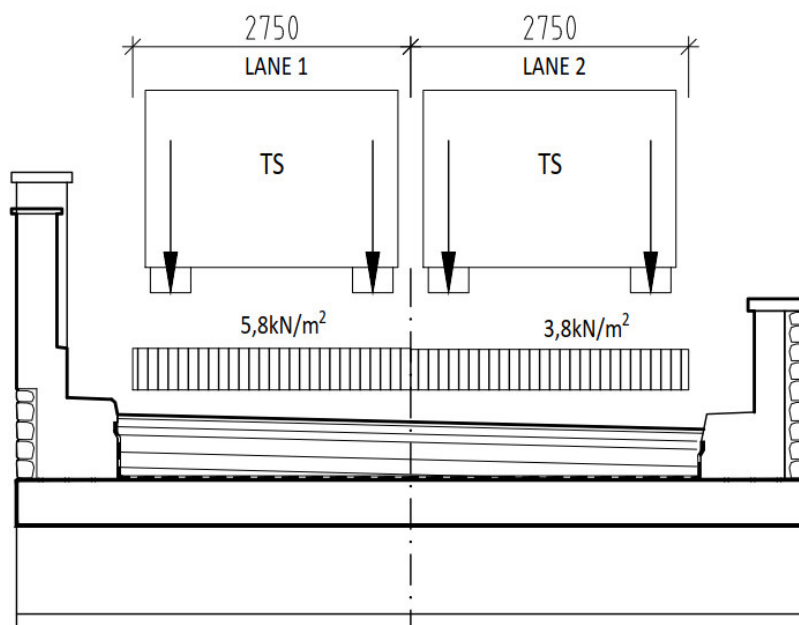
Umístění	Dvojnáprava (TS)			Rovnoměrné zatížení (UDL)		
	Q_{ik} [kN]	α_{qi}	$\alpha_{qi} \cdot Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik} (q_{rk})$ [kN/m ²]	$\alpha_{qi} (\alpha_{qr})$	$\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$ [kN/m ²]
Pruh č. 1	300	1	300	9	1	9.0
Pruh č. 2	200	1	200	2.5	2.4	6.0
Pruh č. 3	100	1	100	2.5	1.2	3.0
Ostatní pruhy	0	0	0	2.5	1.2	3.0
Zbývajcí plocha (q_{rk})	0	0	0	2.5	1.2	3.0

Zatížení chodců na obslužném chodníku

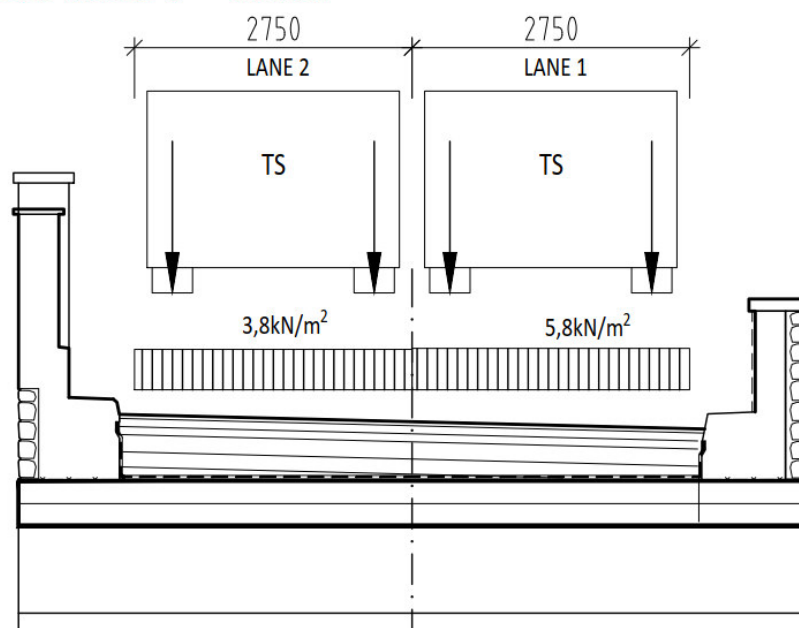
Na dané komunikaci se nenachází obslužný chodník, tudíž toto zatížení nebylo uvažováno.

Postavení vozidel v příčném směru

LOAD MODEL 1 – ZLEVA



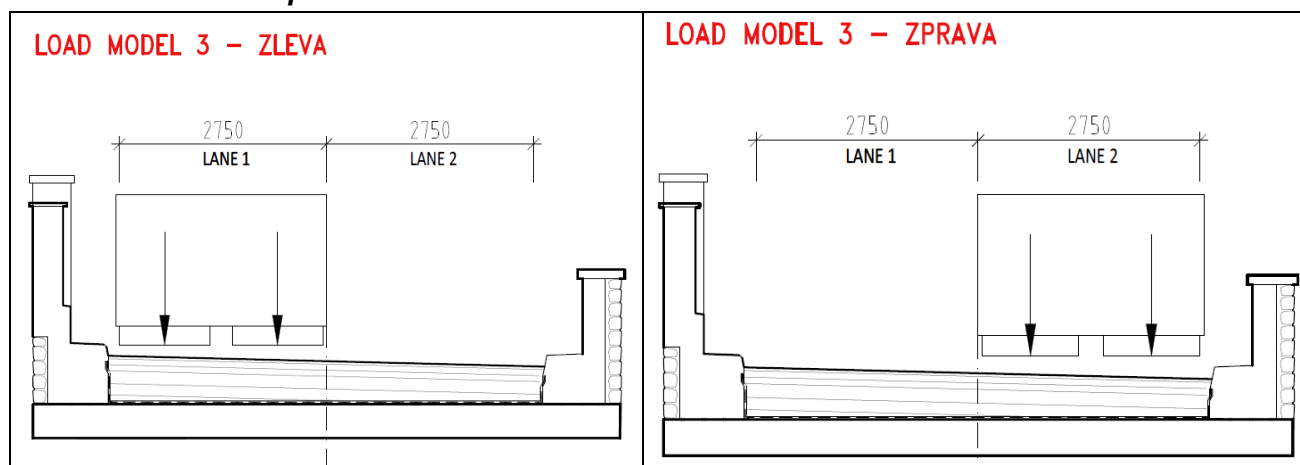
LOAD MODEL 1 – ZPRAVA



• Model zatížení 3 (LM3)

V souladu s českou národní přílohou (ČSN EN 1991-2/Z4, čl. 4.3.4) bylo pro silnice I. a II. třídy použito zvláštní vozidla 900/1500. Zvláštní vozidlo 900/150 se pohybuje v prostoru jednotlivých zatěžovacích pruhů. V ostatních jízdních pruzích po celé délce mostu je pak vyloučena veškerá ostatní doprava. Dynamický součinitel pro toto vozidlo má hodnotu 1,25.

Postavení vozidel v příčném směru



8.6.7 Vodorovné síly

Brzdné a rozjezdové síly

Brzdné síly od dopravy (LM1)

Charakteristická hodnota brzdné síly:

$$Q_{ik} = 0,6\alpha_{Q1} \cdot (2Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{Q1} \cdot q_{1k} \cdot w_l \cdot L$$

Podmínka: $180\alpha_{Q1} < Q_{ik} < 900\text{kN}$

$$Q_{ik} = 0,6 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 2,75 \cdot 9,4 = 383,27 \text{ kN}$$

Podmínka: $180 \text{ kN} < 383 < 900 \text{ kN} \rightarrow Q_{ik} = 383,27 \text{ kN}$

Podélné vodorovné spojitě zatížení: $q_{ik} = Q_{ik}/L = 383 / 9,4 = \underline{\underline{40,77 \text{ kN/m}}}$

Pozn.: Brzdná síla působí ve směru osy mostu v úrovni povrchu vozovky ($e=0,15\text{m}$).

Brzdné síly od dopravy (LM3)

$$Q_{LM3} = 900$$

Charakteristická hodnota brzdné síly:

$$Q_{ik} = 0,6 \cdot (Q_{LM3})$$

Podmínka: $180\alpha_{Q1} < Q_{ik} < 600\text{kN}$

$$Q_{ik} = 0,6 \cdot 900 = 540,00 \text{ kN}$$

Podmínka: $180 \text{ kN} < 540 < 600 \text{ kN} \rightarrow Q_{ik} = 540,00 \text{ kN}$

Podélné vodorovné spojitě zatížení: $q_{ik} = Q_{ik}/L = 540 / 9,4 = \underline{\underline{57,45 \text{ kN/m}}}$

Pozn.: Brzdná síla působí ve směru osy mostu v úrovni povrchu vozovky.

Odstředivé a jiné příčné síly

Jelikož se most nachází v přímé, je velikost odstředivých sil rovna 0 (viz ČSN EN 1991-2, tab. 4.3).

8.6.8 Zatížení teplotou

Výpočet zatížení teplotou byl proveden dle ČSN EN_1991-1-5 (6). Dle této normy spadá posuzovaná konstrukce do 3. třídy – betonová nosná konstrukce (betonový deska), oblast Jimramov.

Rovnoměrná změna teploty (RZT)

Rovnoměrná složka teploty - RZT

výchozí teplota konstrukce:	$T_0 =$	10 °C
maximální teplota vzduchu ve stínu:	$T_{\max} =$	40 °C
minimální teplota vzduchu ve stínu:	$T_{\min} =$	-32 °C

Nosná konstrukce z železobetonu (3.typ - betonová deska)

maximální rovnoměrná složka teploty:	$T_{e,\max} = T_{\max} + 1.5 =$	41.5 °C	viz NA.2.4, ČSN EN 1991-1-5
minimální rovnoměrná složka teploty:	$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 =$	-24.0 °C	viz NA.2.4, ČSN EN 1991-1-5
charakteristická hodnota oteplení:	$\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 =$	31.5 °C	
charakteristická hodnota ochlazení:	$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 =$	-34.0 °C	
celkový rozsah rovnoměrné složky teploty:	$\Delta T_N = T_{e,\max} - T_{e,\min} =$	66 °C	

Rozdílová složka teploty (NZT)

Rozdílová složka teploty - NZT

vvislé složky teploty s lineárními účinky (postup 1)

tloušťka mostního svršku:	$v =$	>0.150m	
3.typ: betonová nosná konstrukce -	$\Delta T_{M,\text{heat}} =$	15 °C	viz tab. 6.1, ČSN EN 1991-1-5
betonová deska	$\Delta T_{M,\text{cool}} =$	8 °C	viz tab. 6.1, ČSN EN 1991-1-5
součinitel při oteplení horních vláken:	$k_{\text{sur},h} =$	0.50	viz tab. 6.2, ČSN EN 1991-1-5
součinitel při ochlazení horních vláken:	$k_{\text{sur},c} =$	1.00	viz tab. 6.2, ČSN EN 1991-1-5
charakteristická hodnota oteplení horních vláken:	$\Delta T_{M,\text{heat}} \cdot k_{\text{sur},h} =$	7.5 °C	
charakteristická hodnota ochlazení horních vláken:	$\Delta T_{M,\text{cool}} \cdot k_{\text{sur},c} =$	8.0 °C	

8.6.9 Zatížení větrem

Níže je proveden výpočet zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4 pro největší výšku nad terénem 2,0 m. Zbylé výpočty jsou archivovány u projektanta. Do výpočetního programu byly zadány hodnoty odpovídající skutečné výšce na terénem po délce konstrukce.

Základní rychlost větru

$$V_b = V_{b,0} \cdot C_{\text{dir}} \cdot C_{\text{season}} \cdot C_{\text{prob}} \quad (4.1)$$

- Výchozí základní rychlost větru

Pro nezatížený most - bez vlivu dopravy $V_{b,0} = 27.5 \text{ m/s}$

Pro zatížený most - s vlivem dopravy $V_{b,0} = 23.0 \text{ m/s}$

- Součinitel směru větru $C_{\text{dir}} = 1.0$ Doporučená hodnota

NA.2.6 - V ČR se použije doporučená hodnota součinitele směru větru

- Součinitel ročního období $C_{\text{season}} = 1.0$ Doporučená hodnota

NA.2.7 - V ČR se použije doporučená hodnota součinitele ročního období

- Součinitel roční pravděpodobnosti $C_{\text{prob}} = 1.00$

Základní rychlost větru pro nezatížený most $V_b = 27.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 27.5 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru pro zatížený most $V_b = 23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 23.0 \text{ m/s}$

Střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b \quad (4.3)$$

Výška konstrukce nad terénem $z = 2.00 \text{ m}$

$$\begin{aligned} &> z_{\min} = 5.00 \text{ m} \\ &< z_{\max} = 200.00 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Součinitel drsnosti** - vyjadřuje změnu střední rychlosti v místě konstrukce

$$\begin{aligned} c_r(z) &= k_r \cdot \ln(z/z_0) & \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \\ c_r(z) &= c_r(z_{\min}) & \text{pro } z \leq z_{\min} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Součinitel terénu, závisející na parametru drsnosti terénu z_0

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} =$$

Parametr drsnosti terénu: $z_0 = 0.30 \text{ m}$

Parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II $z_{0,II} = 0.05 \text{ m}$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,215 \quad (4.5)$$

Součinitel drsnosti

$$c_r(z) = 0,215 \cdot \ln(5 / 0,3) = 0,61$$

- **Součinitel orografie** $c_0(z) = 1,0$

Součinitel orografie je roven 1,0, pokud ve 4.3.3 není uvedeno jinak

Střední rychlost větru

$$v_m(z) = 0,61 \cdot 1 \cdot 27,5 = 16,7 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

Intenzita turbulence $I_v(z)$ ve výšce z je podíl směrodatné odchylky turbulence a střední rychlosti větru

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} \sigma_v &= k_r \cdot v_b \cdot k_l \\ v_m(z) &= c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_v(z) &= k_l / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] & \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \\ I_v(z) &= I_v(z_{\min}) & \text{pro } z \leq z_{\min} \end{aligned} \quad (4.7)$$

- **Součinitel turbulence:** $k_l = 1,0$

NA.2.16 - V ČR se použije doporučená hodnota součinitele turbulence

Intenzita turbulence $I_v(z) = \frac{1}{[1 \cdot \ln(5 / 0,3)]} = 0,36$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot (v_m(z))^2 \quad (4.8)$$

- **Měrná hmotnost vzduchu** $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

NA.2.16 - V ČR se použije doporučená hodnota měrné hmotnosti vzduchu

- **Základní dynamický tlak větru**

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 0,47 \text{ kPa}$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,36] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,66^2 = 0,61 \text{ kPa}$$

Součinitel expozice

$$c_e = q_p(z) / q_b = 0,61 / 0,47 = 1,28$$

Typ konstrukce

Silniční most

Šířka nosné konstrukce	$b = 7.80 \text{ m}$
Výška nosné konstrukce (včetně říms)	$d = 1.27 \text{ m}$
Příčný sklon nosné konstrukce	$\beta = 2.5^\circ$
Uvažovaná výška dopravy	$h = 2.00 \text{ m}$
Zachytňý systém	

Levá strana	Protihluková zábrana	$h = 1.90 \text{ m}$
Pravá strana	Protihluková zábrana	$h = 1.30 \text{ m}$

Zatížení na nosnou konstrukci

Příčný směr mostu - směr x

$$F_{w,x} = 0.5 \cdot \rho \cdot (v_b)^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} \quad (8.2)$$

◦ Součinitel sil ve směru x - $c_{fx,0}$

Pro běžné mosty lze brát rovné 1.30 nebo dle přesnějšího výpočtu

$$d_{tot,bez dopravy} = 1.27 + 1.9 = 3.17 \text{ m}$$

$$d_{tot,s dopravou} = 1.27 + 2 = 3.27 \text{ m}$$

Redukční součinitele součinitele sil v směru x (v příčném směru)

Součinitel odklonu návětrné čelní desky od svislice

$c_{fx,0}$ zmenšit o 0.5% na stupeň odklonu, ale ne více než 30%

$$\text{Úhel odklonu čelní desky od svislice} \quad \alpha = 0.0^\circ \Rightarrow 0 \cdot 0.5 = 0.0 \%$$

Součinitel příčného sklonu nosné konstrukce

$c_{fx,0}$ zvýšit o 3% na stupeň sklonu, ale ne více než 25%

$$\text{Příčný sklon nosné konstrukce} \quad \beta = 2.5^\circ \Rightarrow 2.5 \cdot 3.0 = 7.5 \%$$

Výsledný součinitel sil včetně redukčních součinitelů

$$c_{fx,0,bez dopravy} = 1.76 \cdot (1 - 0/100) \cdot (1 + 7.5/100) = 1.89$$

$$c_{fx,0,s dopravou} = 1.78 \cdot (1 - 0/100) \cdot (1 + 7.5/100) = 1.92$$

◦ Součinitel zatížení větrem $C = c_{f,x} \cdot c_e$

Součinitel zatížení větrem (bez zatížení dopravy)

$$C = 1.89 \cdot 1.28 = 2.43$$

Součinitel zatížení větrem (se zatížením dopravou)

$$C = 1.92 \cdot 1.28 = 2.46$$

Příčná síla od větru na 1bm délky konstrukce (bez zatížení dopravy)

$$F_{w,x,bez\ doprav} = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 27.5^2 \cdot 2.43 \cdot 3.17 = 3.63 \text{ kN/m}$$

Příčná síla od větru na 1bm délky konstrukce (se zatížením dopravy)

$$F_{w,x,s\ doprav}^* = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 23^2 \cdot 2.46 \cdot 3.27 = 2.66 \text{ kN/m}$$

Při současném působení zatížení větrem a zatížení od silniční dopravy má se kombinační hodnota $\psi_0 F_{wk}$ zatížení mostu a vozidel větrem omezit na hodnotu F_w^*

◦ Hodnota součinitele ψ $\psi = 0.6$

$$\psi_0 \cdot F_{w,x} = 0.6 \cdot 3.63 = 2.18 \text{ kN/m} < F_{w,x}^* = 2.66 \text{ kN/m}$$

Příčná síla od větru na 1bm délky konstrukce (bez zatížení dopravy)

$$F_{w,x,bez\ doprav} = 3.63 \text{ kN/m}$$

Příčná síla od větru na 1bm délky konstrukce (se zatížením dopravy)

$$F_{w,x,s\ doprav}^* = \psi_0 \cdot F_{w,x} = 0.6 \cdot 3.63 = 2.18 \text{ kN/m}$$

Svislý směr mostu - směr Z

$$F_{w,z} = 0.5 \cdot \rho \cdot (v_b)^2 \cdot C \cdot A_{ref,z} \quad (8.3.3)$$

◦ **Součinitel sil ve svislém směru c_{fz}**

$$d_{tot} = d = 1.27 \text{ m} \quad b/d_{tot} = 7.8 / 1.27 = 6.14$$

$$\text{Úhel větru od vodorovné} \quad \alpha = 2.0^\circ \quad \Theta = \alpha + \beta = 4.5^\circ$$

$$\text{Příčný sklon nosné konstrukce} \quad \beta = 2.5^\circ$$

$$\text{Brána doporučující hodnota} \quad c_{fz} = 0.9$$

◦ **Referenční plocha $A_{ref,x}$** (je rovna průmětu plochy)

$$A_{ref,z} = b = 7.80 \text{ m}$$

◦ **Měrná hmotnost vzduchu** $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$

◦ **Součinitel zatížení větrem** $C = c_{f,z} \cdot c_e = 0.9 \cdot 1.28 = 1.15$

Svislá síla od větru na 1bm délky konstrukce (bez zatížení dopravy)

$$F_{w,z} = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 27.5^2 \cdot 1.15 \cdot 7.8 = 4.25 \text{ kN/m}$$

◦ **Působí na excentricitě $b/4$:** $e = 1.95 \text{ m}$

8.6.10 Mimořádné zatížení

Jako mimořádné zatížení byl vyšetřován náraz vozidla do parapetních nosníků v polovině rozpětí jednotlivých kleneb a na kraji parapetních nosníků. Velikost síly způsobené tímto nárazem byla uvažována 500 kN. Výška působíště této síly je 1,25 m nad povrchem vozovky.

8.7 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení byly provedeny dle ČSN EN 1990, v souladu s českou národní přílohou.

Přehledný zápis kombinací:

Mezní stav použitelnosti Kvazistálá kombinace	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$	(6.16b)
Mezní stav použitelnosti Častá kombinace	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	(6.14b)
Mezní stav použitelnosti Charakteristická komb.	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \psi_{1,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$	(6.15b)
Mezní stav únosnosti Kombinace ULS-STR	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} " + " \gamma_P P " + " \gamma_{Q,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	(6.10)

=====

; NAME, KIND, ACTIVE, bES, iTYPE, DESC, iSERV-TYPE, nLCOMTYPE, nSEISTYPE ; line 1

8.7.1.1 Kvazistálá kombinace

NAME=SLS_kvazi, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, T_Obalka, 0.5

8.7.1.2 Charakteristická kombinace

NAME=SLS_char1, GEN, ACTIVE, 0, 0, dopr+0.6T, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, Doprava_Obalka, 1, CB, T_Obalka, 0.6
NAME=SLS_char2, GEN, ACTIVE, 0, 0, dopr+0.6W, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, Doprava_Obalka, 1, CB, Vitr_Pricny+Svisly, 0.6
NAME=SLS_char3, GEN, ACTIVE, 0, 0, T+(075*TS+0.4UDL), 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, gr1a_Obalka_fi, 1, CB, T_Obalka, 1
NAME=SLS_char4, GEN, ACTIVE, 0, 0, W+(075*TS+0.4UDL), 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, gr1a_Obalka_fi, 1, CB, Vitr_Pricny+Svisly, 1
NAME=SLS_char, GEN, ACTIVE, 0, 1, , 0, 0, 0
CB, SLS_char1, 1, CB, SLS_char2, 1, CB, SLS_char3, 1, CB, SLS_char4, 1

8.7.1.3 Mezní stav únosnosti (ULS – STR)

NAME=ULS_STR1, GEN, ACTIVE, 0, 0, 1.35dopr+0.9T, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1.35, CB, Ostatni stale, 1.35, CB, C+S, 1.2
CB, Sedani, 1, CB, Zemni_tlak, 1, CB, Doprava_Obalka, 1.35
CB, T_Obalka, 0.9
NAME=ULS_STR2, GEN, ACTIVE, 0, 0, 1.35dopr+0.9W, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1.35, CB, Ostatni stale, 1.35, CB, C+S, 1.2
CB, Sedani, 1, CB, Zemni_tlak, 1, CB, Doprava_Obalka, 1.35

CB, Vitr_Pricny+Svisly, 0.9
NAME=ULS_STR3, GEN, ACTIVE, 0, 0, 1.5T+1.35(075*TS+0.4UDL), 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1.35, CB, Ostatni stale, 1.35, CB, C+S, 1.2
CB, Sedani, 1, CB, Zemni_tlak, 1, CB, gr1a_Obalka_fi, 1.35
CB, T_Obalka, 1.5
NAME=ULS_STR4, GEN, ACTIVE, 0, 0, 1.5W+1.35(075*TS+0.4UDL), 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1.35, CB, Ostatni stale, 1.35, CB, C+S, 1.2
CB, Sedani, 1, CB, Zemni_tlak, 1, CB, gr1a_Obalka_fi, 1.35
CB, Vitr_Pricny+Svisly, 1.5
NAME=ULS_STR, GEN, ACTIVE, 0, 1, , 0, 0, 0
CB, ULS_STR1, 1, CB, ULS_STR2, 1, CB, ULS_STR3, 1, CB, ULS_STR4, 1

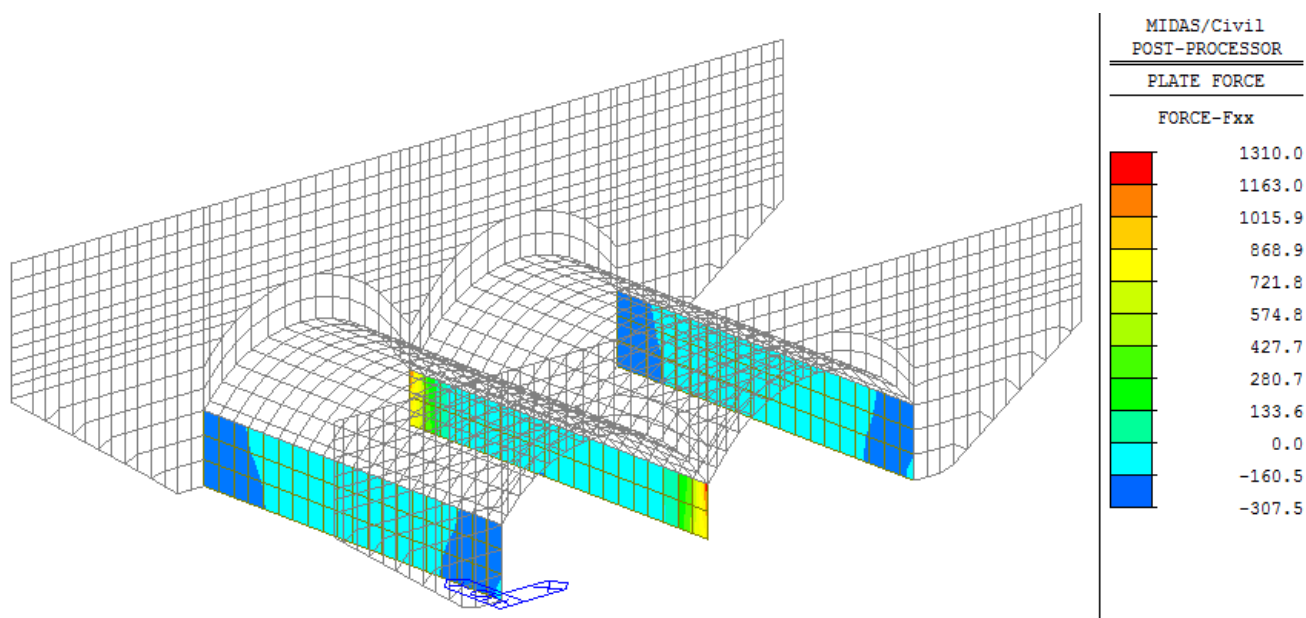
8.7.1.4 **Mimořádná kombinace**

NAME=Mimoradna_komb_1, GEN, ACTIVE, 0, 0, naraz+0.6T, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, Naraz_vozidla_obalka, 1, CB, T_Obalka, 0.6
NAME=Mimoradna_komb_2, GEN, ACTIVE, 0, 0, naraz+0.6W, 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, Naraz_vozidla_obalka, 1
CB, Vitr_Pricny+Svisly, 0.6
NAME=Mimoradna_komb_3, GEN, ACTIVE, 0, 0, naraz+(075*TS+0.4UDL), 0, 0, 0
ST, Vlastni_tiha, 1, CB, Ostatni stale, 1, CB, C+S, 1, CB, Sedani, 1
CB, Zemni_tlak, 1, CB, Naraz_vozidla_obalka, 1, CB, gr1a_Obalka_fi, 1
NAME=Mimoradna_komb_Ob, GEN, ACTIVE, 0, 1, , 0, 0, 0
CB, Mimoradna_komb_1, 1, CB, Mimoradna_komb_2, 1
CB, Mimoradna_komb_3, 1

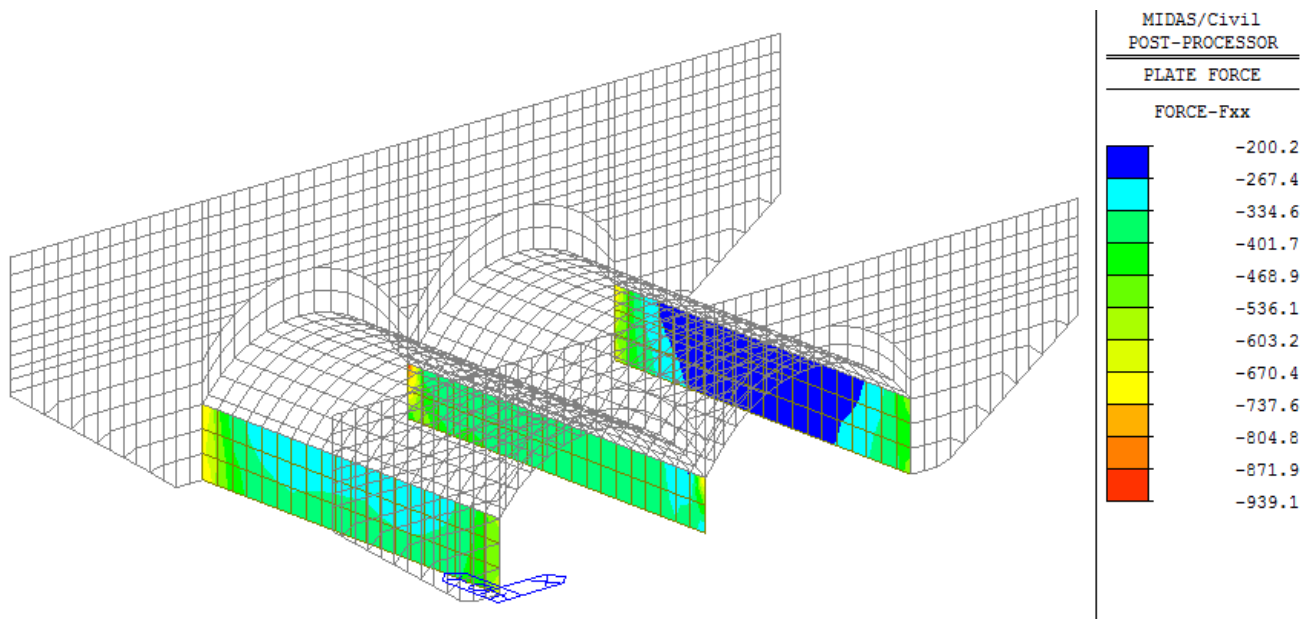
9 POSOUZENÍ STĚN PODPĚR

9.1 Průběhy vnitřních sil

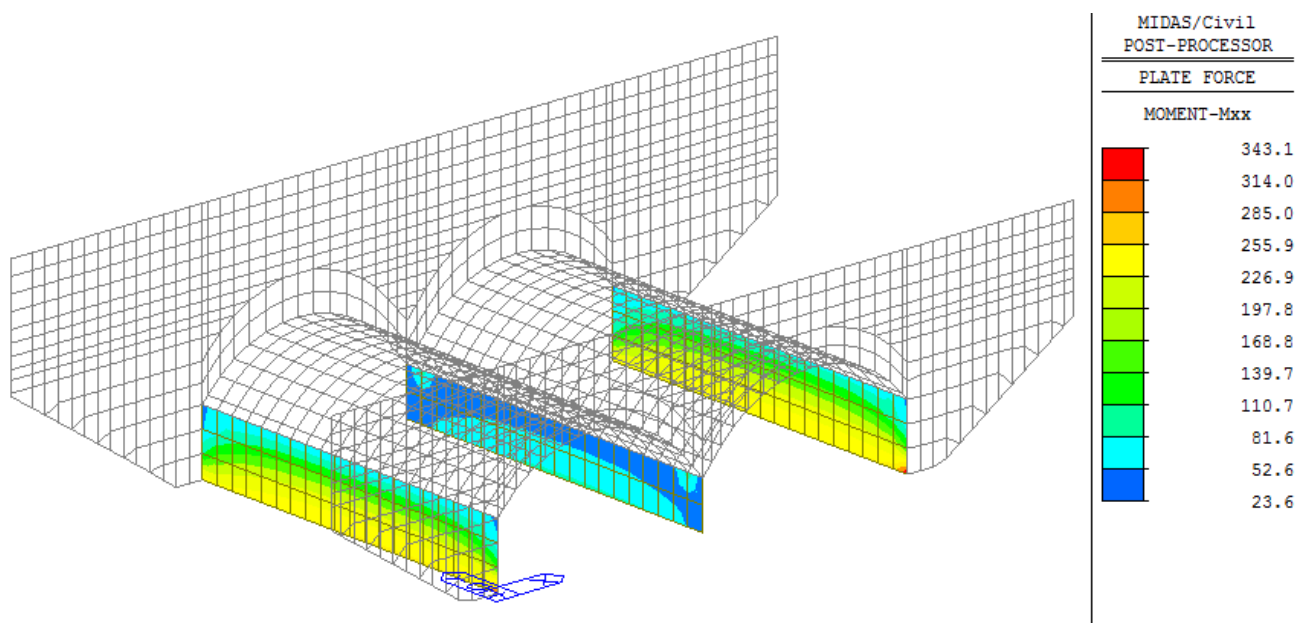
- Charakteristické hodnoty vnitřních sil



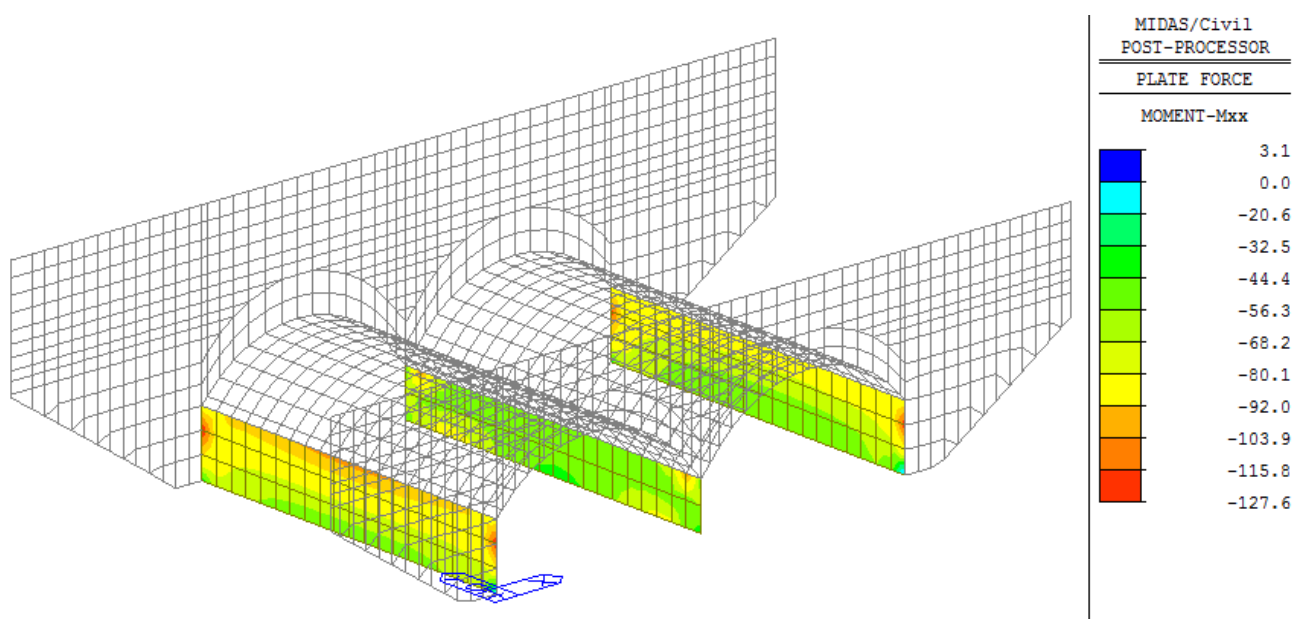
Obr. 15 Obálka maximálních normálových sil F_{xx} [kN] – MSP – charakteristická



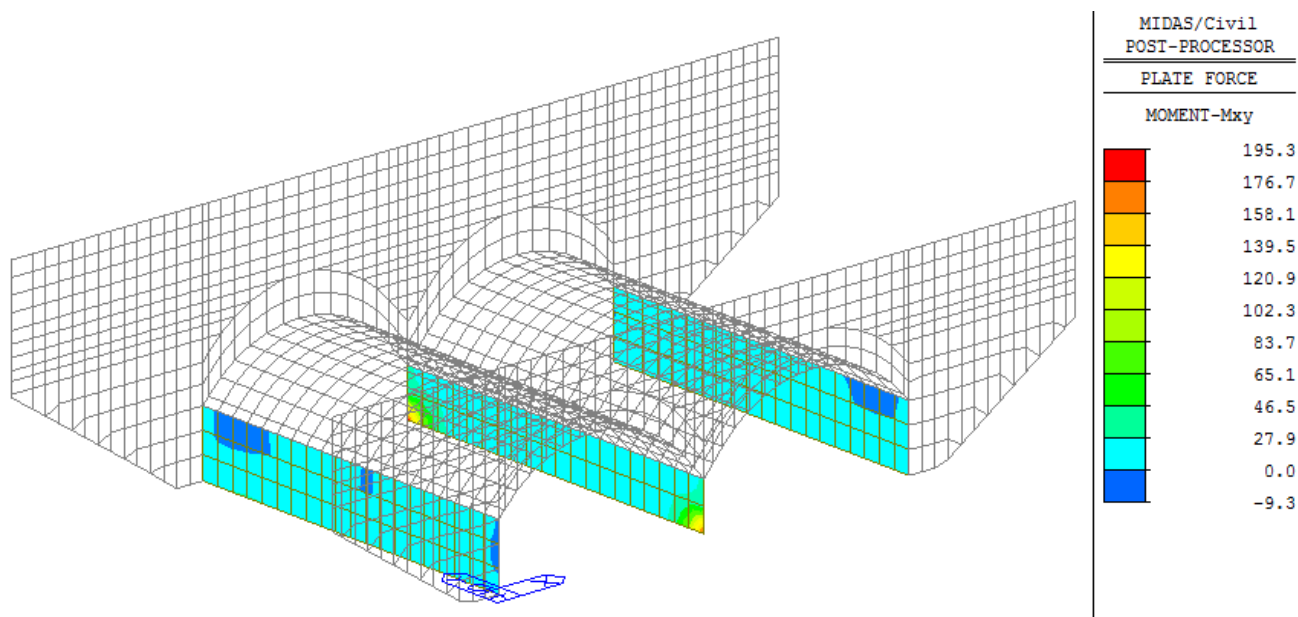
Obr. 16 Obálka minimálních normálových sil F_{xx} [kN] – MSP – charakteristická



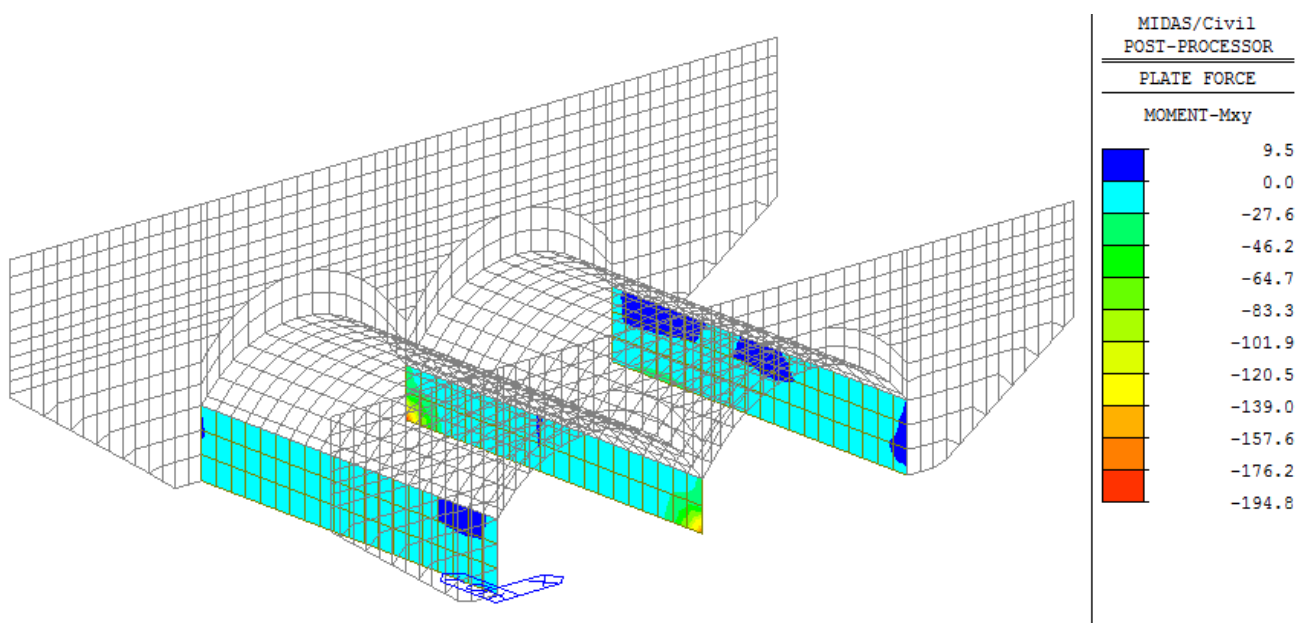
Obr. 17 Obálka maximálních ohybových momentů M_{xx} [kNm] – MSP – charakteristická



Obr. 18 Obálka minimálních ohybových momentů M_{xx} [kNm] – MSP – charakteristická

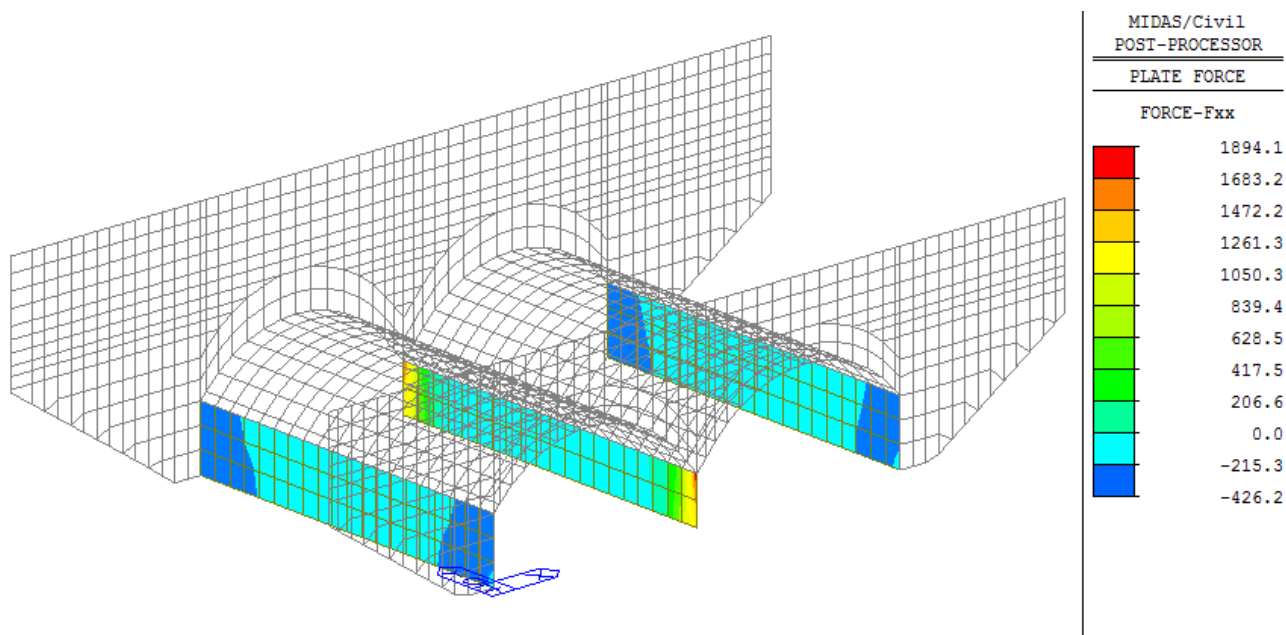


Obr. 19 Obálka maximálních krouticích momentů M_{xy} [kNm] – MSP – charakteristická

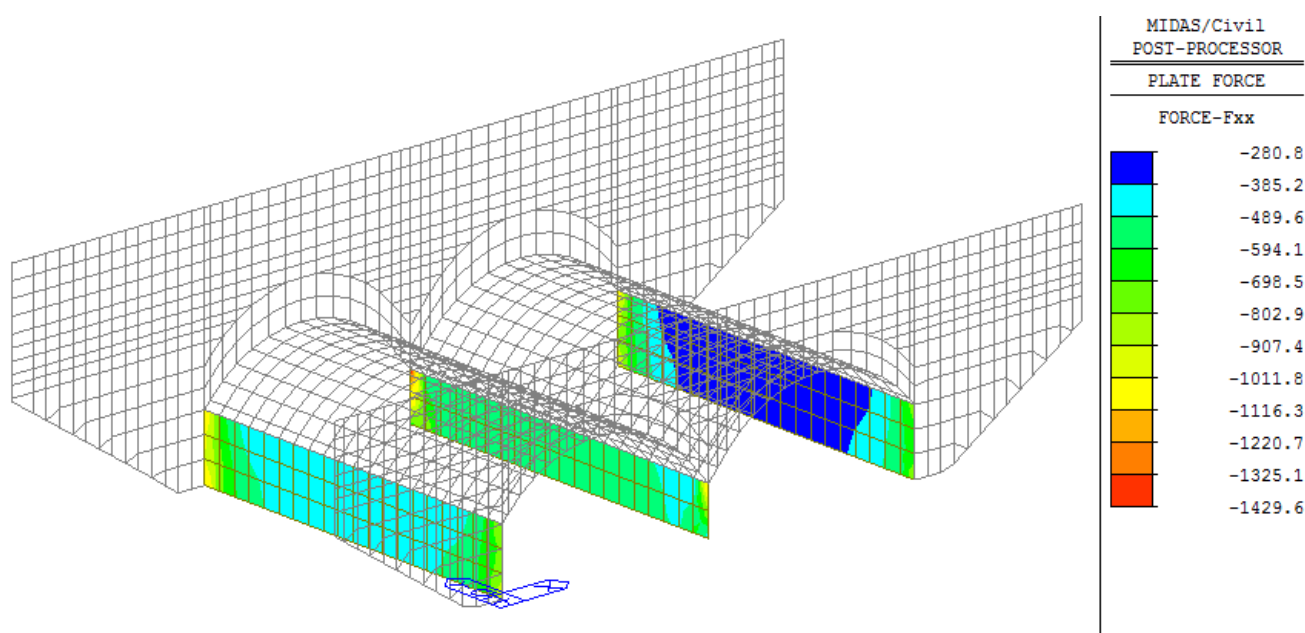


Obr. 20 Obálka minimálních krouticích momentů M_{xy} [kNm] – MSP – charakteristická

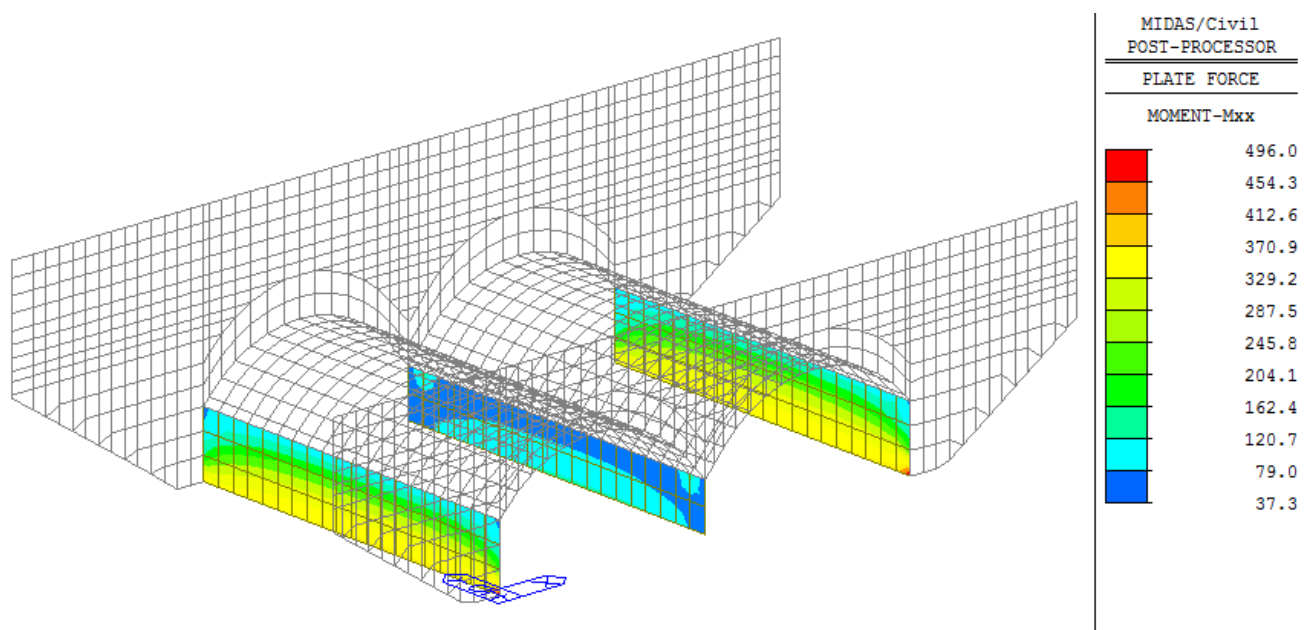
- Návrhové hodnoty vnitřních sil



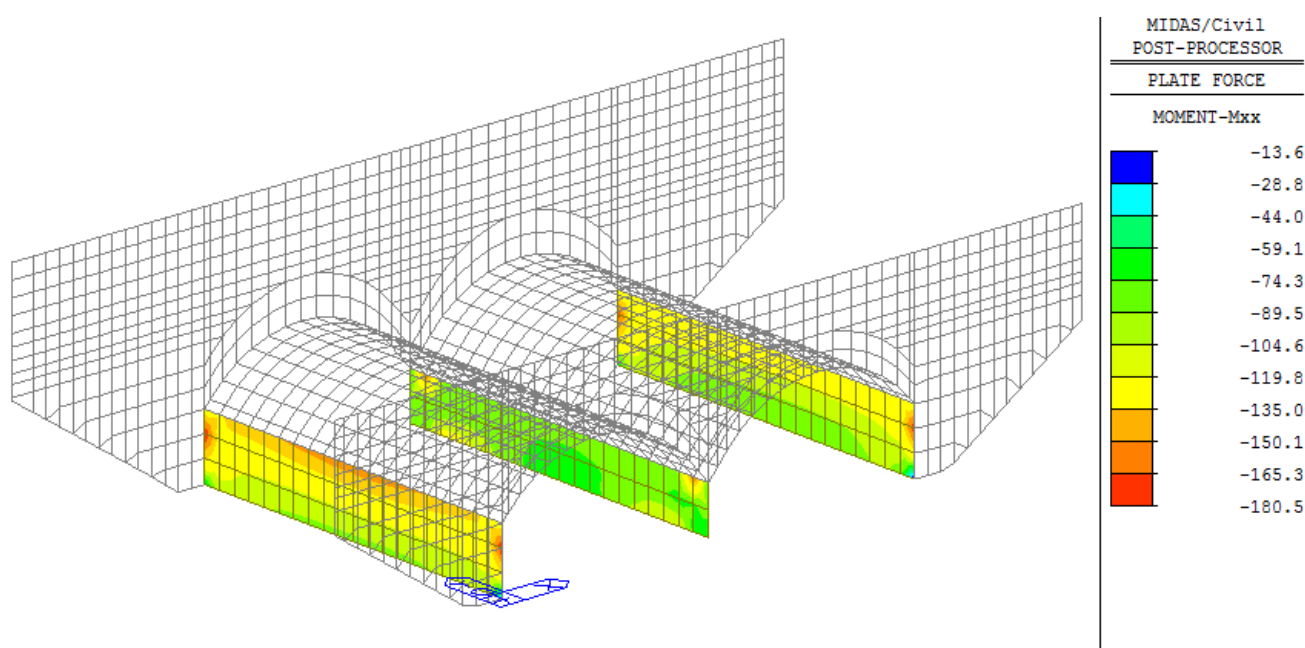
Obr. 21 Obálka maximálních normálových sil F_{xx} [kN] – MSÚ-STR



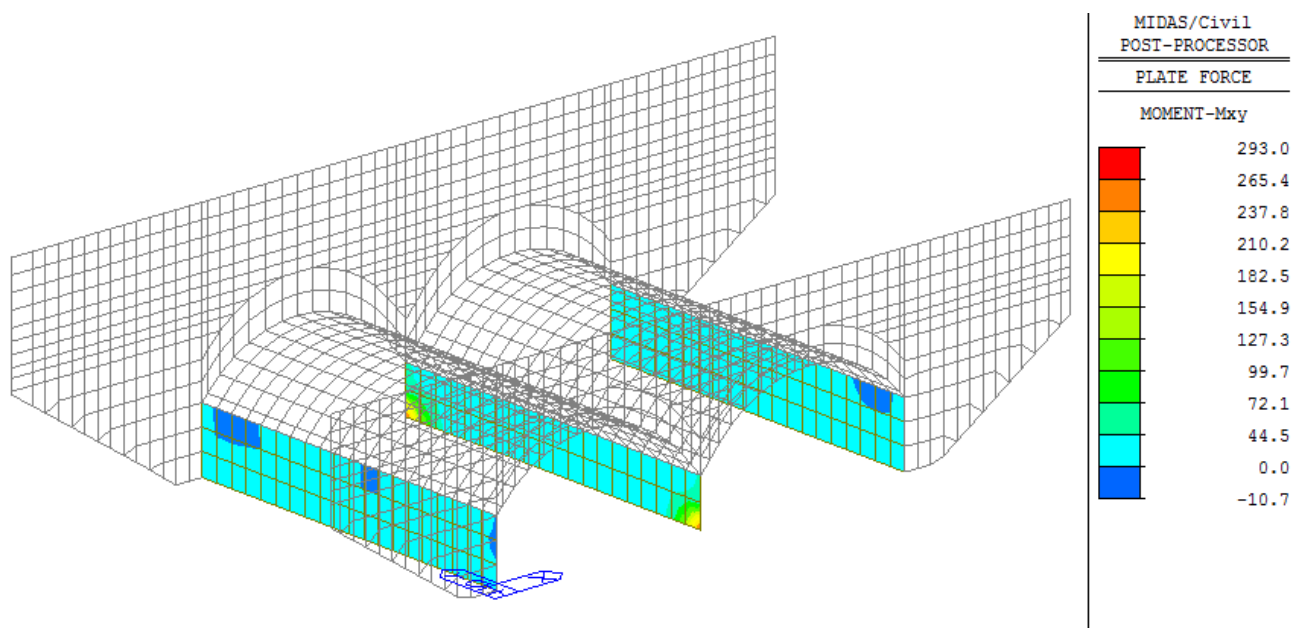
Obr. 22 Obálka minimálních normálových sil F_{xx} [kN] – MSÚ-STR



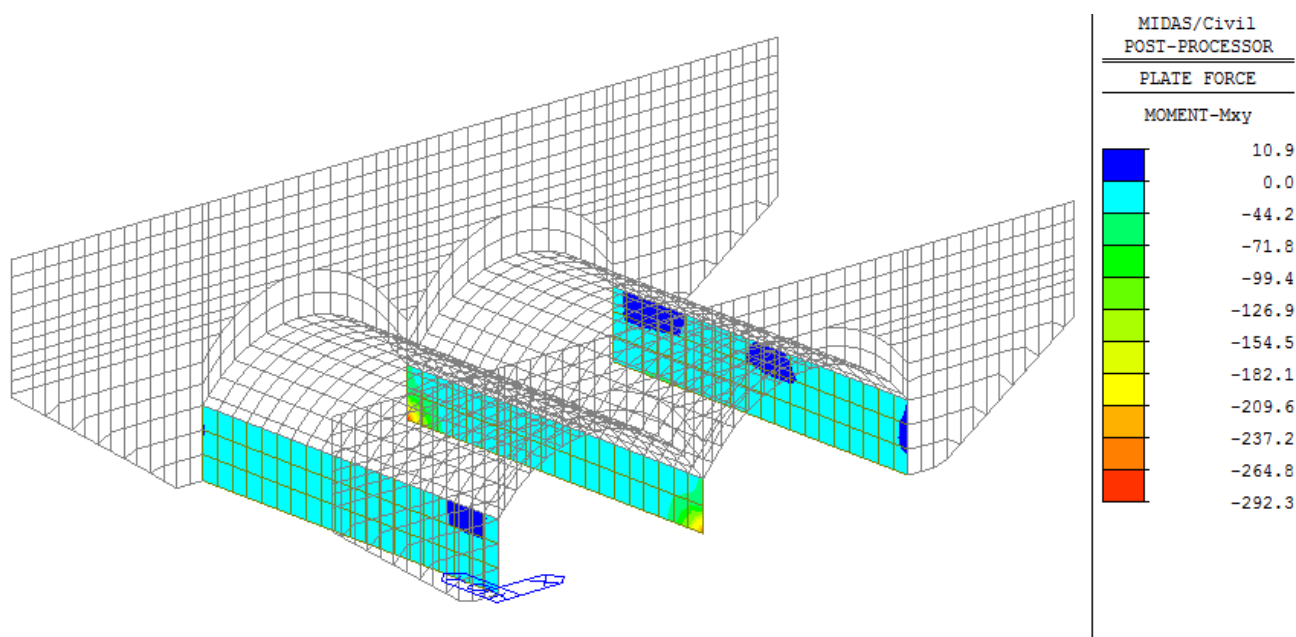
Obr. 23 Obálka maximálních ohybových momentů M_{xx} [kNm] – MSÚ-STR



Obr. 24 Obálka minimálních ohybových momentů M_{xx} [kNm] – MSÚ-STR



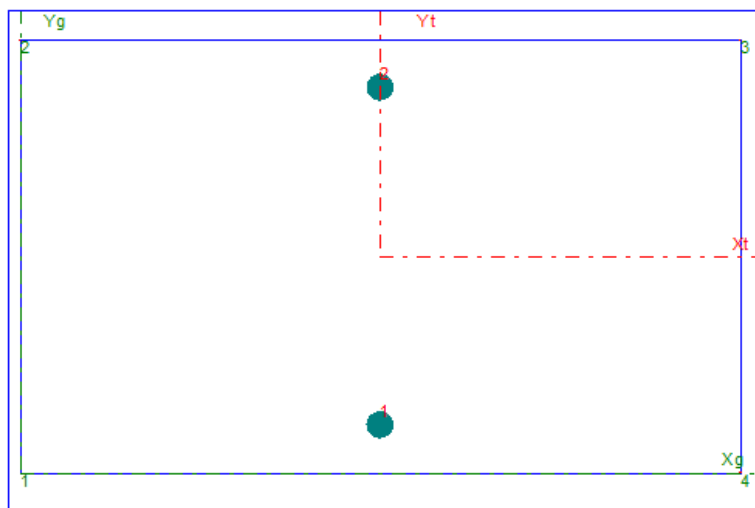
Obr. 25 Obálka maximálních krouticích momentů M_{xy} [kNm] – MSÚ-STR



Obr. 26 Obálka minimálních krouticích momentů M_{xy} [kNm] – MSÚ-STR

9.2 Návrh a posouzení svislé výztuže ve stěně

- **Návrh krajní opěry:** Rub stěny: **ø20 á 150 mm**
Líc stěny: **ø20 á 150 mm**
- **Návrh střední podpěra:** Rub stěny: **ø16 á 150 mm**
Líc stěny: **ø16 á 150 mm**
- **Průřez a vstupní údaje (krajní opěra)**



EC 2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,6000
A_s [m ²]	=	0,00419088
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-častá}$	=	15,000
	=	
n_{Obrys}	=	4
n_{Vyztuz}	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	60

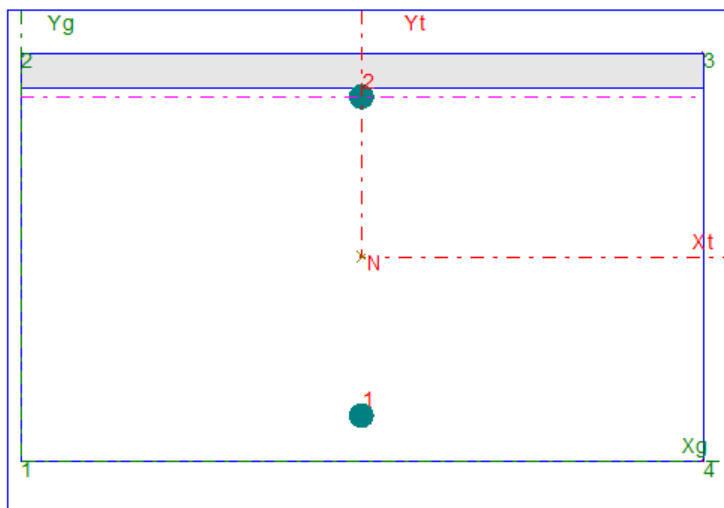
Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		E_c [MPa]	E_s [MPa]			
		33000,0	200000,0			
Pevnosti		f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	
		-30,0	-18,0	500,0	434,8	
Charakteristiky betonu : $\epsilon_{cu3} (\epsilon_{cs}) = -3,50\%$ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$						
Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,600
	2	0,000	0,600	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prům [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,066	0,0200	6,670	0,0020954
	2	0,500	0,534	0,0200	6,670	0,0020954

Mezní stav únosnosti – STR

Zatěžovací Stav 23 : 70-52_ULS_STR(min) / ULS kombinace

N	Mx	My	Ty
0,0	445,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-1

N_{Rd} [kN]	=	0,00
M_{Rd} [kNm]	=	463,80
M_{XRd} [kNm]	=	463,80
M_{YRd} [kNm]	=	0,00
Alfau	=	0,000

DRCENÍ BETONU

Využití : 95,95 %

Nulová osa				P.č.				P.č.			
P.č.				X[m]	Y[m]	P.č.				X[m]	Y[m]
1				0,000	0,535	2				1,000	0,535
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	
	1	0,000	0,000	0,000	0,028839	3	1,000	0,600	-18,000	-0,003500	
	2	0,000	0,600	-18,000	-0,003500	4	1,000	0,000	0,000	0,028839	
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	
	1	0,500	0,066	434,783	0,025282	2	0,500	0,534	11,465	0,000057	

Extrémní hodnoty napětí

P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,600	-18,000
Výztuž 1	0,500	0,066	434,783	2	0,500	0,534	11,465
Předpětí 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000

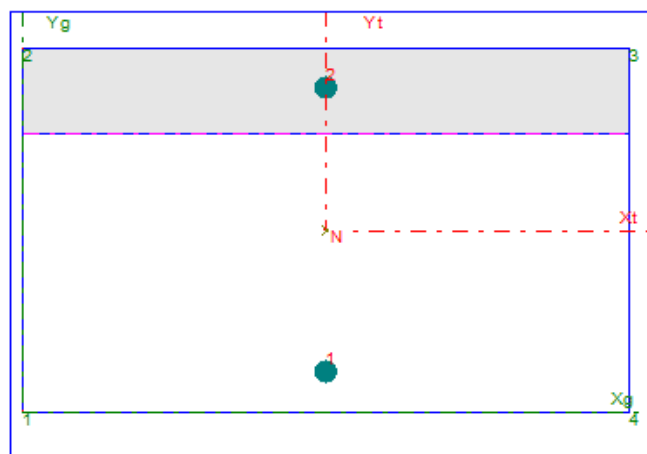
Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb: -935,08 Na : 935,09 Na1: 0,00 Nv : 0,00

Navržená výztuž ve stěně o průřezu $t = 600$ mm schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 95,9 %. v mezní únosnosti).

Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

Zatěžovací Stav 2 : 70-Cent_SLS_char(min) / Charakteristická kombinace

N 0,0 Mx 299,0 My 0,0 Ty 0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m²] = 0,2041
Xt [m] = 0,5000
yt [m] = 0,4587
Ixt [m⁴] = 0,005966
Iyt [m⁴] = 0,01177
Ab [m²] = 0,1413
As [m²] = 0,00419088

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

Vyloučený tah v betonu

Nulová osa P.č.	X[m]	Y[m]		P.č.	X[m]	Y[m]		
1	0,000	0,459		2	1,000	0,459		
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0,000	0,000	0,000	3	1,000	0,600	-7,080
	2	0,000	0,600	-7,080	4	1,000	0,000	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0.500	0.066	295.227	2	0.500	0.534	-56.590

Extrémní hodnoty napětí

P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
Beton 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,600	-7,080
Výztuž 1	0,500	0,066	295,227	2	0,500	0,534	-56,590
Předpětí 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb: -500,15 Na : 618,63 Na1: -118,58 Nv : 0,00

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -7,1 MPa)

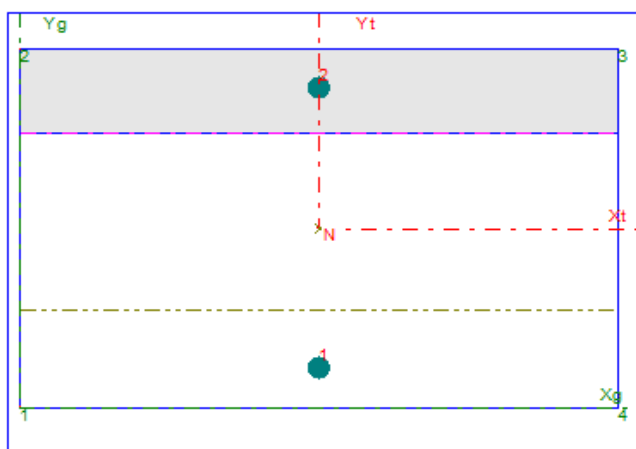
Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 295,3 MPa)

Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

Zatěžovací Stav 3 : 70-Cent_SLS_kvazi(min) / Kvazi-stálá kombinace

N	Mx	My	Ty
0,0	168,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,2041
Xt [m]	=	0,5000
yt [m]	=	0,4587
Ixt [m ⁴]	=	0,005966
Iyt [m ⁴]	=	0,01177
Ab [m ²]	=	0,1413
As [m ²]	=	0,00419088

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

Vyloučený tah v betonu

Nulová osa	P.č.	X[m]	Y[m]		P.č.	X[m]	Y[m]	
	1	0,000	0,459		2	1,000	0,459	
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0,000	0,000	0,000	3	1,000	0,600	-3,978
	2	0,000	0,600	-3,978	4	1,000	0,000	0,000
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0.500	0.066	165.870	2	0.500	0.534	-31.798

Extrémní hodnoty napětí

P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
Beton 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,600	-3,978
Výztuž 1	0,500	0,066	165,870	2	0,500	0,534	-31,798
Předpětí 1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : -281,04 Na : 347,57 Na1 : -66,63 Nv : 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

$w_k = S_{r,max} * (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$		$S_{r,max} = k_3 * c + k_1 * k_2 * k_4 * \Phi / \rho_{p,eff}$			$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t * f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} * (1 + \alpha_e * \rho_{p,eff})] / E_s$			
		$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$						
σ_s [MPa]	$\rho_{p,eff}$	α_e	Φ [m]	c [m]	$A_{c,eff}$ [m ²]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	$S_{r,max}$ [m]	w_k [mm]
165,89	0,0127	6,0606	0,0200	0,0560	0,1650	0,000498	0,3789	0,189
k_t	A_s [m ²]	A_p [m ²]	$f_{ct,eff}$ [MPa]	ξ_1	$y_{c,eff}$ [m]	k_1	k_2	k_3
0.4000	0.00210	0.00000	2.9000	0.7071	0.1650	0.80	0.50	1.99

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$f_c \leq 0,45 * f_{ck}$ (pro C30/37 = 13,5 MPa) → splněno (max tlakové napětí = -4,0 MPa)

Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepříjemné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$w_k < w_{max} = 0,2$ mm → splněno (max šířka trhlin = 0,189 mm)

9.3 Kontrola konstrukčních zásad pro střední podpěru

Podélná výztuž

kap. 9.2.1

Minimální a maximální plocha výztuže

kap. 9.2.1.1

Vstupní parametry:

Materiály: Beton:	C30/37	$f_{ctm} =$	2.90 MPa
Betonářská výztuž:	B500B	$f_{yk} =$	500.00 MPa
		$f_{yd} =$	434.78 MPa
Geometrie:	$b_t =$	1.00 m	<i>průměrná šířka tažené části průřezu</i>
	$h =$	1.20 m	<i>výška průřezu</i>
	$d =$	1.08 m	<i>účinná výška</i>
	$A_c =$	1.20 m ²	<i>plocha celého průřezu</i>
Návrh vyztužení:	$\Phi 16/150$		<i>výztuž horní povrch</i>
	$\Phi 16/150$		<i>výztuž dolní povrch</i>

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} \times b_t \times d / f_{yk}; 0,0013 \times b_t \times d) \quad (9.1N)$$

$$A_{s,min} = 1.60E-03 \text{ m}^2 \quad \text{minimální plocha betonářské výztuže}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0.04 A_c$$

$$A_{s,max} = 4.80E-02 \text{ m}^2 \quad \text{maximální plocha betonářské výztuže}$$

Provedená výztuž:

$$A_{st} = 1.68E-03 \text{ m}^2 \quad \text{skutečná plocha tažené výztuže}$$

$$A_s = 3.02E-03 \text{ m}^2 \quad \text{skutečná plocha betonářské výztuže v celém průřezu}$$

Posouzení:

$$A_{st} = 1.68E-03 \text{ m}^2 > A_{s,min} = 1.60E-03 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_s = 3.02E-03 \text{ m}^2 > A_{s,max} = 4.80E-02 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

9.4 Návrh a posouzení vodorovné výztuže ve stěně (nad základem)

• Minimální plocha tahové výztuže v mezním stavu použitelnosti

• Průřez

$$b_w = 1.00 \text{ m}$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$A_c = 0.60 \text{ m}^2$$

• Materialové charakteristiky

Beton - C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 18 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$$

Ocel - B 500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$$

• Minimální plocha tahové výztuže

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

Součinitel k_c zohledňující rozdělení napětí v průřezu bezprostředně před vznikem trhlin a změna ramene vnitřních sil

$$k_c = 1.0 \quad \text{Prostý tah}$$

Součinitel k vyjadřující účinek nerovnoměrného rozdělení vnitřních rovnovážných napětí vedoucích ke zmenšení sil vyplývajících z omezení přetvoření

Tloušťka desky

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$k = 0.79$$

Plocha betonu v tažené oblasti průřezu. Tažená oblast je ta část plochy průřezu, která je podle výpočtu těsně před vznikem první trhliny

$$A_{c,t} = 0.60 \text{ m}^2$$

Průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu v okamžiku prvního očekávaného vzniku trhlin

$$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$$

• Minimální plocha tahové výztuže

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = 1 \cdot 0.79 \cdot 2.9 \cdot 0.6 = 1372.9 \text{ kN}$$

Dovolené napětí ve výztuži

$$\sigma_s = 350 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = \frac{1372.9}{350000} = 3.92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Návrh výztuže

$$\emptyset 16 \text{ á } 75 \text{ mm} \quad 13.33 \text{ ks} \quad \rightarrow \quad 2.68 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\emptyset 16 \text{ á } 75 \text{ mm} \quad 13.33 \text{ ks} \quad \rightarrow \quad 2.68 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

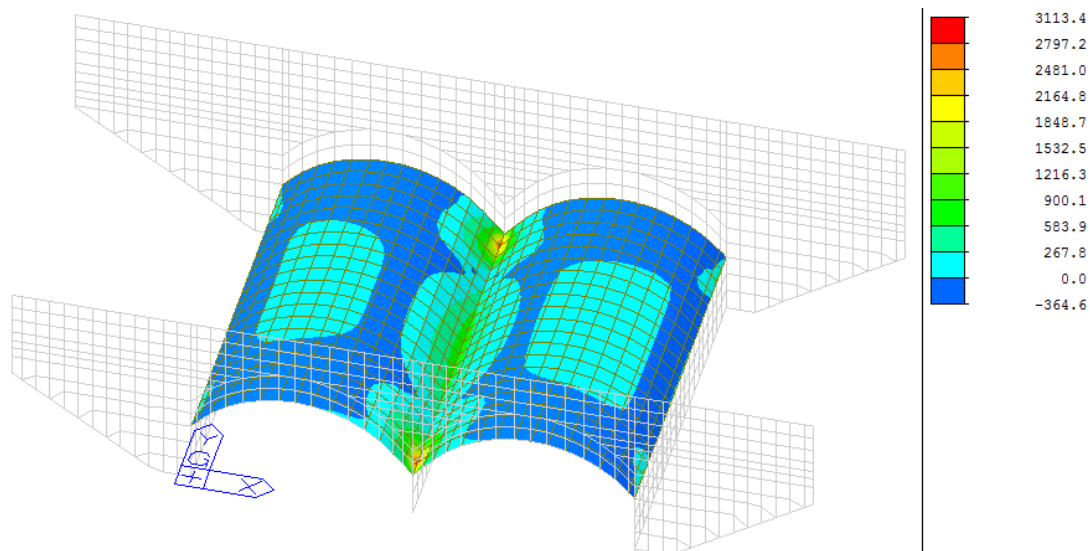
$$A_{s,min} = 3.92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_s = 5.36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Vyhovuje !!!

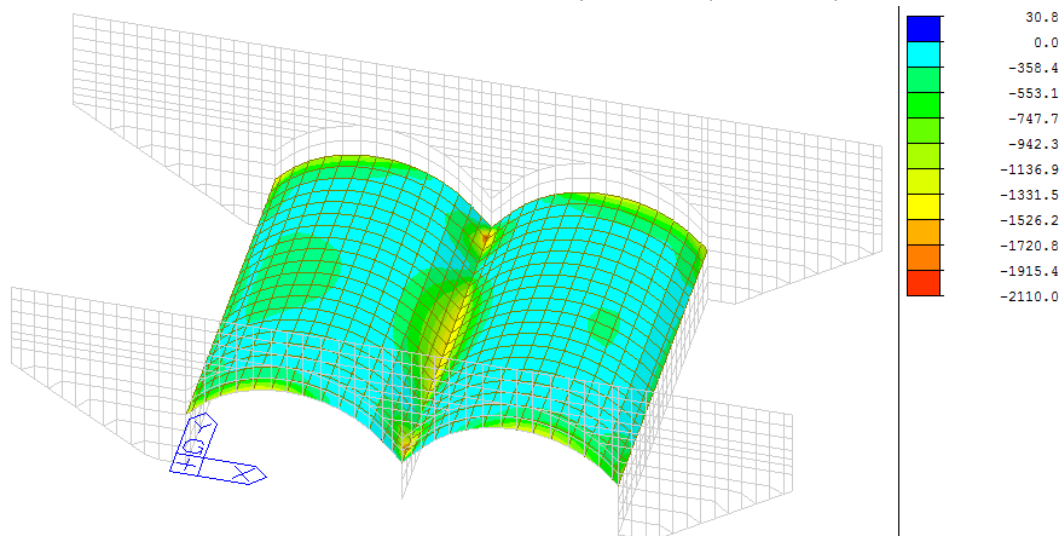
10 POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

10.1 Vnitřní síly

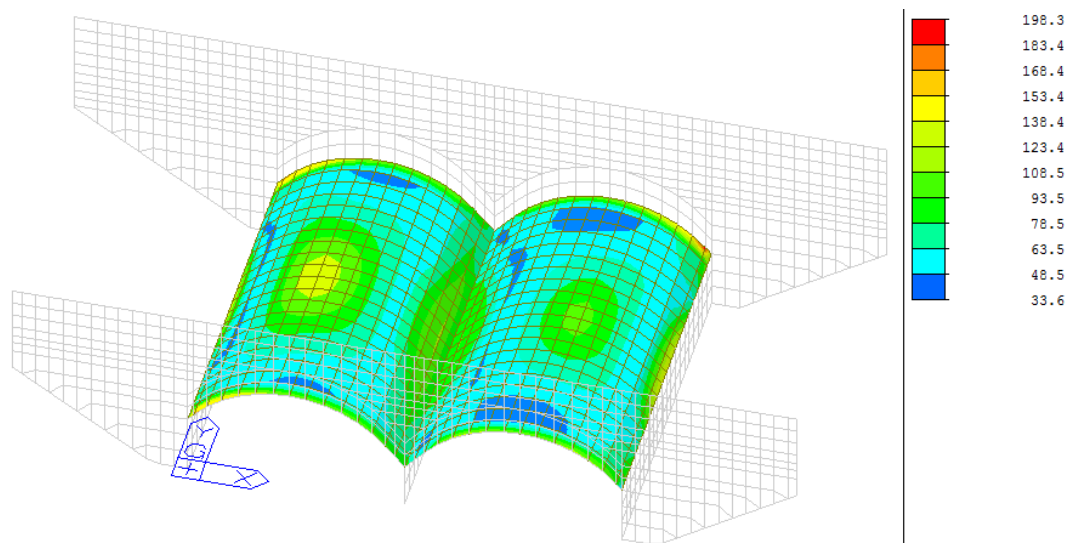
10.1.1 Obálka vnitřních sil v charakteristické kombinaci zatížení



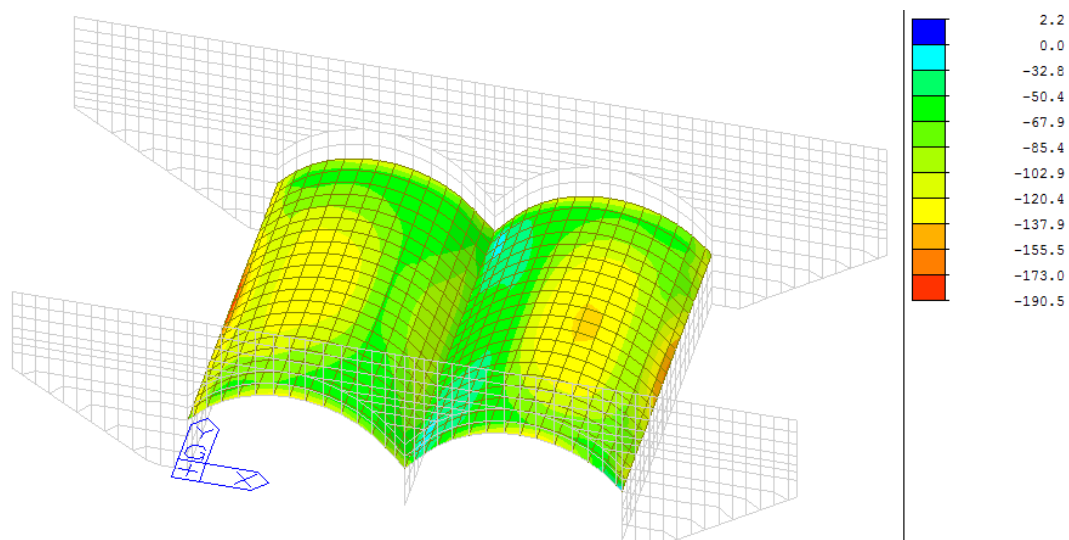
Obr. 27 Průběh max. normálových sil N_{Ek} (MSU-STR)



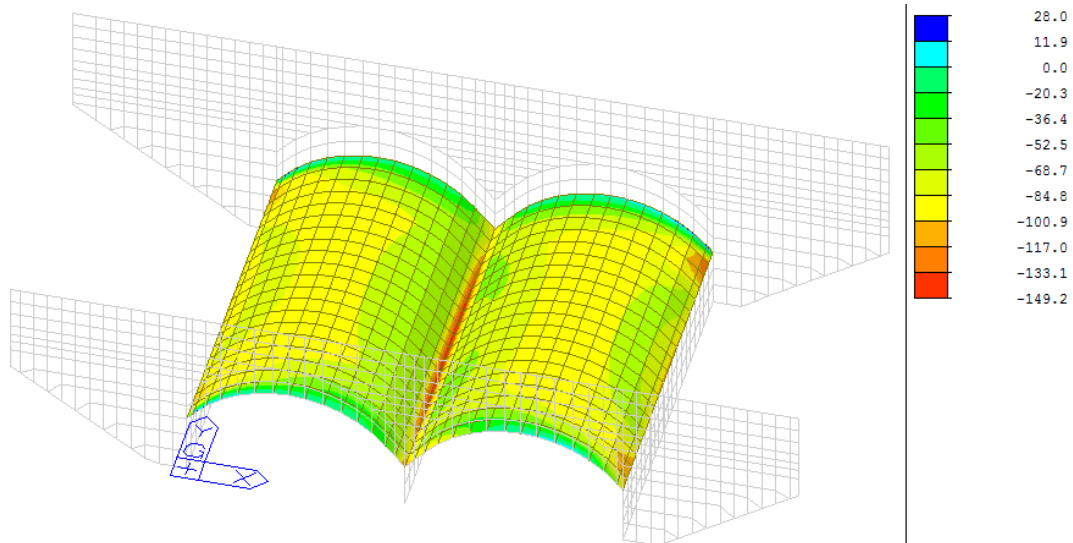
Obr. 28 Průběh min. normálových sil N_{Ek} (MSU-STR)



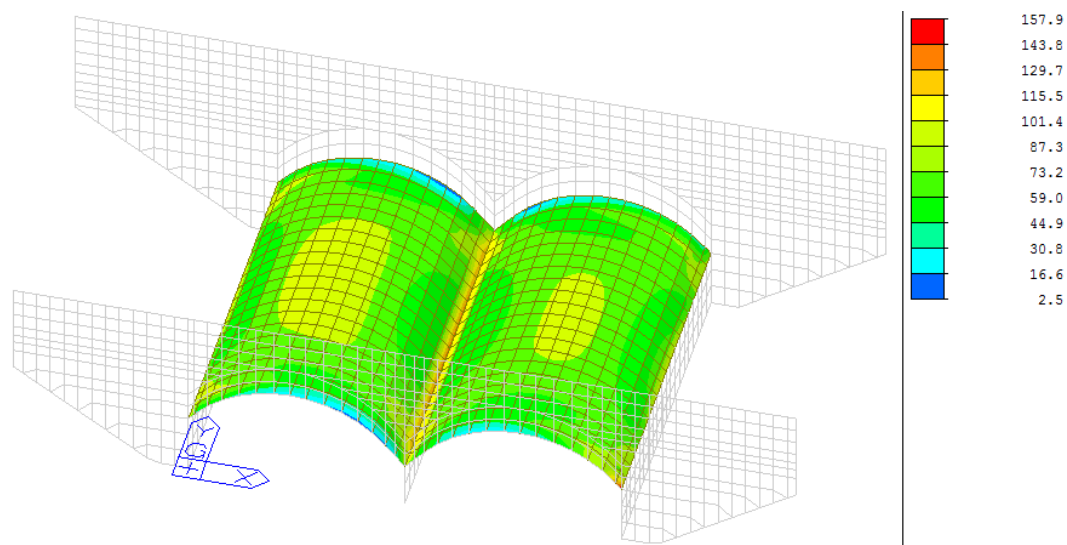
Obr. 29 Průběh max. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



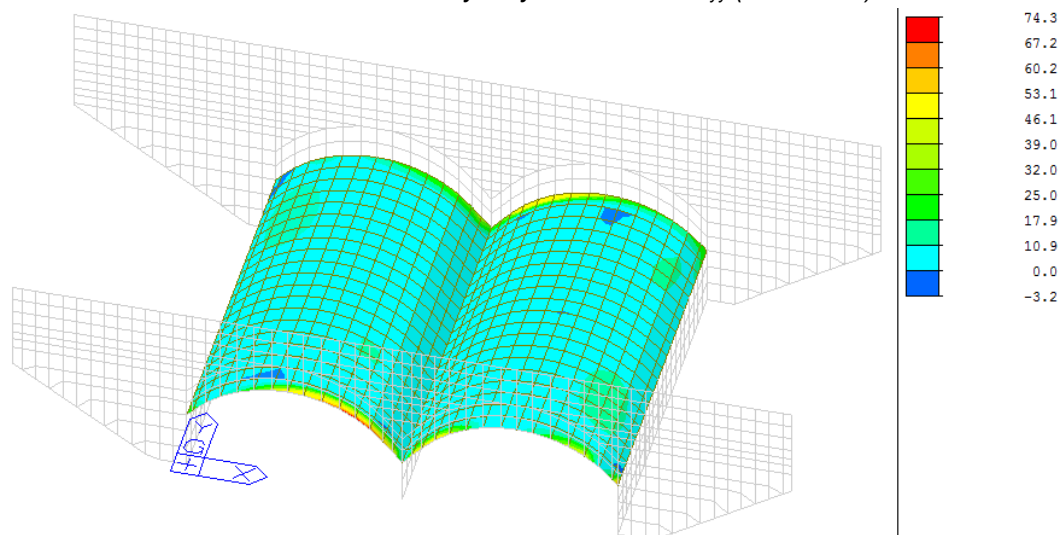
Obr. 30 Průběh min. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



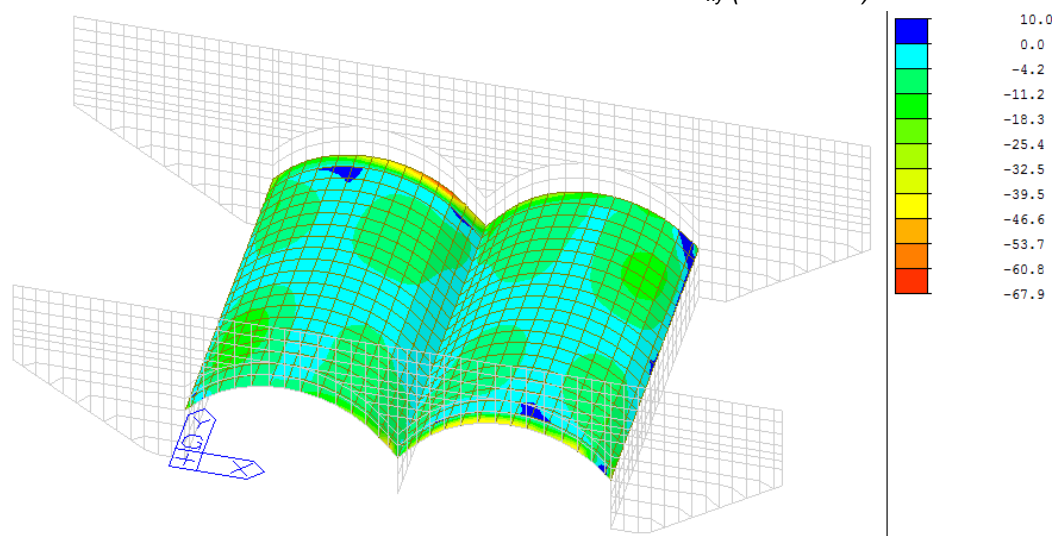
Obr. 31 Průběh max. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



Obr. 32 Průběh min. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)

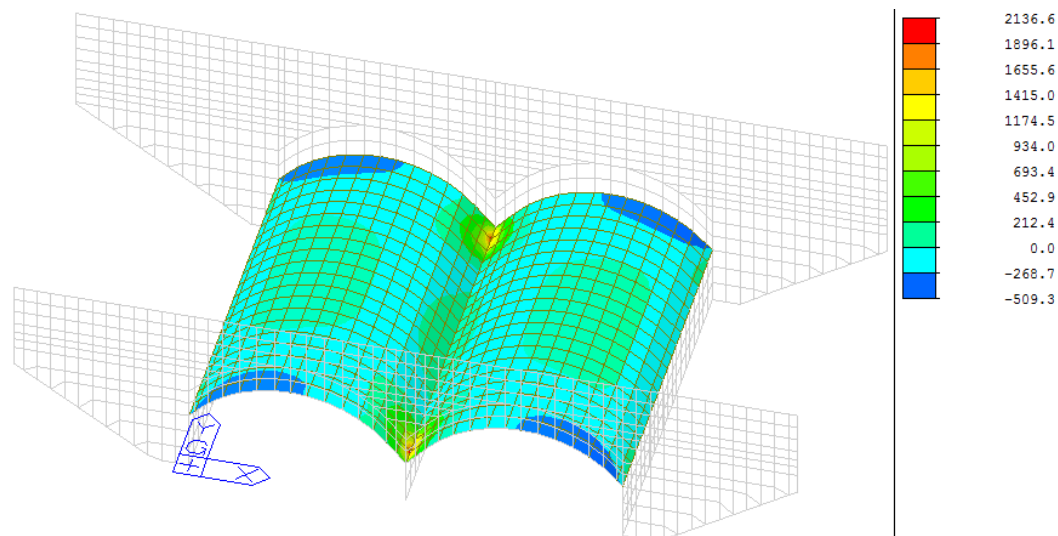


Obr. 33 Průběh max. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)

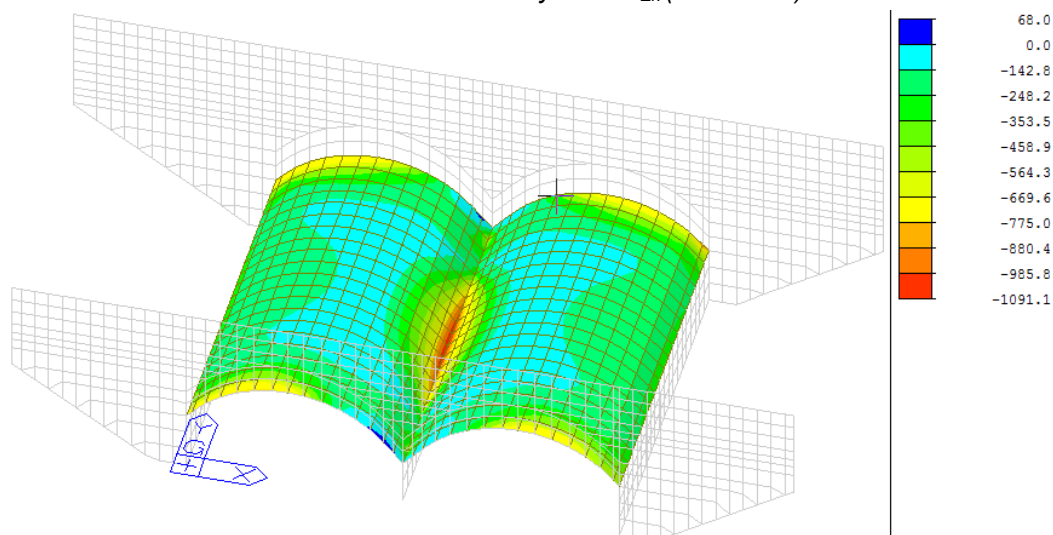


Obr. 34 Průběh min. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)

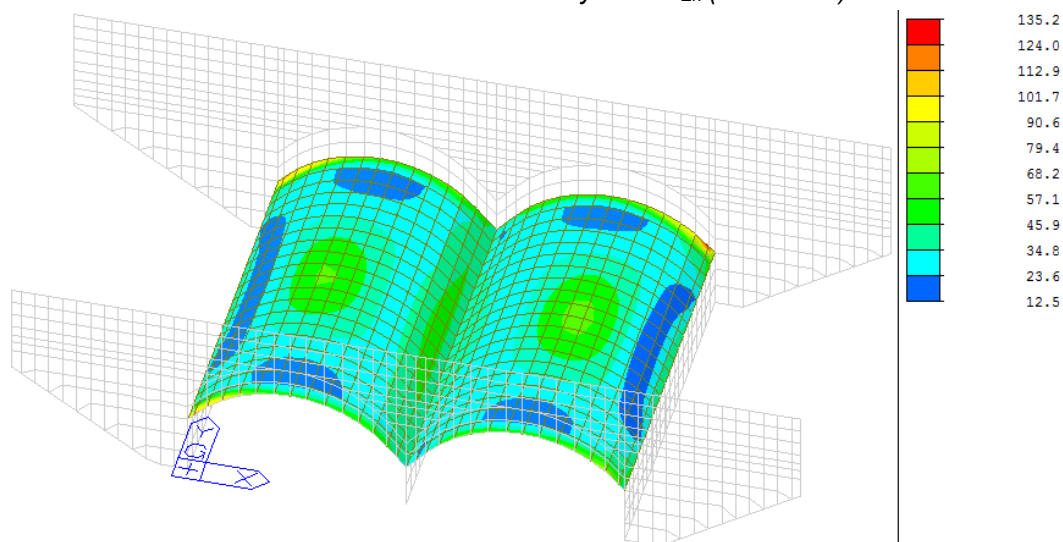
10.1.2 Obálka vnitřních sil v kvazistálé kombinaci zatížení



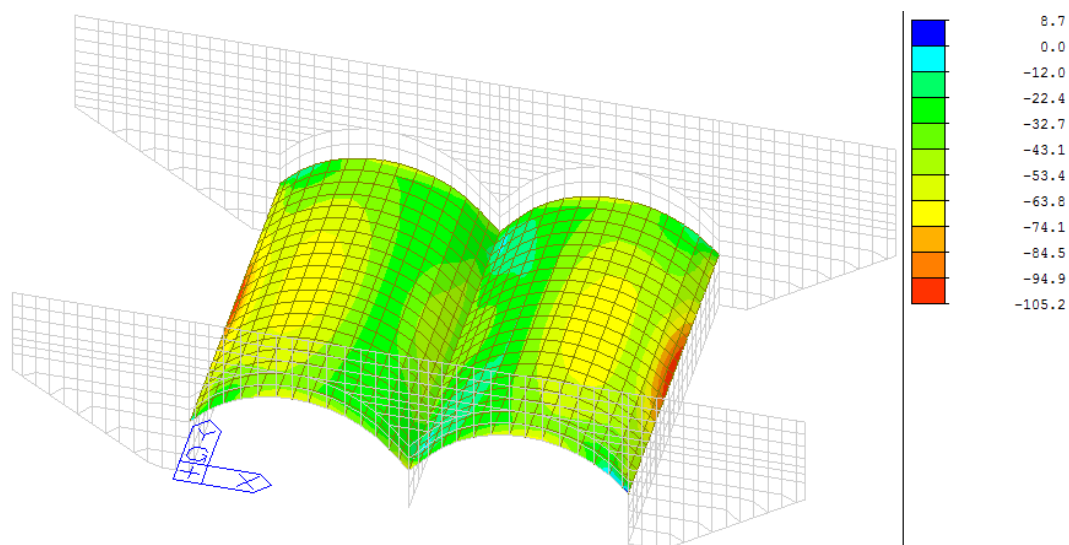
Obr. 35 Průběh max. normálových sil N_{Ek} (MSU-STR)



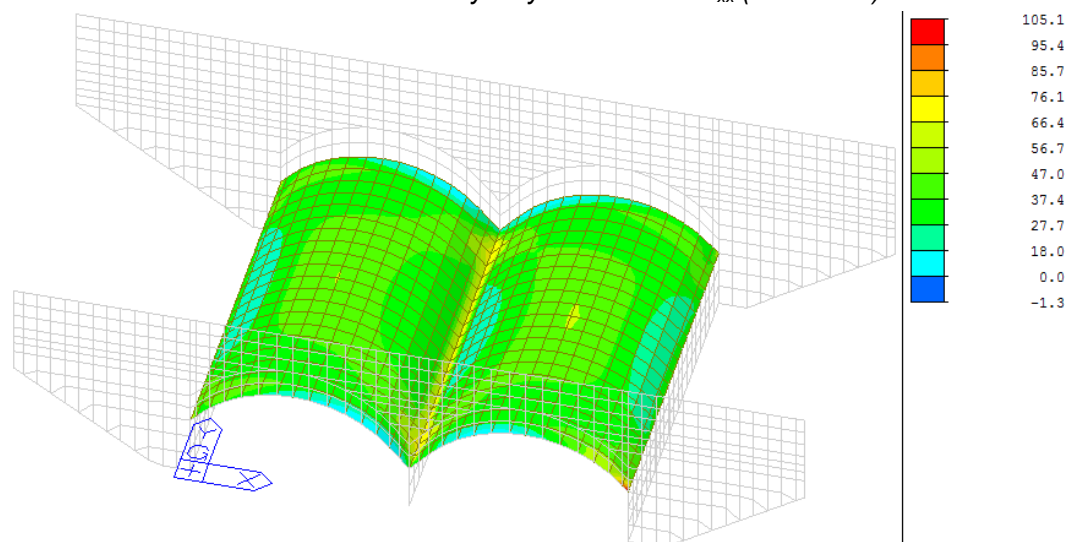
Obr. 36 Průběh min. normálových sil N_{Ek} (MSU-STR)



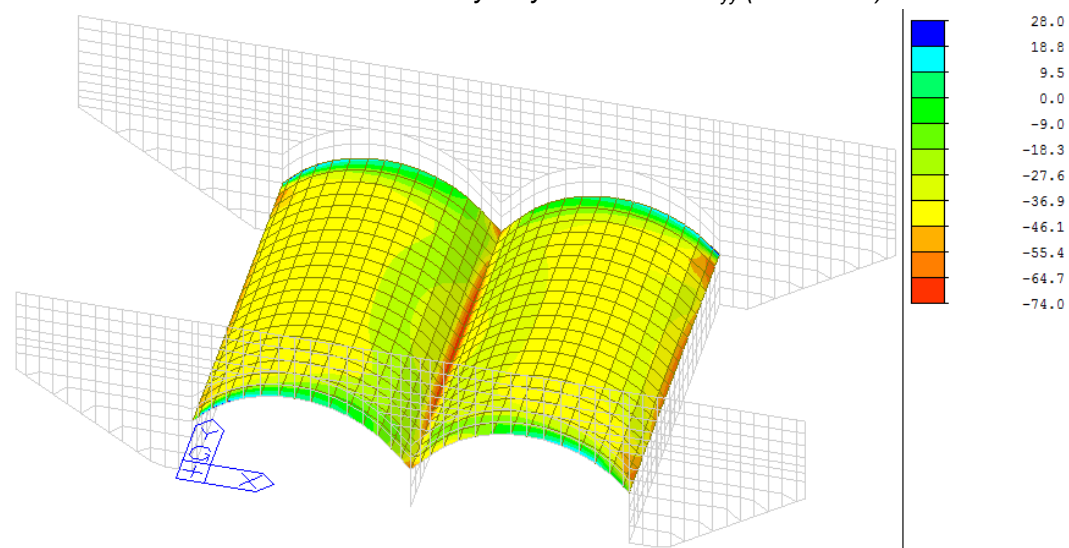
Obr. 37 Průběh max. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



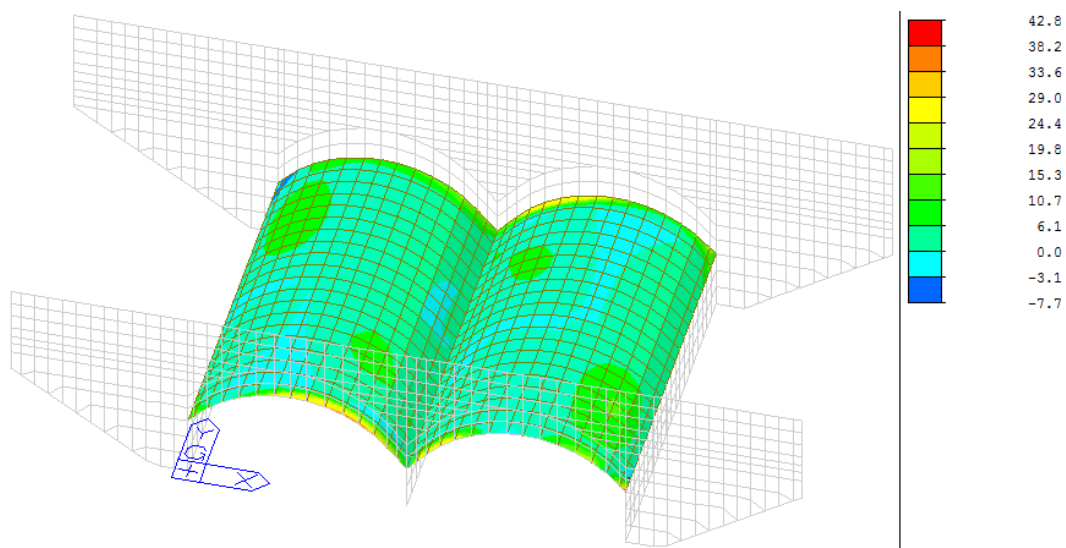
Obr. 38 Průběh min. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



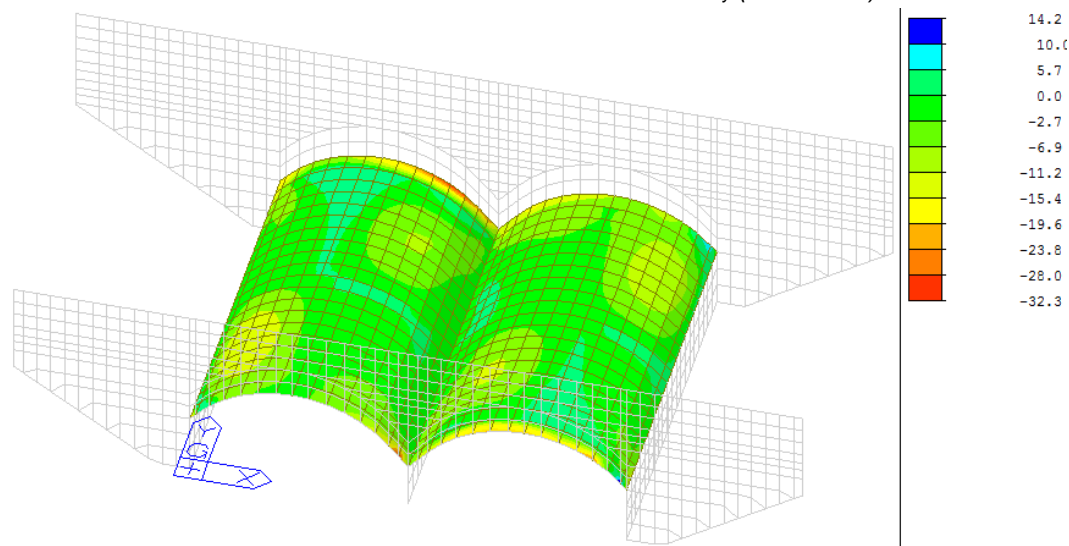
Obr. 39 Průběh max. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



Obr. 40 Průběh min. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)

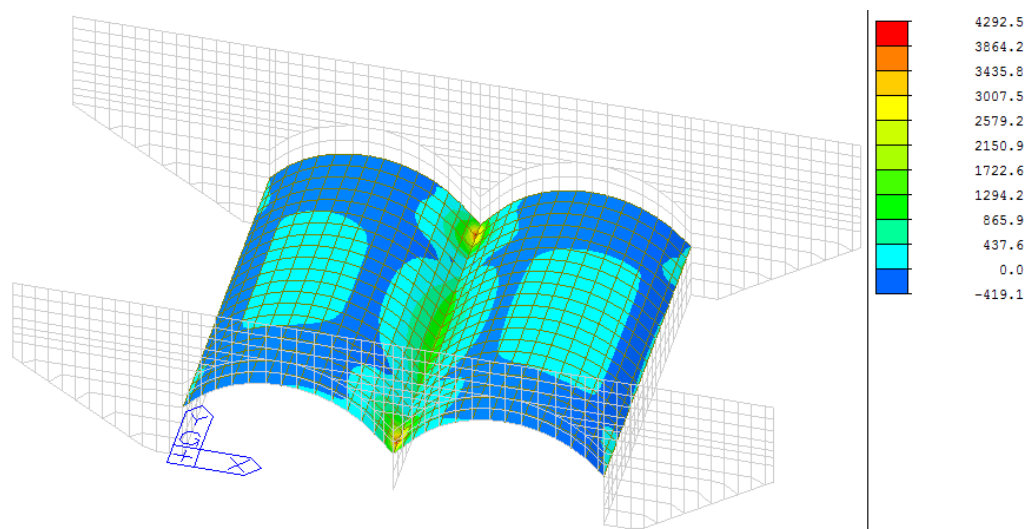


Obr. 41 Průběh max. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)

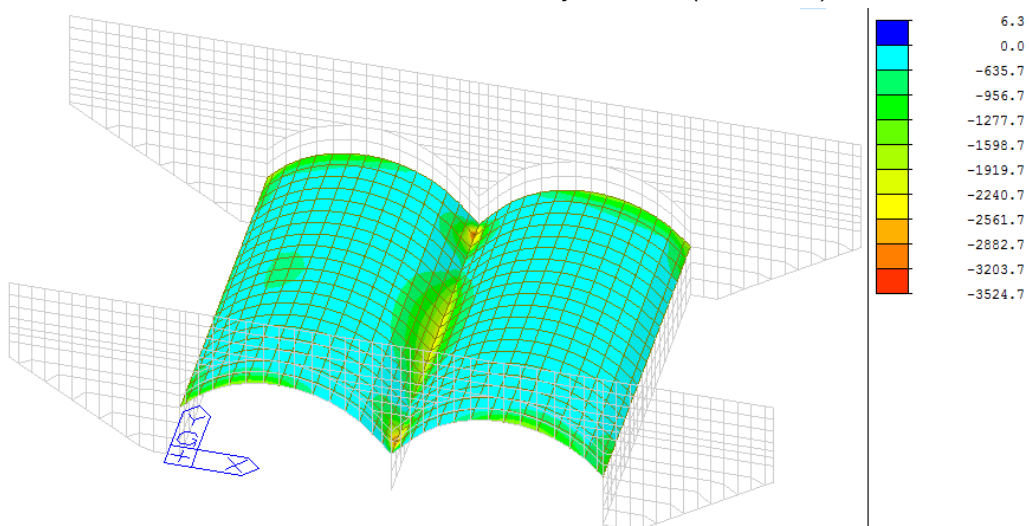


Obr. 42 Průběh min. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)

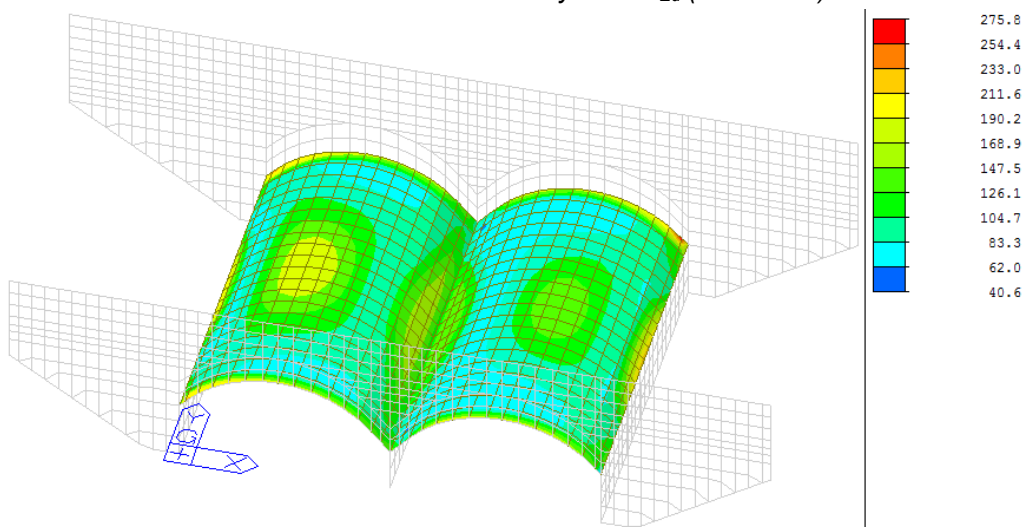
10.1.3 Obálka vnitřních sil v MSÚ-STR



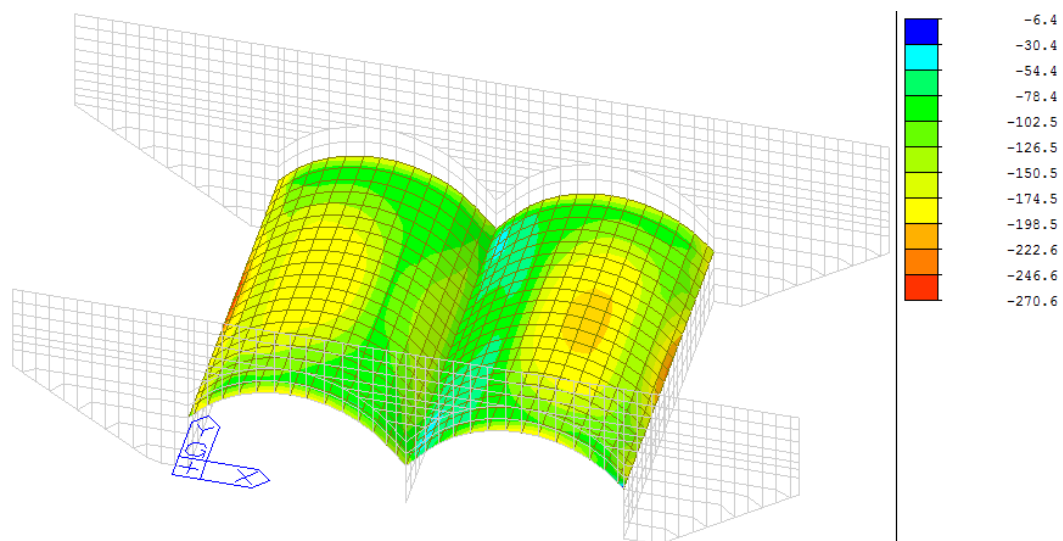
Obr. 43 Průběh max. normálových sil N_{Ed} (MSU-STR)



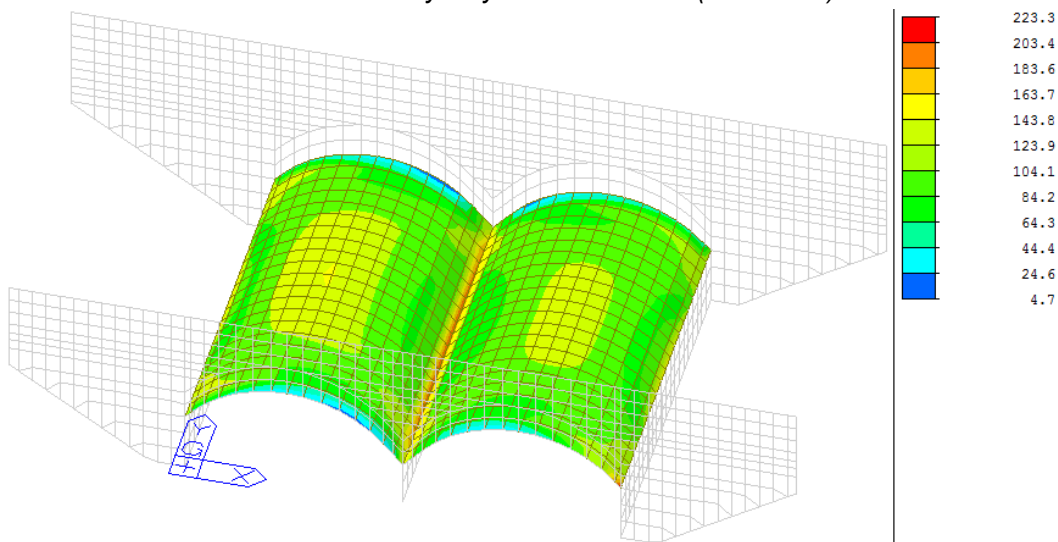
Obr. 44 Průběh min. normálových sil N_{Ed} (MSU-STR)



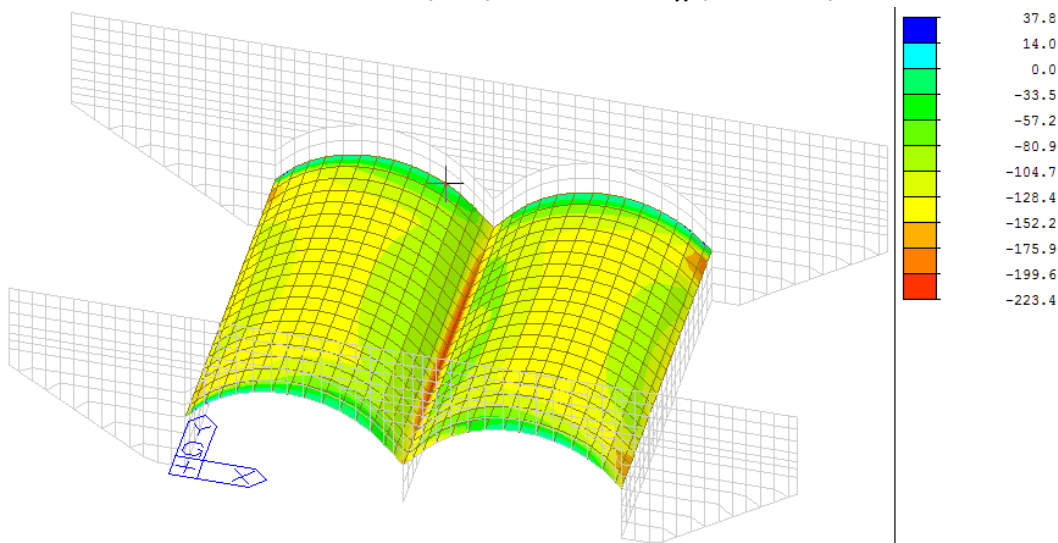
Obr. 45 Průběh max. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



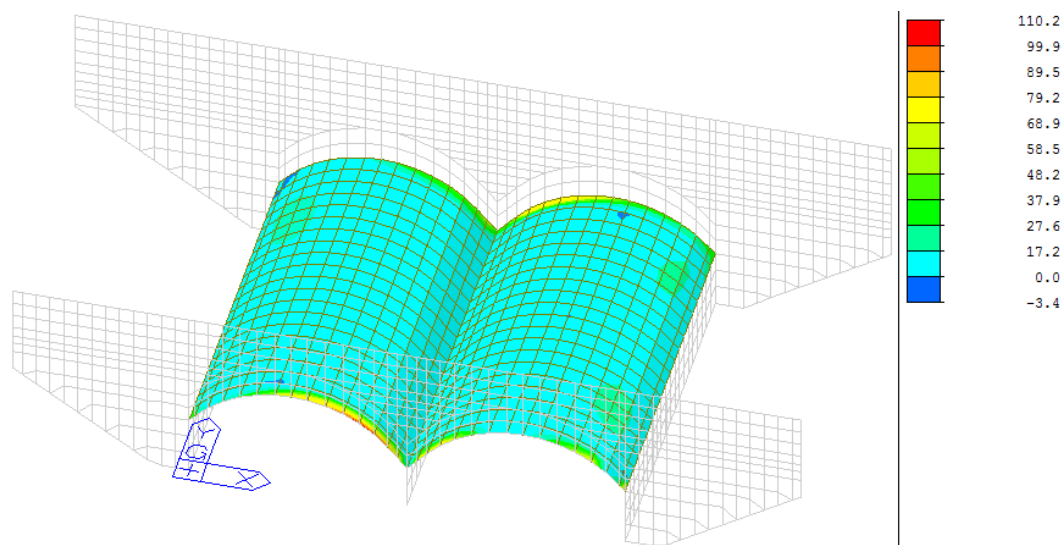
Obr. 46 Průběh min. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



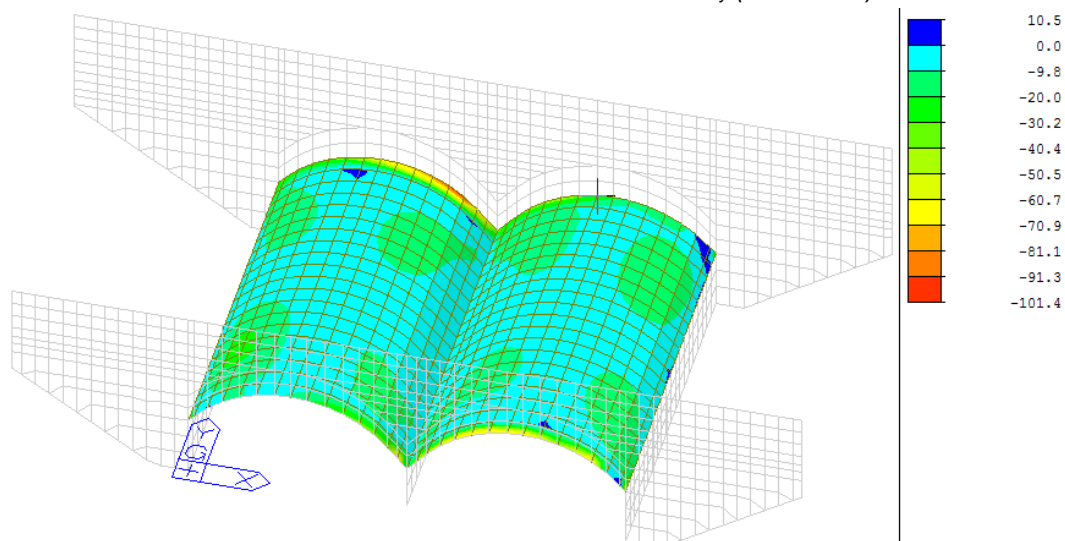
Obr. 47 Průběh max. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



Obr. 48 Průběh min. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



Obr. 49 Průběh max. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)



Obr. 50 Průběh min. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)

10.2 Posouzení nosné konstrukce

10.2.1 Předpoklady posouzení

10.2.1.1 Ohybové namáhání

- **Mezní stav únosnosti**

Ohybová únosnost průřezu

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

- **Omezení napětí**

Posouzení provedeno v souladu s ČSN EN 1992-1-1 (7.2).

Charakteristická kombinace: Aby bylo zabráněno vzniku podélných trhlin, je nutno úroveň napětí v tlačeném betonu omezit na hodnotu $k_1 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$.

Kvazistálá kombinace zatížení: Aby bylo možno uvažovat s lineárním dotvarováním, je nutno úroveň napětí v tlačeném betonu omezit na hodnotu $k_2 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ MPa}$.

- **Omezení trhlin**

Posouzení provedeno v souladu s ČSN EN 1992-1-1 (7.3).

10.2.1.2 Smykové namáhání

- **Mezní stav únosnosti**

Posouzení tlačené diagonály

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

Posouzení prvku bez smykové výztuže

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad - \text{popř. návrh smykové výztuže}$$

Posouzení prvku se smykovou výztuží

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

10.2.2 Návrh výztuže

- **Ohybová výztuž:**

Spodní vlákna:

ø16 á 150 mm

Horní vlákna:

ø16 á 150 mm

- **Smyková výztuž:**

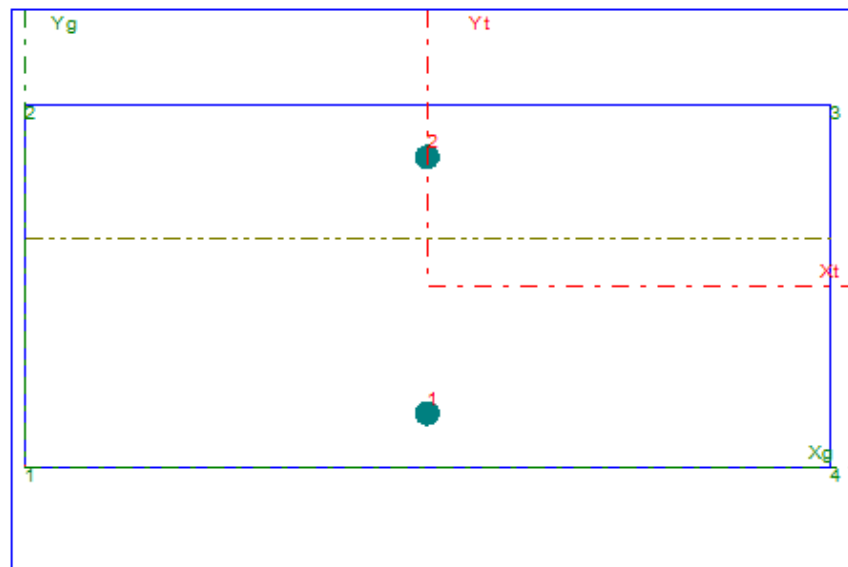
Spony

ø12 / 600 / 150 mm

10.2.3 Podélná výztuž – vnější pata klenby – $t = 450$ mm

▪ Průřez a vstupní údaje

- **Návrh:** Spodní vlákna: **ø16 á 150 mm**
Horní vlákna: **ø16 á 150 mm**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,4500
A_s [m ²]	=	0,00268096
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
n_{Vytuz}	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	12

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]
	33000,0	200000,0

Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]
	-30,0	-18,0	500,0	434,8

Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,450
	2	0,000	0,450	4	1,000	0,000

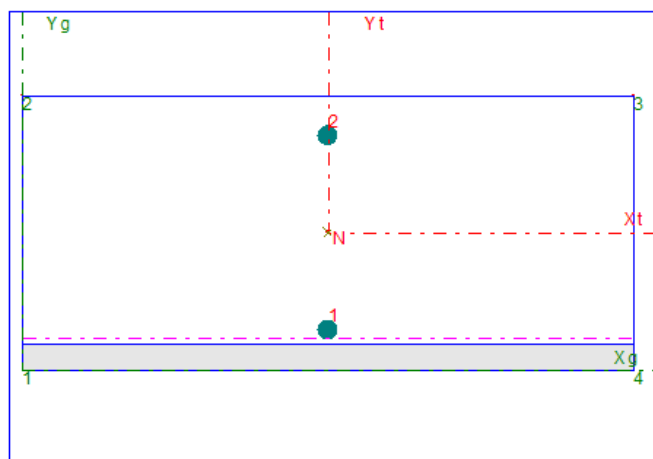
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,066	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,384	0,0160	6,667	0,0013405

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		M_{Rd} [kNm]	N_{Rd} [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
3	NK_Pata_kraj_UL	0,000	1	434,783	1	0,000	0	220,0	0,0
		-18,000	2	149,466	2	0,000	0	Drcení betonu (75,91%)	
4	NK_Pata_kraj_UL	0,000	1	434,783	1	0,000	0	220,0	0,0
		-18,000	2	149,466	2	0,000	0	Drcení betonu (56,82%)	
9	NK_Pata_kraj_UL	0,000	2	434,783	2	0,000	0	220,0	0,0
		-18,000	1	149,466	1	0,000	0	Drcení betonu (40,91%)	
10	NK_Pata_kraj_UL	0,000	2	434,783	2	0,000	0	220,0	0,0
		-18,000	1	149,466	1	0,000	0	Drcení betonu (88,19%)	

Zatěžovací Stav 10 : NK_Pata_kraj_ULS_STR(min) / ULS kombinace

N	Mx	My	Ty
0,0	-194,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-1

N_{Rd} [kN]	=	0,00
M_{Rd} [kNm]	=	219,99
$M_{X_{Rd}}$ [kNm]	=	-219,99
$M_{Y_{Rd}}$ [kNm]	=	0,00
Alfau	=	180,000

DRCENÍ BETONU
Využití : 88,19 %

Nulová osa P.č.				X[m]	Y[m]	P.č.				X[m]	Y[m]
1				0,000	0,054	2				1,000	0,054
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	
	1	0,000	0,000	-18,000	-0,003500	3	1,000	0,450	0,000	0,025459	
	2	0,000	0,450	0,000	0,025459	4	1,000	0,000	-18,000	-0,003500	
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	
	1	0,500	0,066	149,466	0,000747	2	0,500	0,384	434,783	0,021212	

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	2	0,000	0,450	0,000	1	0,000	0,000	-18,000
Výztuž	2	0,500	0,384	434,783	1	0,500	0,066	149,466
Předpětí	2	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : -783,17 Na : 783,17 Na1 : 0,00 Nv : 0,00

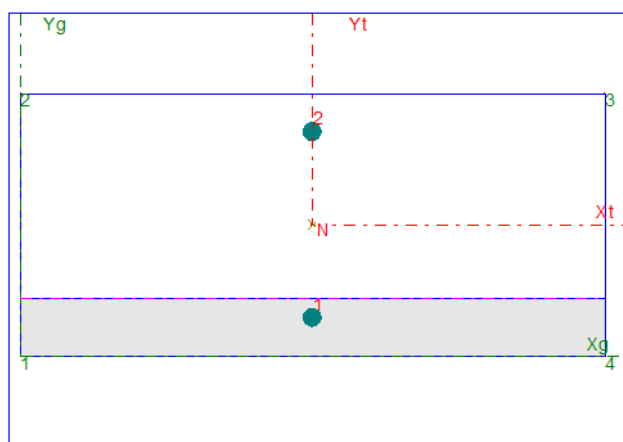
Navržená výztuž v nosné konstrukci o průřezu $t=450\text{mm}$ ve vnější patě klenby je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 88,2 % v mezní únosnosti).

Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

S	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1	NK_Pata_kraj_SL	0,000	1	219,453	1	0,000	0
		-5,166	2	-26,450	2	0,000	0
2	NK_Pata_kraj_SL	0,000	1	187,175	1	0,000	0
		-4,406	2	-22,561	2	0,000	0
7	NK_Pata_kraj_SL	0,000	2	131,226	2	0,000	0
		-3,089	1	-15,821	1	0,000	0
8	NK_Pata_kraj_SL	0,000	2	294,768	2	0,000	0
		-6,938	1	-35,523	1	0,000	0

Zatěžovací Stav 8 : NK_Pata_kraj_SLS_char(min) / Charakteristická kombinace

N	Mx	My	Ty
0,0	-137,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m2]	=	0,1404
Xt [m]	=	0,5000
Yt [m]	=	0,1002
Ixt [m4]	=	0,001978
Iyt [m4]	=	0,00835
Ab [m2]	=	0,1002
As [m2]	=	0,00268096

Natočení neutrálné osy
Alfa = 180,00000

Vyloučený tah v betonu

Nulová osa P.č.				X[m]	Y[m]	P.č.				X[m]	Y[m]
1				0,000	0,100	2				1,000	0,100
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		
	1	0,000	0,000	-6,938		3	1,000	0,450	0,000		
	2	0,000	0,450	0,000		4	1,000	0,000	-6,938		
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		
	1	0,500	0,066	-35,523		2	0,500	0,384	294,768		

Extrémní hodnoty napětí

P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton 2	0,000	0,450	0,000	1	0,000	0,000	-6,938
Výztuž 2	0,500	0,384	294,768	1	0,500	0,066	-35,523
Předpětí 2	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : -347,61 Na : 395,13 Na1 : -47,62 Nv : 0,00

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$$f_c \leq 0.6 \times f_{ck} \text{ (pro C30/37 = 18 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tlakové napětí = -6,94 MPa)}$$

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

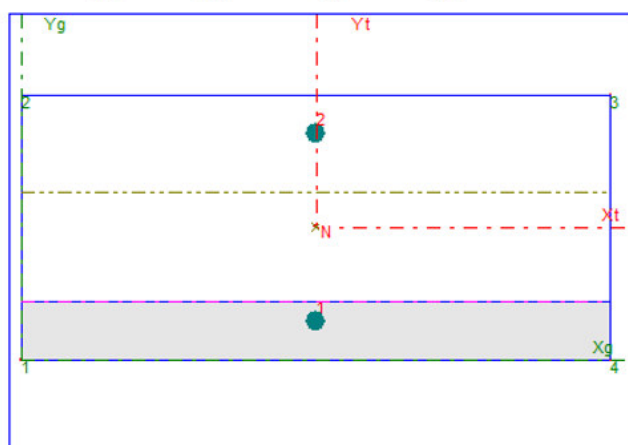
$$f_y < 0.8 \times f_{yk} \text{ (pro B500 = 400 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tahové napětí = 294,8 MPa)}$$

Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON σ [MPa]	bod	VÝZTUŽ σ [MPa]	bod	PŘEDPĚTÍ σ [MPa]	bod	TrhEC Wk [mm]
5	NK_Pata_kraj_SL	0,000	1	77,430	1	0,000	0	0,104
		-1,823	2	-9,340	2	0,000	0	
6	NK_Pata_kraj_SL	0,000	1	116,163	1	0,000	0	0,156
		-2,735	2	-14,006	2	0,000	0	
11	NK_Pata_kraj_SL	0,000	2	73,126	2	0,000	0	0,098
		-1,722	1	-8,822	1	0,000	0	
12	NK_Pata_kraj_SL	0,000	2	135,207	2	0,000	0	0,181
		-3,183	1	-16,301	1	0,000	0	

Zatěžovací Stav 12: NK_Pata_kraj_SLS_kvazi(min) / Kvazi-stálá kombinace

N 0,0 Mx -62,9 My 0,0 Ty 0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,1404
X _t [m]	=	0,5000
Y _t [m]	=	0,1002
I _{xt} [m ⁴]	=	0,001978
I _{yt} [m ⁴]	=	0,008351
A _b [m ²]	=	0,1002
A _s [m ²]	=	0,00268096

Natočení neutrální osy
Alfa = 180,00000

Vyloučený tah v betonu

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	2	0,000	0,450	0,000	1	0,000	0,000	-3,183
Výztuž	2	0,500	0,384	135,207	1	0,500	0,066	-16,301
Předpětí	2	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu: N: 0,000 % Mx: 0,000 % My: 0,000 %
Nb: -159,49 Na: 181,24 Nat: -21,85 Nv: 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \Phi / \rho_{p,eff} \quad \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s$$

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$$

σ_s [MPa]	$\rho_{p,eff}$	α_e	Φ [m]	c[m]	$A_{c,eff}$ [m ²]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	$s_{r,max}$ [m]	w_k [mm]
135,24	0,0081	6,0606	0,0160	0,0580	0,1650	0,000406	0,4473	0,181
k_t	A_s [m ²]	A_p [m ²]	$f_{ct,eff}$ [MPa]	ξ_1	$y_{c,eff}$ [m]	k_1	k_2	k_3
0,4000	0,00134	0,00000	2,9000	0,7071	0,1650	0,80	0,50	1,94

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$f_c \leq 0.45 \cdot f_{ck}$ (pro C30/37 = 13,5 MPa) → splněno (max tlakové napětí = -3,18 MPa)

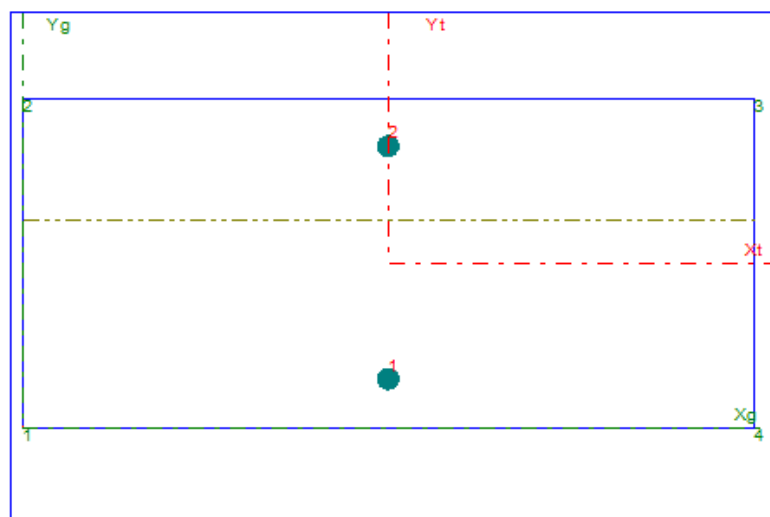
Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$w_k < w_{max} = 0,2 \text{ mm}$ → splněno (max šířka trhlin = 0,181 mm)

10.2.4 Podélná výztuž – vrchol klenby – $t = 450$ mm

- **Návrh:** Spodní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm
Horní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm

▪ Průřez a vstupní údaje



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,4500
A_s [m ²]	=	0,00268096
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
n_{Vyztuz}	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	6

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]
	33000,0	200000,0

Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]
	-30,0	-18,0	500,0	434,8

Charakteristiky betonu : $\epsilon_{cu3} (\epsilon_{c3}) = -3,50\%$ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,450
	2	0,000	0,450	4	1,000	0,000

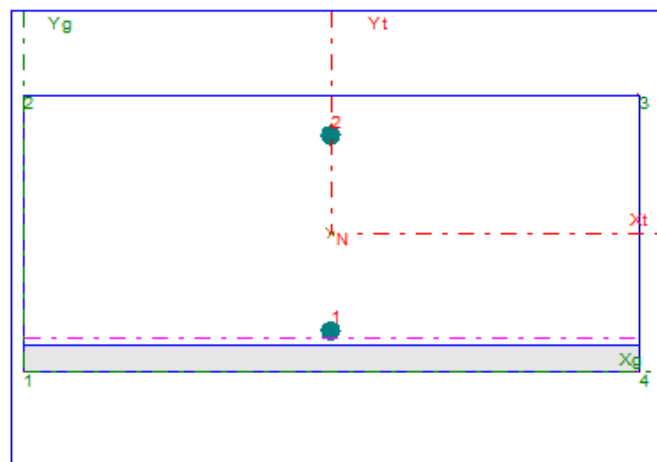
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,066	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,384	0,0160	6,667	0,0013405

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
2NK_Pole_ULS_STR		0,000	1	434,783	1	0,000	0	178,2	248,0
		-18,000	2	264,691	2	0,000	0	Drcení betonu (94,27%)	
3NK_Pole_ULS_STR		0,000	2	434,783	2	0,000	0	220,0	0,0
		-18,000	1	149,466	1	0,000	0	Drcení betonu (95,01%)	

Zatěžovací Stav 5 : NK_Pole_ULS_STR(min) / ULS kombinace

N	Mx	My	Ty
0,0	-209,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-1

NRd [kN]	=	0,00
MRd [kNm]	=	219,99
MRd [kNm]	=	-219,99
MyRd [kNm]	=	0,00
Alfau	=	180,000

DRCENÍ BETONU

Využití : 95,01 %

Nulová osa P.č.				P.č.			
	X[m]	Y[m]			X[m]	Y[m]	
1	0,000	0,054		2	1,000	0,054	
Beton P.č.				P.č.			
	X[m]	Y[m]	σ [MPa] ϵ		X[m]	Y[m]	σ [MPa] ϵ
1	0,000	0,000	-18,000 -0,003500	3	1,000	0,450	0,000 0,025459
2	0,000	0,450	0,000 0,025459	4	1,000	0,000	-18,000 -0,003500
Výztuž P.č.				P.č.			
	X[m]	Y[m]	σ [MPa] ϵ		X[m]	Y[m]	σ [MPa] ϵ
1	0,500	0,066	149,466 0,000747	2	0,500	0,384	434,783 0,021212

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	2	0,000	0,450	0,000		1	0,000	0,000	-18,000
Výztuž	2	0,500	0,384	434,783		1	0,500	0,066	149,466
Předpětí	2	0,000	0,000	0,000		1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : -783,17 Na : 783,17 Na1 : 0,00 Nv : 0,00

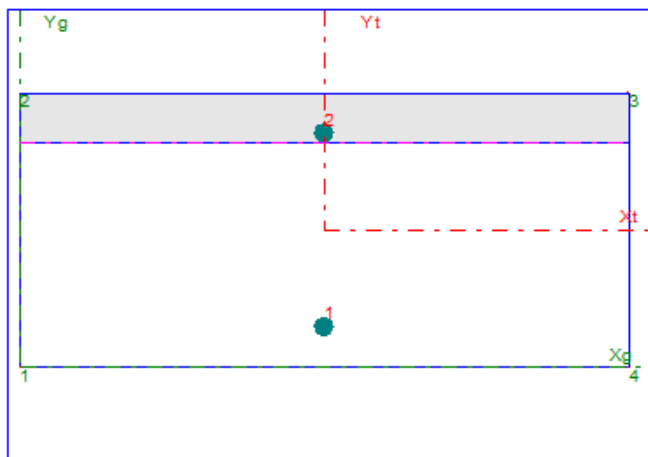
Navržená výztuž v nosné konstrukci o průřezu $t=450$ mm ve vrcholu je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 95 % v mezní únosnosti).

Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1NK_Pole_SLS_cha		0,000	1	314,957	1	0,000	0
		-5,646	2	-16,004	2	0,000	0
4NK_Pole_SLS_cha		0,000	2	296,920	2	0,000	0
		-6,989	1	-35,782	1	0,000	0

Zatěžovací Stav 1 : NK_Pole_SLS_char(max) / Charakteristická kombinace

N	Mx	My	Ty
171,0	116,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,1216
x _t [m]	=	0,5000
y _t [m]	=	0,3484
I _{xt} [m ⁴]	=	0,001976
I _{yt} [m ⁴]	=	0,006781
A _b [m ²]	=	0,0814
A _s [m ²]	=	0,00268096

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

Vyloučený tah v betonu

Nulová osa P. č.				X[m]	Y[m]	P. č.	X[m]	Y[m]
1				0,000	0,369	2	1,000	0,369
Beton	P. č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P. č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0,000	0,000	0,000	3	1,000	0,450	-5,646
	2	0,000	0,450	-5,646	4	1,000	0,000	0,000
Výztuž	P. č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P. č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
	1	0,500	0,066	314,957	2	0,500	0,384	-16,004

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]		P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]
Beton	1	0,000	0,000	0,000		2	0,000	0,450	-5,646
Výztuž	1	0,500	0,066	314,957		2	0,500	0,384	-16,004
Předpětí	1	0,000	0,000	0,000		2	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb: -229,74 Na: 422,19 Na1: -21,45 Nv: 0,00

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -7,0 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

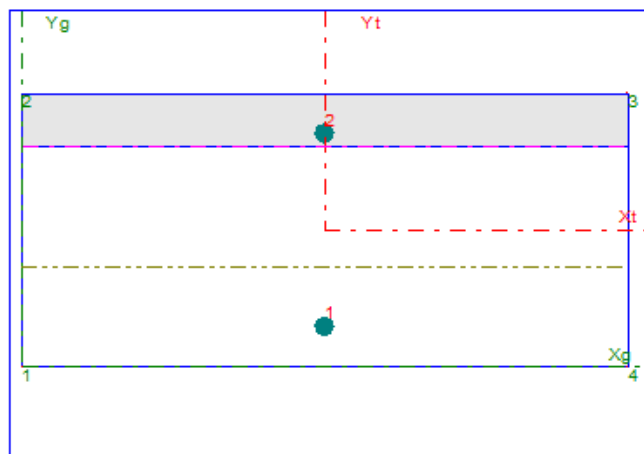
$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 315 MPa)

Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON σ [MPa] bod	VÝZTUŽ σ [MPa] bod	PŘEDPĚTÍ σ [MPa] bod	TrhEC Wk [mm]
3 NK_Pole_SLS_kva		0,000 1 -2,658 2	140,197 1 -8,918 2	0,000 0 0,000 0	0,188
6 NK_Pole_SLS_kva		0,000 2 -2,583 1	109,708 2 -13,229 1	0,000 0 0,000 0	0,147

Zatěžovací Stav 3 : NK_Pole_SLS_kvazi(max) / Kvazi-stálá kombinace

N	Mx	My	Ty
63,0	54,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,1252
x _t [m]	=	0,5000
y _t [m]	=	0,3489
I _{xt} [m ⁴]	=	0,001977
I _{yt} [m ⁴]	=	0,007085
A _b [m ²]	=	0,0850
A _s [m ²]	=	0,00268096

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

Vyloučený tah v betonu

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]		P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	1	0,000	0,000	0,000		2	0,000	0,450	-2,658
Výztuž	1	0,500	0,066	140,197		2	0,500	0,384	-8,918
Předpětí	1	0,000	0,000	0,000		2	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb: -112,98 Na: 187,93 Na1: -11,95 Nv: 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \Phi / \rho_{p,eff} \quad \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / (\rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}))] / E_s$$

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$$

σ_s [MPa]	$\rho_{p,eff}$	α_e	Φ [m]	c[m]	$A_{c,eff}$ [m ²]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	$S_{r,max}$ [m]	w_k [mm]
140,20	0,0081	6,0606	0,0160	0,0580	0,1650	0,000421	0,4473	0,188
k_t	A_s [m ²]	A_p [m ²]	$f_{ct,eff}$ [MPa]	ξ_1	$y_{c,eff}$ [m]	k_1	k_2	k_3
0,4000	0,00134	0,00000	2,9000	0,7071	0,1650	0,80	0,50	1,94

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$f_c \leq 0.45 \cdot f_{ck}$ (pro C30/37 = 13,5 MPa) → splněno (max tlakové napětí = -2,66 MPa)

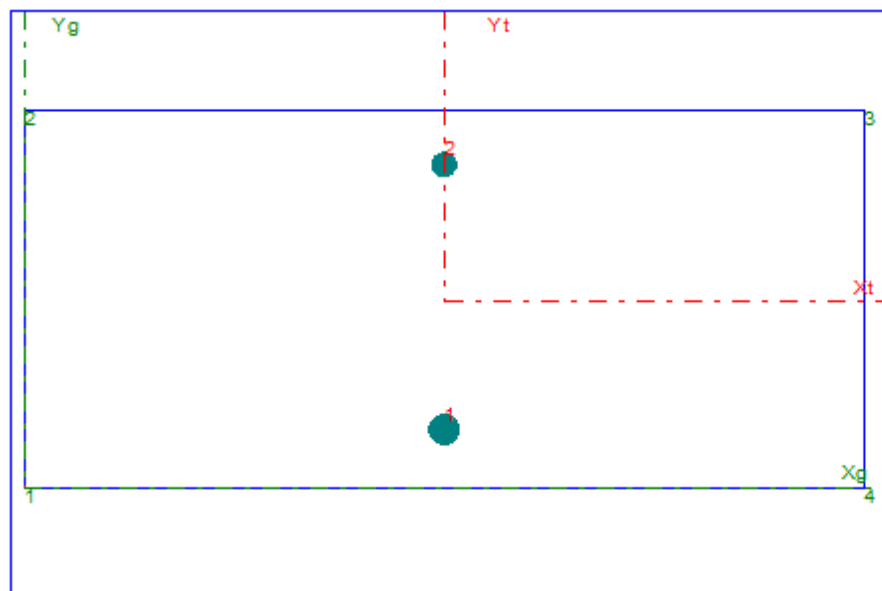
Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$w_k < w_{max} = 0,2 \text{ mm}$ → splněno (max šířka trhlin = 0,188 mm)

10.2.5 Podélná výztuž – vnitřní pata klenby – $t = 450$ mm

- **Návrh:** Spodní vlákna: $\varnothing 20$ á 150 mm
Horní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm

▪ Průřez a vstupní údaje



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,4500
A_s [m ²]	=	0,00343498
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Výztuz}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	15

Opis Vstupních údajů

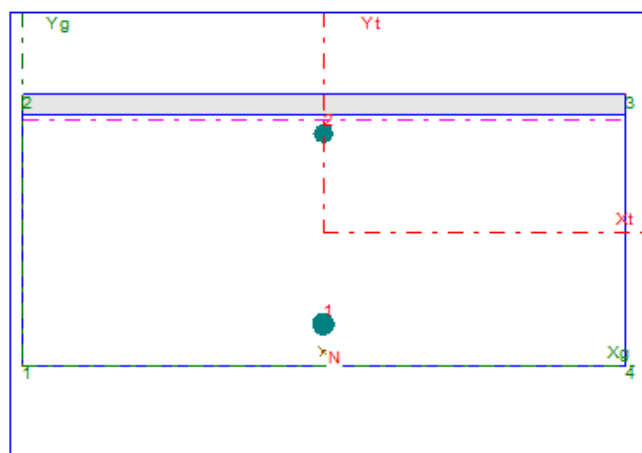
Moduly pružnosti		E_c [MPa]	E_s [MPa]			
		33000,0	200000,0			
Pevnosti		f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	
		-30,0	-18,0	500,0	434,8	
Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$						
Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,450
	2	0,000	0,450	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prům [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,068	0,0200	6,667	0,0020945
	2	0,500	0,384	0,0160	6,667	0,0013405

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	Porušení	.
3	NK_Pata_střed_U	0,000	1	434,783	1	0,000	0	176,3	868,0
		-18,000	2	413,782	2	0,000	0	Drcení betonu (97,58%)	
4	NK_Pata_střed_U	0,000	1	434,783	1	0,000	0	325,1	0,0
		-18,000	2	14,887	2	0,000	0	Drcení betonu (33,83%)	
9	NK_Pata_střed_U	0,000	2	434,783	2	0,000	0	221,6	0,0
		-18,000	1	120,561	1	0,000	0	Drcení betonu (67,24%)	
10	NK_Pata_střed_U	0,000	2	434,783	2	0,000	0	124,9	601,0
		-18,000	1	327,257	1	0,000	0	Drcení betonu (80,87%)	

Zatěžovací Stav 3 : NK_Pata_střed_ULS_STR(max) / ULS kombinace

N	Mx	My	Ty
868,0	172,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-1

NRd [kN]	=	868,00
MRd [kNm]	=	176,26
MxRd [kNm]	=	176,26
MyRd [kNm]	=	0,00
Alfa	=	0,000

DRCENÍ BETONU
Využití : 97,58 %

Nulová osa P.č.					X[m]	Y[m]	P.č.					X[m]	Y[m]		
1					0,000	0,409	2					1,000	0,409		
Beton	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε
	1	0,000	0,000	0,000	0,034470	3	1,000	0,450	-18,000	-0,003500	4	1,000	0,000	0,000	0,034470
	2	0,000	0,450	-18,000	-0,003500										
Výztuž	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε	P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	ε
	1	0,500	0,068	434,783	0,028732	2	0,500	0,384	413,782	0,002069					

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,450	-18,000
Výztuž	1	0,500	0,068	434,783	2	0,500	0,384	413,782
Předpětí	1	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : -597,32 Na : 1465,32 Na1 : 0,00 Nv : 0,00

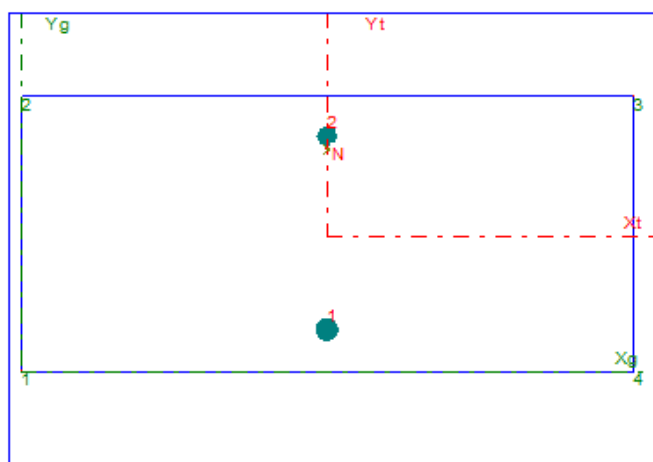
Navržená výztuž v nosné konstrukci o průřezu $t=450$ mm ve vnitřní patě klenby je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 97,6 % v mezní únosnosti).

Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1	NK_Pata_střed_S	0,000	1	293,561	1	0,000	0
		-3,359	2	9,041	2	0,000	0
2	NK_Pata_střed_S	0,000	1	107,111	1	0,000	0
		-3,259	2	-21,931	2	0,000	0
7	NK_Pata_střed_S	0,000	2	220,186	2	0,000	0
		-5,034	1	-23,142	1	0,000	0
8	NK_Pata_střed_S	0,000	1	332,370	2	0,000	0
		0,000	1	11,680	1	0,000	0

Zatěžovací Stav 8 : NK_Pata_střed_SLS_char(min) / Charakteristická kombinace

N	Mx	My	Ty
470,0	-67,0	0,0	0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,0515
x _t [m]	=	0,5000
y _t [m]	=	0,1913
I _{xt} [m ⁴]	=	0,001224
I _{yt} [m ⁴]	=	1,107E-008
A _b [m ²]	=	0,0000
A _s [m ²]	=	0,00343498

Natočení neutrálné osy
Alfa = 0,00000

Vyloučený tah v betonu

Nulová osa P.č.					X[m]	Y[m]	P.č.					X[m]	Y[m]			
Beton		P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.		X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.		X[m]	Y[m]	σ[MPa]	
		1	0,000	0,000	0,000			3	1,000	0,450	0,000			4	1,000	0,000
		2	0,000	0,450	0,000			4	1,000	0,000	0,000					
Výztuž		P.č.	X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.		X[m]	Y[m]	σ[MPa]	P.č.		X[m]	Y[m]	σ[MPa]	
		1	0,500	0,068	11,680			2	0,500	0,384	332,370					

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	1	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000
Výztuž	2	0,500	0,384	332,370	1	0,500	0,068	11,680
Předpětí	2	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,000 % My : 0,000 %
Nb : 0,00 Na : 0,00 Na1 : 0,00 Nv : 0,00

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$$f_c \leq 0.6 \times f_{ck} \text{ (pro C30/37 = 18 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tlakové napětí = -5,1 MPa)}$$

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

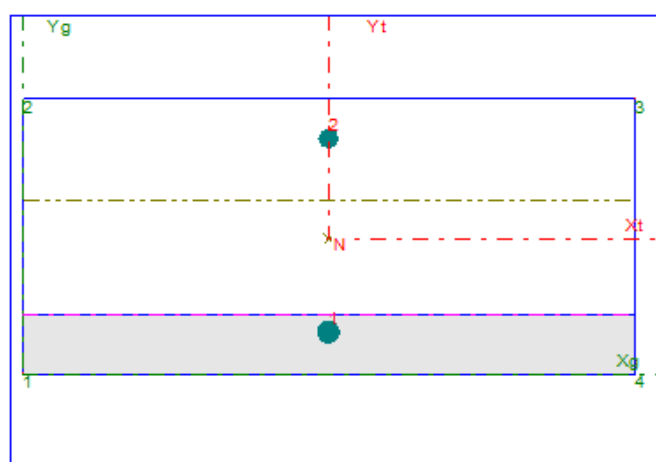
$$f_y < 0.8 \times f_{yk} \text{ (pro B500 = 400 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tahové napětí = 332,37 MPa)}$$

Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		TrhEC
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	Wk [mm]
5	NK_Pata_střed_S	0,000	1	84,562	1	0,000	0	0,099
		-2,155	2	-12,133	2	0,000	0	
6	NK_Pata_střed_S	0,000	1	81,517	1	0,000	0	0,095
		-1,679	2	-6,749	2	0,000	0	
11	NK_Pata_střed_S	0,000	2	103,597	2	0,000	0	0,139
		-2,369	1	-10,894	1	0,000	0	
12	NK_Pata_střed_S	0,000	1	102,822	1	0,000	0	0,120
		-1,985	2	-6,868	2	0,000	0	

Zatěžovací Stav 11 : NK_Pata_střed_SLS_kvazi(min) / Kvazi-stálá kombinace

N 0,0 Mx -48,0 My 0,0 Ty 0,0



EC2 EN 1992-1-pružný Průřezové Charakteristiky Ideální průřez

A [m ²]	=	0,1496
Xt [m]	=	0,5000
yt [m]	=	0,0980
Ixt [m ⁴]	=	0,001987
Iyt [m ⁴]	=	0,008172
Ab [m ²]	=	0,0981
As [m ²]	=	0,00343498

Natočení neutrálné osy
Alfa = 180,00000

Vyloučený tah v betonu

Extrémní hodnoty napětí

	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]	P.č.	X[m]	Y[m]	σ [MPa]
Beton	2	0,000	0,450	0,000	1	0,000	0,000	-2,369
Výztuž	2	0,500	0,384	103,597	1	0,500	0,068	-10,894
Předpětí	2	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000

Přesnost výpočtu : N : 0,000 % Mx : 0,001 % My : 0,000 %
Nb: -116,15 Na : 138,87 Na1: -22,82 Nv : 0,00

Trhlinky ČSN EN 1992-1-1

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \Phi / \rho_{p,eff} \quad \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s$$

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p) / A_{c,eff}$$

σ_s [MPa]	$\rho_{p,eff}$	α_e	Φ [m]	c[m]	$A_{c,eff}$ [m ²]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	$S_{r,max}$ [m]	w_k [mm]
103,63	0,0081	6,0606	0,0160	0,0580	0,1650	0,000311	0,4473	0,139
k_t	A_s [m ²]	A_p [m ²]	$f_{ct,eff}$ [MPa]	ξ_1	$y_{c,eff}$ [m]	k_1	k_2	k_3
0,4000	0,00134	0,00000	2,9000	0,7071	0,1650	0,80	0,50	1,94

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$$f_c \leq 0.45 \cdot f_{ck} \text{ (pro C30/37 = 13,5 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tlakové napětí = -2,4 MPa)}$$

Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$$w_k < w_{max} = 0,2 \text{ mm} \rightarrow \text{splněno (max šířka trhlin = 0,139 mm)}$$

10.2.6 Posouzení konstrukčních zásad

Posudek proveden dle čl. 9.2.1.1..

Stupeň vyztužení - posouzení v poli

Vstupní hodnoty

$f_{yk} =$	500 MPa	Výztuž horní povrch:	Φ16/150
$f_{yd} =$	434.78 MPa	Výztuž dolní povrch:	Φ16/150
$f_{ctm} =$	2.9 MPa		
$b_t =$	1 m	průměrná šířka tažené části průřezu	
$h =$	0.45 m	výška průřezu	
$d =$	0.405 m	účinná výška	
$A_c =$	0.45 m ²	plocha celého průřezu	

Podmínka pro nosníky a desky dle STN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1

$$A_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d)$$

$A_{s,min} =$	0.0006 m ²	minimální plocha betonářské výztuže
$A_s =$	0.0013 m ²	skutečná plocha tažené výztuže (Φ16/150)
$A_s =$	0.0013 m²	$> A_{s,min} = 0.0006 \text{ m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

$A_{s,max} =$	0.0180 m ²	maximální plocha betonářské výztuže
$A_s =$	0.0027 m ²	skutečná plocha betonářské výztuže v celém průřezu
$A_s =$	0.0027 m²	$< A_{s,max} = 0.018 \text{ m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Stupeň vyztužení - posouzení v poli

Vstupní hodnoty

$f_{yk} =$	500 MPa	Výztuž horní povrch:	Φ16/150
$f_{yd} =$	434.78 MPa	Výztuž dolní povrch:	Φ20/150
$f_{ctm} =$	2.9 MPa		
$b_t =$	1 m	průměrná šířka tažené části průřezu	
$h =$	0.45 m	výška průřezu	
$d =$	0.405 m	účinná výška	
$A_c =$	0.45 m ²	plocha celého průřezu	

Podmínka pro nosníky a desky dle STN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1

$$A_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d)$$

$$A_{s,min} = 0.0006 \text{ m}^2 \quad \text{minimální plocha betonářské výztuže}$$

$$A_s = 0.0021 \text{ m}^2 \quad \text{skutečná plocha tažené výztuže (Φ16/150)}$$

$$A_s = 0.0021 \text{ m}^2 > A_{s,min} = 0.0006 \text{ m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

$$A_{s,max} = 0.0180 \text{ m}^2 \quad \text{maximální plocha betonářské výztuže}$$

$$A_s = 0.0034 \text{ m}^2 \quad \text{skutečná plocha betonářské výztuže v celém průřezu}$$

$$A_s = 0.0034 \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0.018 \text{ m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

10.3 Příčný směr – rozdělovací výztuž

10.3.1 Konstrukční zásady

$$s_{max,slabs} = \min(3 \cdot h; 400) \text{ mm} = \min(3 \cdot 450; 400) \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

$$A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl}$$

Dolní povrch

Podélná výztuž: dolní povrch: **ø20 á 150** ($A_{sl} = 20,94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

$$A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl} = 0,2 \cdot 20,94 \cdot 10^{-4} = 4,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Rozdělovací výztuž: návrh: **ø12 á 150** $A_{ss} = 7,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,2 \cdot A_{sl}$

VYHOVUJE

Horní povrch

Podélná výztuž: horní povrch: **ø16 á 150** ($A_{sl} = 13,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

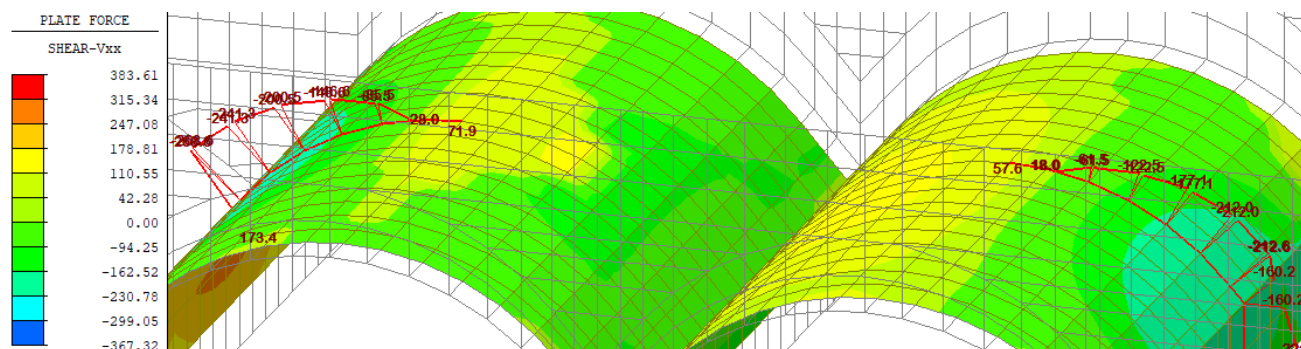
$$A_{ss} > 0,2 \cdot A_{sl} = 0,2 \cdot 13,40 \cdot 10^{-4} = 2,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Rozdělovací výztuž: návrh: **ø12 á 150** $A_{ss} = 7,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,2 \cdot A_{sl}$

VYHOVUJE

10.4 Posouzení smykového namáhání

Rozhodující smykové namáhání v desce posouzeno ve vzdálenosti „d“ od podpory (d = 0,4m).



Obr. 51 Průběh smykových sil V_{xx} (MSU-STR)

PŘEHLED ZATÍŽENÍ

	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]
Kombinace ULS- STR: $V_{y,max}$	0	242	-

MATERIÁLY

Beton:	C30/37
Betonářská výztuž:	B500B

POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

$V_{Rd,max} =$	$\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot(\theta) + \tan(\theta))$	(6.9)
$V_{Rd,max} =$	1555.31 kN	
$\alpha_{cw} =$	1.00 -	součinitel zohledňující stav napětí v tlaceném pás
$\theta =$	35.00 °	úhel sklonu tlakových diagonál
Uvažovaná hodnota $\cot \theta = 1.428$ patří do intervalu $<1; 2.5>$		
$v =$	0.528 -	součinitel vlivu přídavných namáhání (6.6N)
$f_{ck} =$	30.00 MPa	charakteristická válcová pevnost betonu
$f_{cd} =$	18.00 MPa	návrhová válcová pevnost betonu
$b_w =$	1.000 m	šířka trámu
$z =$	0.348 m	rameno vnitřních sil (uvažováno $0,9 \times d$)
$d =$	0.387 m	efektivní výška průřezu

Návrhová smyková síla: $V_{Ed,max} = 242.00$ kN

Únosnost tlačené diagonály: $V_{Rd,max} = 1555.31$ kN

Posouzení: $V_{Ed,max} / V_{Rd,max} = 0.16 < 1$ **VYHOVUJE**

POSOUZENÍ PRVKU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_L \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d \quad (6.2a)$$

$$V_{Rd,c} = 174.13 \text{ kN} > V_{Rd,min} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Rd,min} = 0.035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} + k_1 \times \sigma_{cp} \times b_w \times d \quad (6.2b)$$

$$V_{Rd,min} = 167.19 \text{ kN}$$

$$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = 0.12 -$$

$$k = 1 + (200/d)^{0.5} = 1.7189 - < 2.00 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w d) = 0.0035 -$$

$$A_{sl} = 1.34E-03 \text{ m}^2 \quad \text{plocha navržené tažené výztuže}$$

$$n = 6.66 \text{ ks} \quad \text{počet kusů}$$

$$\phi = 16 \text{ mm} \quad \text{průměr výztuže}$$

$$b_w = 1.000 \text{ m} \quad \text{šířka příčniku}$$

$$d_{sl} = 0.387 \text{ m} \quad \text{efektivní výška průřezu}$$

$$\sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0,2 \cdot f_{cd} = 3.60 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN} \quad \text{návrhová normálová síla}$$

$$A_c = 0.49 \text{ m}^2 \quad \text{plocha betonu}$$

$$k_1 = 0.15 -$$

$$\text{Návrhová smyková síla:} \quad V_{Ed,1} = 242.00 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost prvku bezsmykové výztuže:} \quad V_{Rd,c} = 174.13 \text{ kN}$$

$$\text{Posouzení:} \quad V_{Ed} / V_{Rd,c} = 1.39 < 1 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

Pozn.: Nutno posoudit smykovou výztuž.

POSOUZENÍ PRVKU SE SMYKOVOU VÝZTUŽÍ

Únosnost prvku se smykovou výztuží:

$$V_{Rd,s,ř} = (A_{sw} / s) \times z \times f_{ywd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) \times \sin \alpha \quad (6.13)$$

$$V_{Rd,s,ř} = 271.77 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = 1.88E-04 \text{ m}^2 \quad \text{plocha navržené tažené výztuže}$$

$$n = 1.67 \text{ střížnost} \quad \text{počet stříhů}$$

$$\phi = 12 \text{ mm} \quad \text{průměr výztuže}$$

$$s = 0.15 \text{ m} \quad \text{osová vzdálenost smykové výztuže}$$

$$z = 0.348 \text{ m} \quad \text{rameno vnitřních sil}$$

$$f_{ywk} = 500.00 \text{ MPa} \quad \text{charakteristická hodnota meze kluzu}$$

$$f_{ywd} = 434.78 \text{ MPa} \quad \text{návrhová hodnota meze kluzu}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{sklonění smykové výztuže}$$

$$\theta = 35.0^\circ \quad \text{úhel sklonu tlakových diagonál}$$

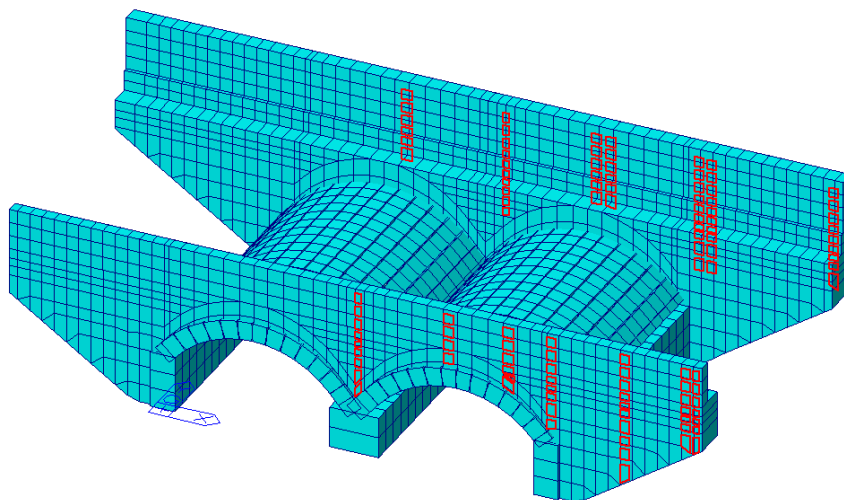
$$\text{Návrhová smyková síla:} \quad V_{Ed,1} = 242.00 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost prvku se smykovou výztuží:} \quad V_{Rd,s} = V_{Rd,s,ř} = 271.77 \text{ kN}$$

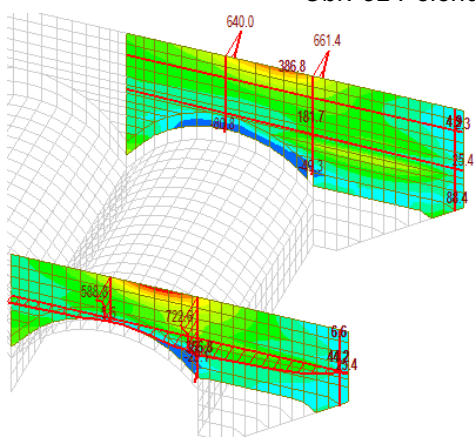
$$\text{Posouzení:} \quad V_{Ed} / V_{Rd,s} = 0.89 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

11 POSOUZENÍ KŘÍDEL A PARAPETNÍCH NOSNÍKŮ

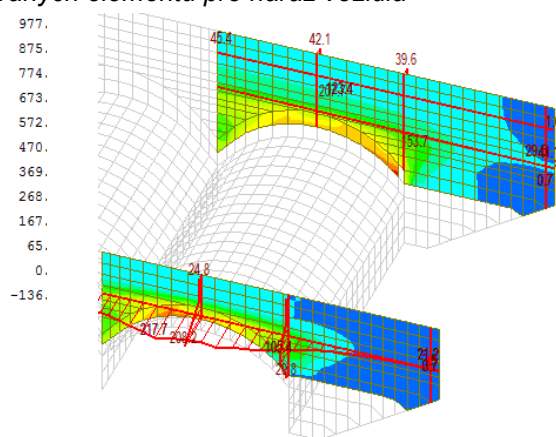
11.1 Obálka vnitřních sil – parapetní nosníky a křídla



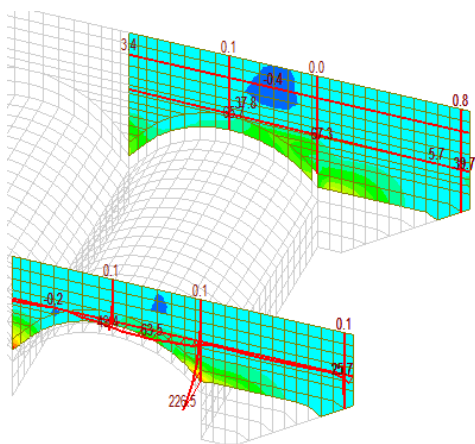
Obr. 52 Poloha vyšetřovaných elementů pro náraz vozidla



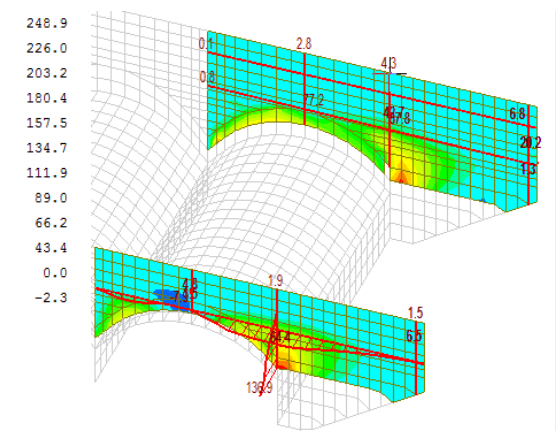
Obr. 53 Průběh max. normálových sil N_{xx} a ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



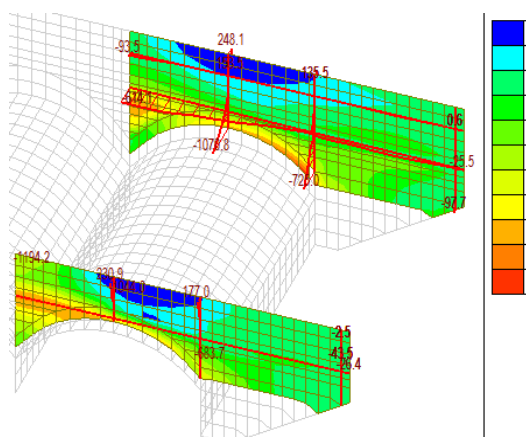
Obr. 54 Průběh max. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



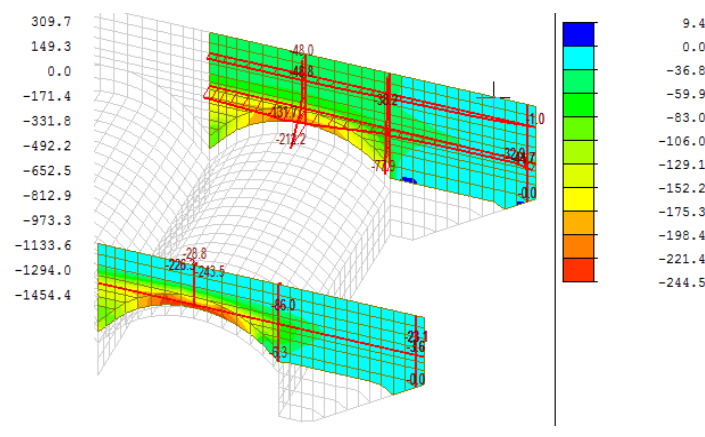
Obr. 55 Průběh max. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



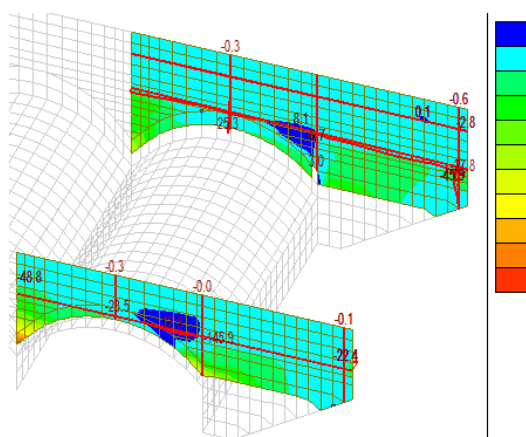
Obr. 56 Průběh max. krutických momentů M_{xy} (MSU-STR)



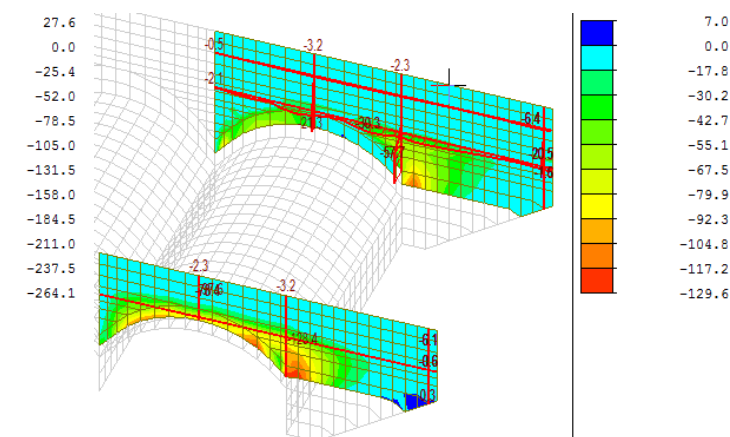
Obr. 57 Průběh min. normálových sil N_{xx} a ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



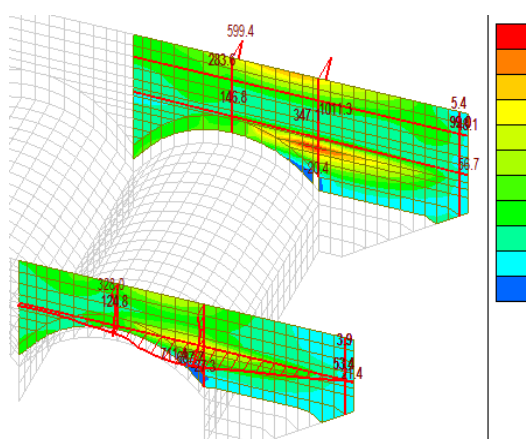
Obr. 58 Průběh min. ohybových momentů M_{xx} (MSU-STR)



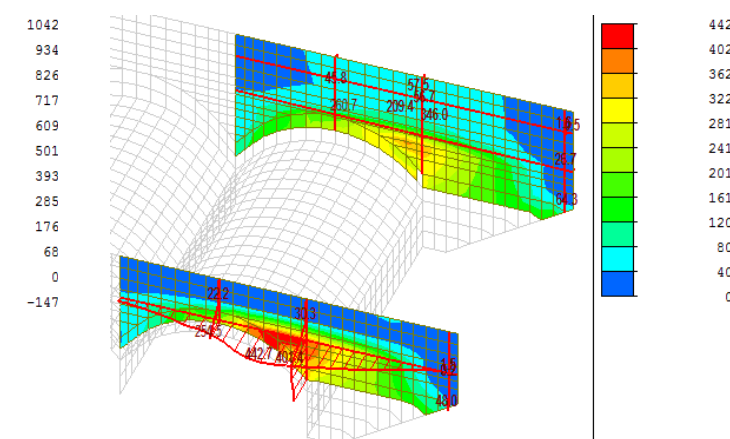
Obr. 59 Průběh min. ohybových momentů M_{yy} (MSU-STR)



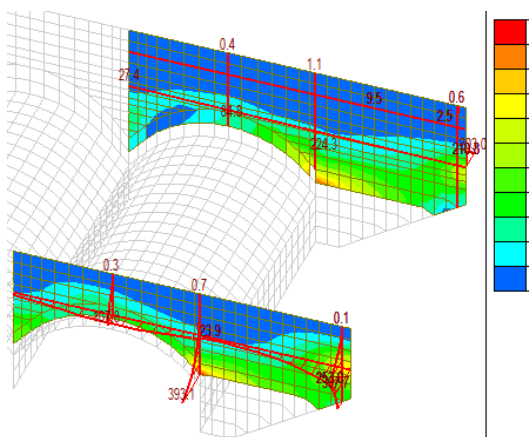
Obr. 60 Průběh min. krouticích momentů M_{xy} (MSU-STR)



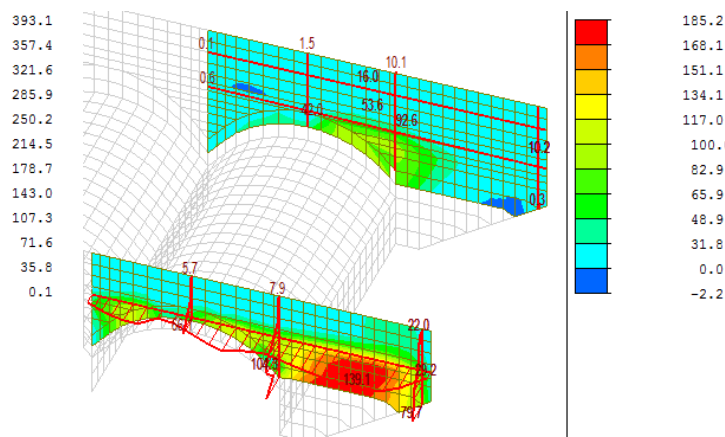
Obr. 61 Průběh max. normálových sil N_{xx} a ohybových momentů M_{xx} (Mimořádná kombinace)



Obr. 62 Průběh max. ohybových momentů M_{xx} (Mimořádná kombinace)



Obr. 63 Průběh max. ohybových momentů M_{yy}
(Mimořádná kombinace)

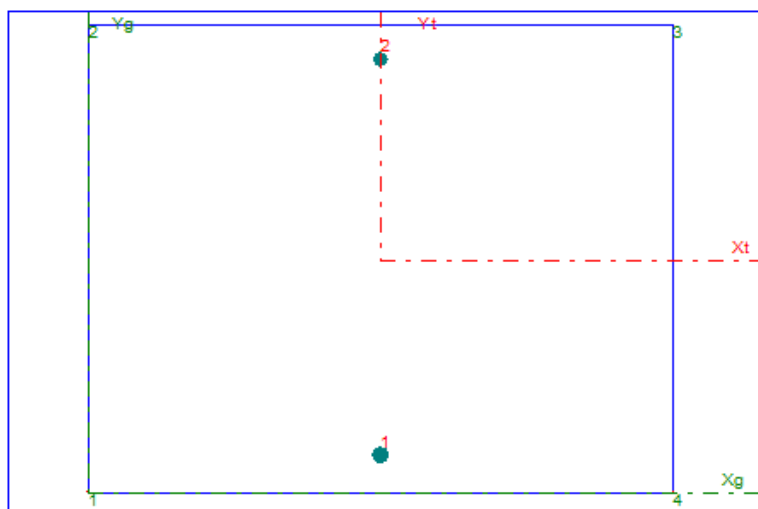


Obr. 64 Průběh max. krouticích momentů M_{xy}
(Mimořádná kombinace)

11.2 Levý parapetní nosník (na výtoku)

11.2.1 Svislá výztuž – $t=800\text{mm}$

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,8000
A_s [m ²]	=	0,0020945
$\sigma_{eff-char}$	=	15,000
$\sigma_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\sigma_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Výztuž}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	7

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]				
	33000,0	200000,0				
Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]		
	-30,0	-18,0	500,0	500,0		
Charakteristiky betonu : ϵ_{cuB} (ϵ_{c3}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$						

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,800
	2	0,000	0,800	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,063	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,739	0,0120	6,667	0,0007540

▪ Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
2VŘ_800_ULS_Obal		0,000	1	434,783	1	0,000	0	336,8	244,0
		-18,000	2	337,013	2	0,000	0	Drcení betonu (73,34%)	
5VŘ_800_ULS_Obal		0,000	2	434,783	2	0,000	0	251,3	0,0
		-18,000	1	252,696	1	0,000	0	Drcení betonu (51,34%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=800\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 73,34 % v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
7VŘ_800_Mimoradn		0,000	1	500,000	1	0,000	0	486,8	5,0
		-22,500	2	222,599	2	0,000	0	Drcení betonu (56,50%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=800\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 56,50 %).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1VŘ_800_SLS_Obal		0,000	1	257,350	1
		-2,811	2	-17,381	2
4VŘ_800_SLS_Obal		0,000	2	146,128	2
		-1,720	1	-11,140	1

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -2,8 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 257,35 MPa)

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	TrhEC Wk [mm]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	
3VŘ_800_SLS_kvaz		0,000	1	146,309	1	0,000	0,189
		-1,706	2	-11,359	2	0,000	
6VŘ_800_SLS_kvaz		0,000	1	31,461	1	0,000	0,041
		-0,525	2	-4,625	2	0,000	

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

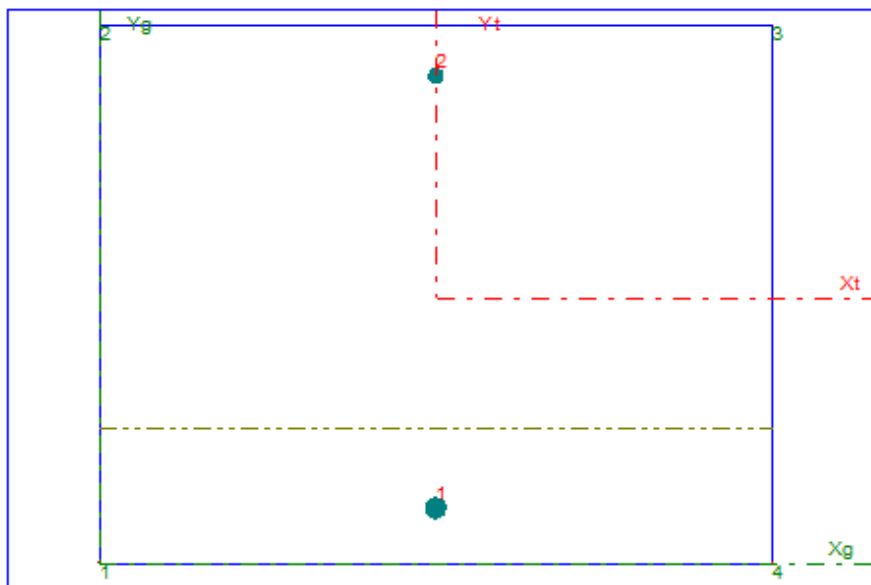
$f_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **13,5 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -1,7 MPa)

Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepříjemné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$$w_k < w_{\max} = 0,2 \text{ mm} \rightarrow \text{splněno (max šířka trhlin} = 0,189 \text{ mm)}$$

11.2.2 Podélná výztuž – t=800mm

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 18$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,8000
A_s [m ²]	=	0,00245167
$\alpha_{\text{eff-char}}$	=	15,000
$\alpha_{\text{eff-Kvazi}}$	=	15,000
$\alpha_{\text{eff-Častá}}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{\text{Výztuž}}$	=	2
$n_{\text{Předpětí}}$	=	0
n_{ZS}	=	7

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]							
	33000,0	200000,0							
Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]					
	-30,0	-18,0	500,0	434,8					
Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰			$\eta = 1,00$	$\lambda = 0,80$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$	$\alpha_{cc} = 0,90$	$\alpha_{ct} = 1,00$	
Mimořádná kombinace					$\gamma_c = 1,20$	$\gamma_s = 1,00$			

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,800
	2	0,000	0,800	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,081	0,0180	6,670	0,0016973
	2	0,500	0,723	0,0120	6,670	0,0007544

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		M_{Rd} [kNm]	N_{Rd} [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		Porušení
	2VR_800_ULS_Obal	0,000	1	434,783	1	0,000	0	516,2	11,0
		-18,000	2	191,040	2	0,000	0	Drcení betonu (47,66%)	
	5VR_800_ULS_Obal	0,000	2	434,783	2	0,000	0	258,4	0,0
		-18,000	1	291,789	1	0,000	0	Drcení betonu (87,45%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=800\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 87,45 %. v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
7VŘ_800_Mimoradn		0,000	1	500,000	1	0,000	0	392,2	587,0
		-22,500	2	500,000	1	0,000	0	Drcení betonu (98,92%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=800\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 98,92 %).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1VŘ_800_SLS_Obal		0,000	1	147,423	1	0,000	0
		-2,870	2	-22,655	2	0,000	0
4VŘ_800_SLS_Obal		0,000	2	287,968	2	0,000	0
		-3,483	1	-14,129	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -3,48 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 287,97 MPa)

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		TrhEC Wk [mm]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	
3VŘ_800_SLS_kvaz		0,000	1	79,027	1	0,000	0	0,048
		-1,539	2	-12,148	2	0,000	0	
6VŘ_800_SLS_kvaz		0,000	2	132,275	2	0,000	0	0,080
		-1,600	1	-6,496	1	0,000	0	

Posouzení napětí a šířka trhlin

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

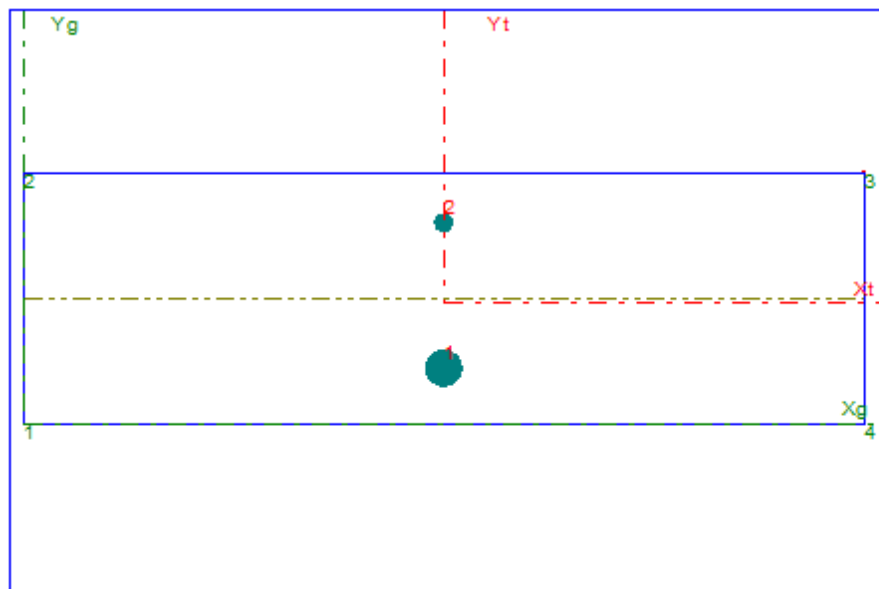
$f_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **13,5 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -1,6 MPa)

Omezení pro šířku trhlin napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$w_k < w_{\max} = 0,2 \text{ mm}$ → splněno (max šířka trhlin = 0,08 mm)

11.2.3 Svislá výztuž – t=300mm

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 22$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,3000
A_s [m ²]	=	0,00328836
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Výztuz}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	7

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]
	33000,0	200000,0

Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]
	-30,0	-18,0	500,0	434,8

Charakteristiky betonu : $\epsilon_{cu3} (\epsilon_{c3}) = -3,50\%$ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,300
	2	0,000	0,300	4	1,000	0,000

Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,066	0,0220	6,667	0,0025343
	2	0,500	0,239	0,0120	6,667	0,0007540

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		M_{Rd} [kNm]	N_{Rd} [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		Porušení
	2VŘ_300_ULS_Obal	0,000	1	434,783	1	0,000	0	211,6	124,0
		-18,000	2	-47,376	2	0,000	0	Drcení betonu (20,32%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu t=300mm je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 20,32 % v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
5VŘ_300_ULS_Obal		0,000	2	500,000	2	0,000	0	91,1	186,0
		-22,500	1	264,752	1	0,000	0	Drcení betonu (41,69%)	
7VŘ_300_Mimoradn		0,000	1	500,000	1	0,000	0	267,4	-69,0
		-22,500	2	-92,937	2	0,000	0	Drcení betonu (94,99%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=300\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 94,99 %).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1VŘ_300_SLS_Obal		0,000	1	84,844	1	0,000	0
		-2,784	2	-8,754	2	0,000	0
4VŘ_300_SLS_Obal		0,000	2	249,468	2	0,000	0
		-4,157	1	23,760	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$$f_c \leq 0.6 \times f_{ck} \text{ (pro C30/37 = 18 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tlakové napětí = -4,16 MPa)}$$

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$$f_y < 0.8 \times f_{yk} \text{ (pro B500 = 400 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tahové napětí = 249,47 MPa)}$$

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
3VŘ_300_SLS_kvaz		0,000	1	63,478	1	0,000	0
		-1,965	2	-5,247	2	0,000	0
6VŘ_300_SLS_kvaz		0,000	1	137,953	2	0,000	0
		0,000	1	5,911	1	0,000	0

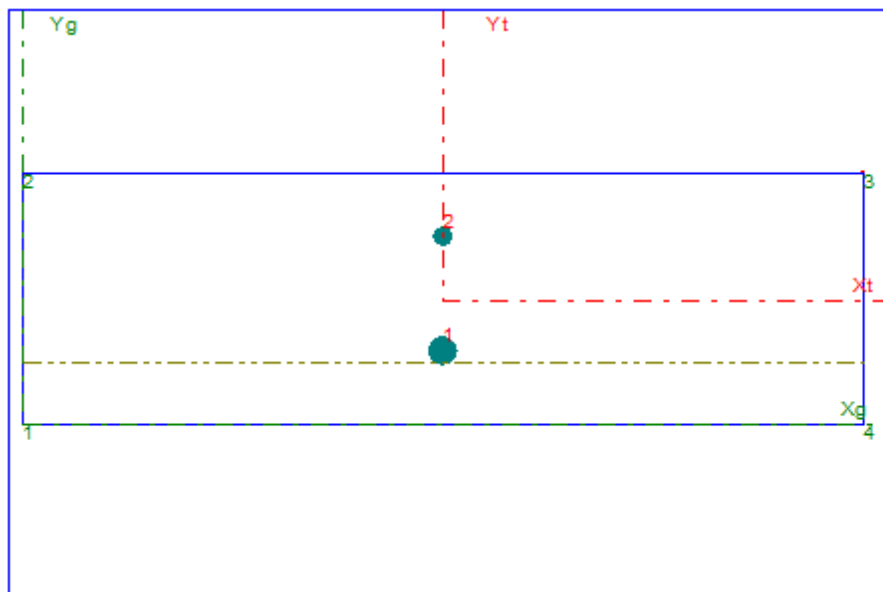
Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$$f_c \leq 0.45 \times f_{ck} \text{ (pro C30/37 = 13,5 MPa)} \rightarrow \text{splněno (max tlakové napětí = -1,965 MPa)}$$

11.2.4 Podélná výztuž – t=300mm

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 18$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,3000
A_e [m ²]	=	0,00245167
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Výztuž}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	9

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]
	33000,0	200000,0

Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]
	-30,0	-18,0	500,0	434,8

Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{cs}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,300
	2	0,000	0,300	4	1,000	0,000

Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,087	0,0180	6,670	0,0016973
	2	0,500	0,223	0,0120	6,670	0,0007544

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		Porušení
	3VŘ_300_ULS_Obal	0,000	1	434,783	1	0,000	0	146,5	0,0
		-18,000	2	184,714	2	0,000	0	Drcení betonu (85,99%)	
	4VŘ_300_ULS_Obal	0,000	1	434,783	1	0,000	0	122,9	256,0
		-18,000	2	345,358	2	0,000	0	Drcení betonu (43,92%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu t=300mm je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 85,99 % v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
9VR_300_Mimoradn		0,000	1	500,000	1	0,000	0	171,2	0,0
		-22,500	2	241,311	2	0,000	0	Drcení betonu (73,03%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=300\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 73,03 %).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1VR_300_SLS_Obal		0,000	1	267,219	1	0,000	0
		-10,998	2	-8,729	2	0,000	0
2VR_300_SLS_Obal		0,000	1	175,367	1	0,000	0
		-4,649	2	18,867	2	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -10,99 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 267,22MPa)

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
5VR_300_SLS_kvaz		0,000	1	149,500	1	0,000	0
		-6,153	2	-4,890	2	0,000	0
6VR_300_SLS_kvaz		0,000	1	91,375	1	0,000	0
		-2,458	2	9,492	2	0,000	0
7VR_300_SLS_kvaz		0,000	2	297,499	2	0,000	0
		-6,079	1	60,452	1	0,000	0

Posouzení napětí

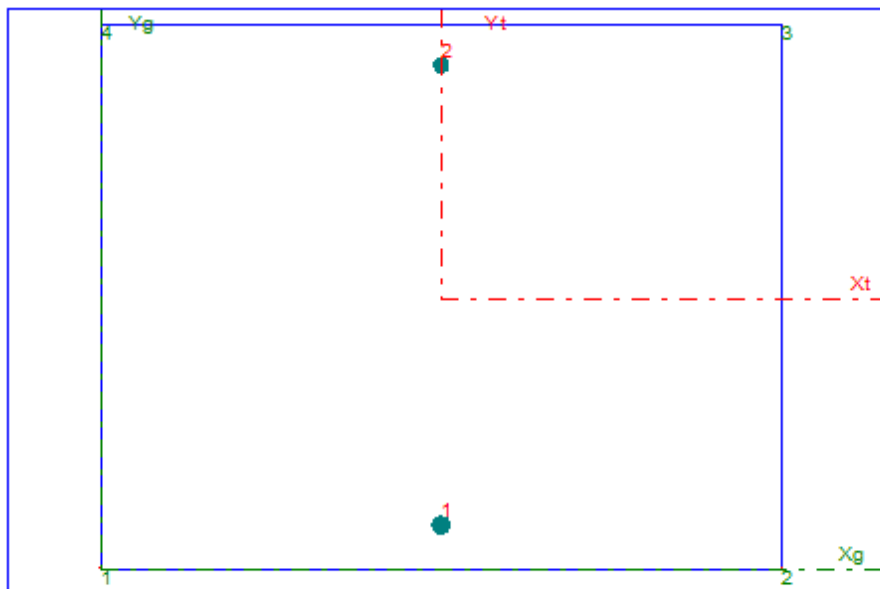
Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$f_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **13,5 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -6,15 MPa)

11.3 Pravý parapetní nosník (na vtoku)

11.3.1 Svislá výztuž – t=800mm

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 16$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,8000
A_s [m ²]	=	0,0020945
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
n_{Vyztuz}	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	7

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti	E_c [MPa]	E_s [MPa]			
	33000,0	200000,0			
Pevnosti	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	
	-30,0	-18,0	500,0	500,0	
Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰			$\eta = 1,00$	$\lambda = 0,80$	$\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$
Mimořádná kombinace					$\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$

Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,800
	2	1,000	0,000	4	0,000	0,800
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prum [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,063	0,0160	6,667	0,0013405
	2	0,500	0,738	0,0120	6,667	0,0007540

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON σ [MPa]	bod	VÝZTUŽ σ [MPa]	bod	PŘEDPĚTÍ σ [MPa]	bod	M_{Rd} [kNm]	N_{Rd} [kN]
									Porušení
	2NŘ_800_ULS_Obal	0,000	3	434,783	1	0,000	0	319,2	295,0
		-18,000	1	383,355	2	0,000	0		Drcení betonu (81,46%)
	5NŘ_800_ULS_Obal	0,000	1	434,783	2	0,000	0	250,9	0,0
		-18,000	3	252,696	1	0,000	0		Drcení betonu (86,87%)

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu t=800mm je schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 86,87% v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
7NŘ_800_Mimoradn		0,000	3	500,000	1	0,000	0	488,9	0,0
		-22,500	1	227,792	2	0,000	0	Drcení betonu (65,46%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=800\text{mm}$ je schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 65,46%).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
1NŘ_800_SLS_Obal		0,000	1	277,050	1	0,000	0
		-2,801	3	-15,177	2	0,000	0
4NŘ_800_SLS_Obal		0,000	3	266,112	2	0,000	0
		-3,134	2	-20,274	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -3,13 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 277,05 MPa)

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
3NŘ_800_SLS_kvaz		0,000	1	165,593	1	0,000	0
		-1,703	3	-9,461	2	0,000	0
6NŘ_800_SLS_kvaz		0,000	3	96,899	2	0,000	0
		-1,142	2	-7,390	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

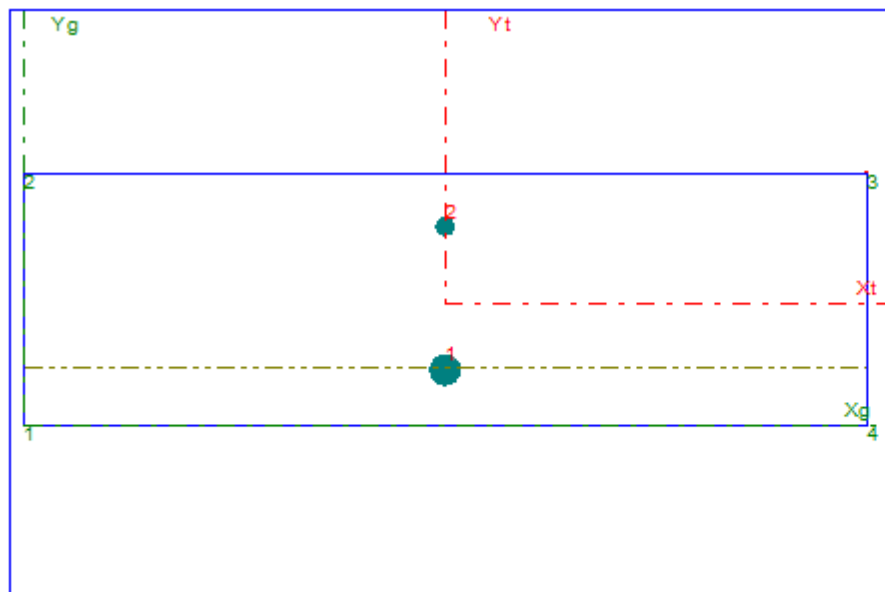
$f_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **13,5 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -1,70 MPa)

11.3.2 Podélná výztuž – $t=800\text{mm}$

- **Návrh:** Vnitřní vlákna: **ø16 á 150 mm**
Vnější vlákna: **ø16 á 150 mm**

11.3.3 Svislá výztuž – t=300mm

- Návrh:** Vnitřní vlákna: $\varnothing 20$ á 150 mm
Vnější vlákna: $\varnothing 12$ á 150 mm
- Průřez a vstupní údaje**



EC2 EN 1992-1-1

Průřezové Charakteristiky

A_b [m ²]	=	0,3000
A_s [m ²]	=	0,00284852
$\alpha_{eff-char}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Kvazi}$	=	15,000
$\alpha_{eff-Častá}$	=	15,000
n_{Obrys}	=	4
$n_{Výztuž}$	=	2
$n_{Předpětí}$	=	0
n_{ZS}	=	7

Opis Vstupních údajů

Moduly pružnosti		E_c [MPa]	E_s [MPa]			
		33000,0	200000,0			
Pevnosti		f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	
		-30,0	-18,0	500,0	500,0	
Charakteristiky betonu : ϵ_{cu3} (ϵ_{c3}) = -3,50‰ $\eta = 1,00$ $\lambda = 0,80$ $\gamma_c = 1,50$ $\gamma_s = 1,15$ $\alpha_{cc} = 0,90$ $\alpha_{ct} = 1,00$						
Mimořádná kombinace $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_s = 1,00$						
Beton	P.č.	X [m]	Y [m]	P.č.	X [m]	Y [m]
	1	0,000	0,000	3	1,000	0,300
	2	0,000	0,300	4	1,000	0,000
Výztuž	P.č.	X [m]	Y [m]	Prům [m]	Počet	Plocha [m ²]
	1	0,500	0,065	0,0200	6,667	0,0020945
	2	0,500	0,235	0,0120	6,667	0,0007540

Mezní stav únosnosti – STR

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		M_{Rd} [kNm]	N_{Rd} [kN]
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		Porušení
2NŘ_300_ULS_Obal		0,000	1	434,783	1	0,000	0	186,8	43,0
		-18,000	2	33,673	2	0,000	0	Drcení betonu (10,17%)	
5NŘ_300_ULS_Obal		0,000	2	434,783	2	0,000	0	73,0	178,0
		-18,000	1	255,760	1	0,000	0	Drcení betonu (47,95%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu t=300mm schopna přenést ohybové namáhání (Využití průřezu je 47,95 % v mezní únosnosti).

▪ Mimořádná kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ		MRd [kNm]	NRd [kN] Porušení
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod		
	7NŘ_300_Mimoradn	0,000	1	500,000	1	0,000	0	222,4	0,0
		-22,500	2	53,199	2	0,000	0	Drcení betonu (85,87%)	

Navržená výztuž v parapetním nosníku v místě šířky průřezu $t=300\text{mm}$ schopna přenést ohybové namáhání od mimořádného zatížení (Využití průřezu je 85,87 %).

▪ Mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
	1NŘ_300_SLS_Obal	0,000	1	40,030	1	0,000	0
		-0,968	2	0,569	2	0,000	0
	4NŘ_300_SLS_Obal	0,000	2	252,780	2	0,000	0
		-4,187	1	24,489	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (2))

$f_c \leq 0.6 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **18 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -4,19 MPa)

Omezení pro napětí v betonářské výztuži (aby nevznikaly nepřijatelné trhliny a deformace – dle článku 7.2 (5))

$f_y < 0.8 \times f_{yk}$ (pro B500 = **400 MPa**) → splněno (max tahové napětí = 252,78 MPa)

▪ Mezní stav použitelnosti – kvazi-stálá kombinace

ZS	Název	BETON		VÝZTUŽ		PŘEDPĚTÍ	
		σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod	σ [MPa]	bod
	3NŘ_300_SLS_kvaz	0,000	1	27,656	2	0,000	0
		0,000	1	26,807	1	0,000	0
	6NŘ_300_SLS_kvaz	0,000	2	163,346	2	0,000	0
		-2,257	1	20,695	1	0,000	0

Posouzení napětí

Omezení pro napětí betonu v tlaku (dle článku 7.2 (3))

$f_c \leq 0.45 \times f_{ck}$ (pro C30/37 = **13,5 MPa**) → splněno (max tlakové napětí = -2,26 MPa)

11.3.4 Podélná výztuž – $t=300\text{mm}$

- **Návrh:** Vnitřní vlákna: **ø16 á 150 mm**
Vnější vlákna: **ø12 á 150 mm**

11.4 Posouzení konstrukčních zásad smykové výztuže

Posudek proveden dle čl. 9.2.2.

Minimální stupeň vyztužení nosné konstrukce

Materiály a součinitele

$f_{yk} =$	500 MPa	mez kluzu betonářské výztuže
$f_{ck} =$	30.00 MPa	charakteristická pevnost betonu v tlaku
$f_{ctm} =$	2.9 MPa	průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu

Smyková výztuž

$\alpha =$	90 °	
$\Phi_1 =$	10 mm	průměr výztuže 1
$n_1 =$	1 ks	počet stříhů účinných na smyk po celé šířce průřezu - výztuž 1
$n_2 =$	2 mm	počet spon v 1 řadě (1m)
$A_{sw,v} =$	0.000157 m ²	plocha smykové výztuže
$s =$	150 mm	vzdálenost řad

Minimální stupeň smykového vyztužení dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.2

$b_w =$	1 m	
$\rho_w = A_{sw}/(s*b_w*\sin\alpha) =$	0.00105	stupeň smykového vyztužení
$\rho_{w,min} = (0,08*\sqrt{f_{ck}})/f_{yk} =$	0.00088	minimální stupeň smykového vyztužení

$$\rho_w > \rho_{w,min} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

12 ZÁVĚR

Mostní konstrukce byla navržena v souladu s normami platnými na území české republiky, konkrétně ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991 a dále norem ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-2 včetně změn. Z hlediska mezního stavu únosnosti byla konstrukce posuzována na ohybové a smykové namáhání. V mezních stavech použitelnosti bylo kontrolováno omezení napětí a dovolená šířka trhlin. Konstrukce splňuje normové požadavky kladené na trvanlivost a použitelnost konstrukce.

Brno, říjen 2021

Ing. Marek Velešík
Ing. Jan Šimon