




Zakázka:

VYPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE PRO ZAJIŠTĚNÍ OPRAV MOSTŮ A PROPUSTKŮ

TÚ 2411 Rohatec (mimo) – Sudoměřice nad Moravou (mimo)
DÚ 04 SD FEROTECH, EUROKAPITAL – Sudoměřice nad Moravou

Zodp. projektant zakázky:	Ing. Juraj Figuli		<div>Zhotovitel PD:</div> <div>F-PROJEKT DOPRAVNÍ STAVBY</div> <div>F-PROJEKT-DOPRAVNÍ STAVBY s.r.o. Janáčkova 4642/5d 79601 Prostějov</div>		
Zodp. projektant objektu:	Ing. Juraj Figuli				
Vypracoval:	Ing. Juraj Figuli				
Kontroloval:	Ing. Martin Major				
Kraj: Jihomoravský	K.ú.: Sudoměřice				
Objednatel: Správa železnic, s. o., OŘ Brno, Kounicova 26, 611 43 Brno					
<div>Stavba:</div> <div>Oprava mostu v km 4,258 tratě Rohatec - Sudoměřice nad Moravou</div> <div>Objekt:</div> <div>SO 2411-19-15</div> <div>Název přílohy:</div> <div>STATICKÝ VÝPOČET</div>			Datum:		červen 2020
			Stupeň:		DSP
			Číslo zakázky:		219009
			Měřítko:		-
			Část PD:		Číslo přílohy:
D.2.1		11			

STATICKÝ VÝPOČET

nosné konstrukce mostu v km 4,258 tratě Rohatec - Sudoměřice nad Moravou

TECHNICKÁ ZPRÁVA

**k výpočtu nosné konstrukce objektu
SO 2411-19-15 Železniční most**

Obsah

1	Identifikační údaje mostu	2
2	Základní údaje o mostě podle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220	2
3	Všeobecný popis.....	3
3.1	Nosná konstrukce	3
3.2	Spodní stavba.....	3
4	Podklady.....	3
5	Přesnost a metodika posouzení konstrukce	4
6	Základní geometrické a fyzikální parametry	4
6.1	Geometrické parametry mostu.....	4
6.2	Fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálů.....	4
6.3	Geometrické parametry koleje.....	5
7	Použitý software	5

1 Identifikační údaje mostu

Název stavby:	Oprava mostu v km 4,258 tratě Rohatec - Sudoměřice nad Moravou;
Objekt:	SO 2411-19-15 Železniční most;
Stavebník:	Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město Korespondenční adresa: Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Brno Kounicova 26, 611 43 Brno;
Správce mostního objektu:	Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Brno, Správa mostů a tunelů Kounicova 26, 611 43 Brno;
Zhotovitel projektu:	F-PROJEKT-DOPRAVNÍ STAVBY, s. r. o. Janáčkova 4642/5d, 796 01 Prostějov;
Katastrální území:	Sudoměřice;
Obec:	Sudoměřice;
Kraj:	Jihomoravský;
Trat'ový úsek:	TÚ 2411 Rohatec (mimo) – Sudoměřice nad Moravou (mimo);
Definiční úsek:	DÚ 04 SD FEROTECH, EUROKAPITAL – Sudoměřice nad Moravou.

2 Základní údaje o mostě podle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220

Staničení:	evidenční km 4,258;
Situování mostního objektu v terénu:	stávající mostní objekt se nachází v extravilánu mimo zastavěné území obce Sudoměřice;
Účel objektu, překonávané překážky:	mostní objekt převádí jednokolejnou trať přes vodní tok.

Charakteristika mostu (dle ČSN 73 6200 Mosty – Terminologie a třídění):

Podle druhu převáděné dopravy (komunikace)	drážní most (železniční most)
Podle překračované překážky	most přes vodní tok
Podle počtu mostních otvorů nebo polí	most o jednom otvoru
Podle počtu úrovní mostovek nad sebou	-
Podle výškové polohy mostovky	-
Podle přesypávky	most bez přesypávky
Podle měnitelnosti základní polohy	-

hlavní nosné konstrukce	nepohyblivý
Podle plánované doby trvání	most trvalý
Podle průběhu trasy na mostě	most ve výškovém oblouku;
Podle úhlu křížení	šikmý 52,7° (šikmost levá);
Podle materiálu	betonový most (železobeton);
Podle ohybové tuhosti nosné konstrukce	most s ohybově tuhou nosnou konstrukcí;
Podle statické funkce hlavní NK	rámový most (polorám);
Podle volné výšky na mostě	s neomezenou volnou výškou;
Podle uspořádání příčného řezu	otevřeně uspořádaný.
Nosná konstrukce	
Podle základního tvaru a static. působení	rámová (polorám);
Podle materiálu	železobetonová.

3 Všeobecný popis

Opravovaný železniční most je trvalá betonová konstrukce o jednom otvoru převádějící jednokolejnou železniční trať přes Sudoměřický potok. Stará ocelová prvková konstrukce s kamennými masivními opěrami bude nahrazena novou železobetonovou polorámovou konstrukcí se zavěšenými křídly.

Do přepočtu je zahrnuta celá nosná konstrukce včetně křídel.

3.1 Nosná konstrukce

Novou nosnou konstrukci tvoří šikmý betonový polorám dl. 13,33 m s šířkou 5,600 m. Tloušťka desky je uprostřed 500 mm s podélným sklonem 1,0 % od středu ke koncům. Stěny jsou vysoké 2,65 m a tlusté 0,6 m.

3.2 Spodní stavba

Spodní stavbu tvoří dvě skupiny pilot Ø 750 mm (5 ks v řadě) založeny do hloubky 9,0 m pod základovou spáru. Na hlavách pilot je vybetonován základový pas tl. 0,6 m a š. 1,2 m.

4 Podklady

Podklady pro vypracování výpočtu včetně norem a směrnice

- **Inženýrsko-geologický průzkum**
vrtané jádrové sondy u opěr;
- **Vlastní fotodokumentace objektu**
11/2019;
- **Normy a směrnice**
ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí;
ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení;
ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou;
ČSN EN 1991-2 ed.2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou;

ČSN EN 1992-1-1 ed.2 Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty;

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 1994-1-1 ed.2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 1994-2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro mosty;

MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky.

5 Přesnost a metodika posouzení konstrukce

Posouzení konstrukce je provedeno dle příslušných norem a směrnic na rozhodující mezní stavy únosnosti a použitelnosti vyvolané zadaným zatížením.

Zatížitelnost a přechodnost dané konstrukce je stanovena z rezervy únosnosti.

6 Základní geometrické a fyzikální parametry

6.1 Geometrické parametry mostu

Geometrické parametry mostu jsou převzaty z projektové dokumentace opravy mostu.

Rozpětí:	13,330 m
Šířka nosné konstrukce:	5,600 m
Délka nosné konstrukce:	14,085 m
Výška nosné konstrukce:	0,500 – 0,750 m
Světlost otvoru:	10,000 m

6.2 Fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálů

Beton C40/50

pevnost	$f_{c,k} = 40,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 35,2 \text{ GPa}$
Poissonův součinitel	$\nu = 0,20$

Betonářská výztuž B500 B

mez kluzu	$f_{sy,k} = 500 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E = 210,0 \text{ GPa}$
Poissonův součinitel	$\nu = 0,30$
mez pevnosti	$f_u = 490 \text{ MPa}$
Dílčí součinitele spolehlivosti	$\gamma_s = 1,15$

6.3 Geometrické parametry koleje

Trat' je na mostě vedena směrově v přímé. Niveleta stoupá ve sklonu 0,53 ‰.

Železniční svršek tvoří bezstyková kolej s kolejnicemi 49E1 upevněnými na betonové pražce SB8P. Na mostě je průběžné šterkové lože.

7 Použitý software

- a) SciaEngineer 2016.1
- výpočtový program MKP
- b) Microsoft Office 2013

VLASTNÍ PŘEPOČET

nosné konstrukce mostního objektu SO 2411-19-15 Železniční most

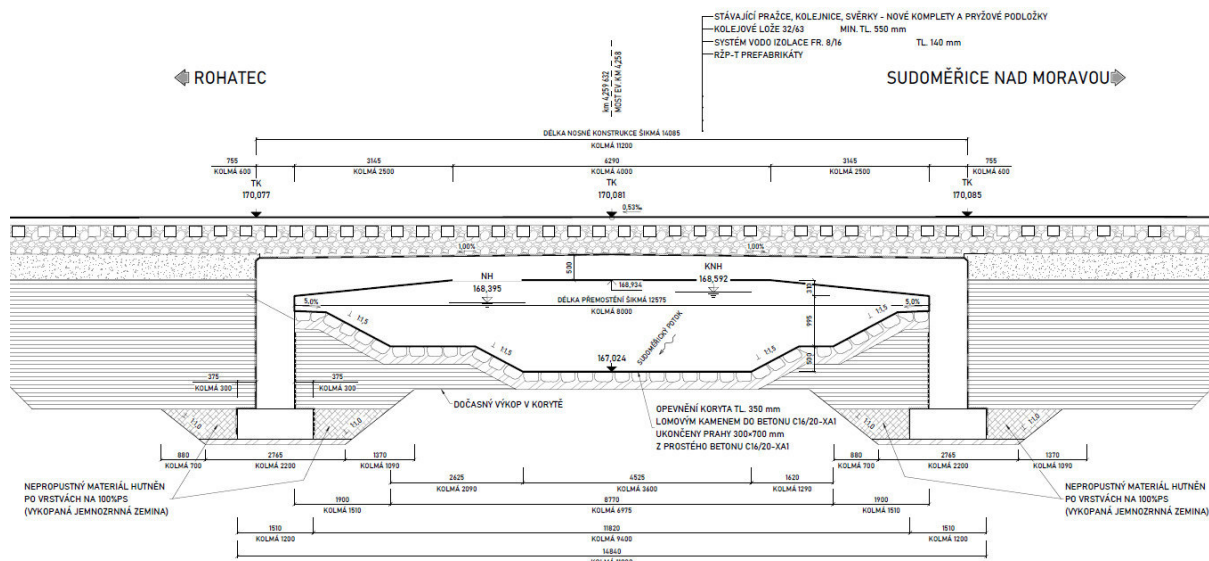
Obsah

1	Dispozice mostního objektu.....	8
2	Výpočtový model	8
3	Zatížení.....	9
3.1	Stálá zatížení.....	9
3.2	Proměnná zatížení.....	11
3.2.1	Model LM71	11
3.2.2	Vodorovné síly (k modelu LM71)	12
3.2.3	Model SW/2	13
3.2.4	Vodorovné síly (k modelu SW/2)	14
3.2.5	Vítr	15
3.2.6	Teplota.....	16
4	Kombinace zatížení	17
4.1	MSÚ.....	17
4.2	MSP	17
5	Skupiny výsledků.....	17
6	MSÚ	17
6.1	Posouzení desky rámu	18
6.2	Posouzení krajních stěn desky	21
6.3	Posouzení stěn rámu	22
6.4	Posouzení křídel	23
7	MSP	24
7.1	Posouzení desky rámu	24
7.2	Posouzení krajních stěn desky	27
8	Zobrazení výsledků pro MSÚ (RC1).....	28
8.1	Deska rámu	28
8.2	Stěny rámu.....	31
8.3	Křídla	32
9	Zobrazení výsledků pro MSP.....	33

9.1	RC2 – charakteristická kombinace	33
9.2	RC3 – kvazistálá kombinace	36
10	Výpočet pilot	39
10.1	Vstupní data	39
10.2	Výpočet svislé únosnosti	45
10.3	Výpočet zatěžovací křivka	46
10.4	Výpočet vodorovné únosnosti	48
10.4.1	Úsek 0,0 – 1,5 m	48
10.4.2	Úsek 1,5 – 6,0 m	50
10.4.3	Úsek 6,0 – 7,0 m	52
10.4.4	Úsek 7,0 – 9,0 m	54
11	Závěr	56

1 Dispozice mostního objektu

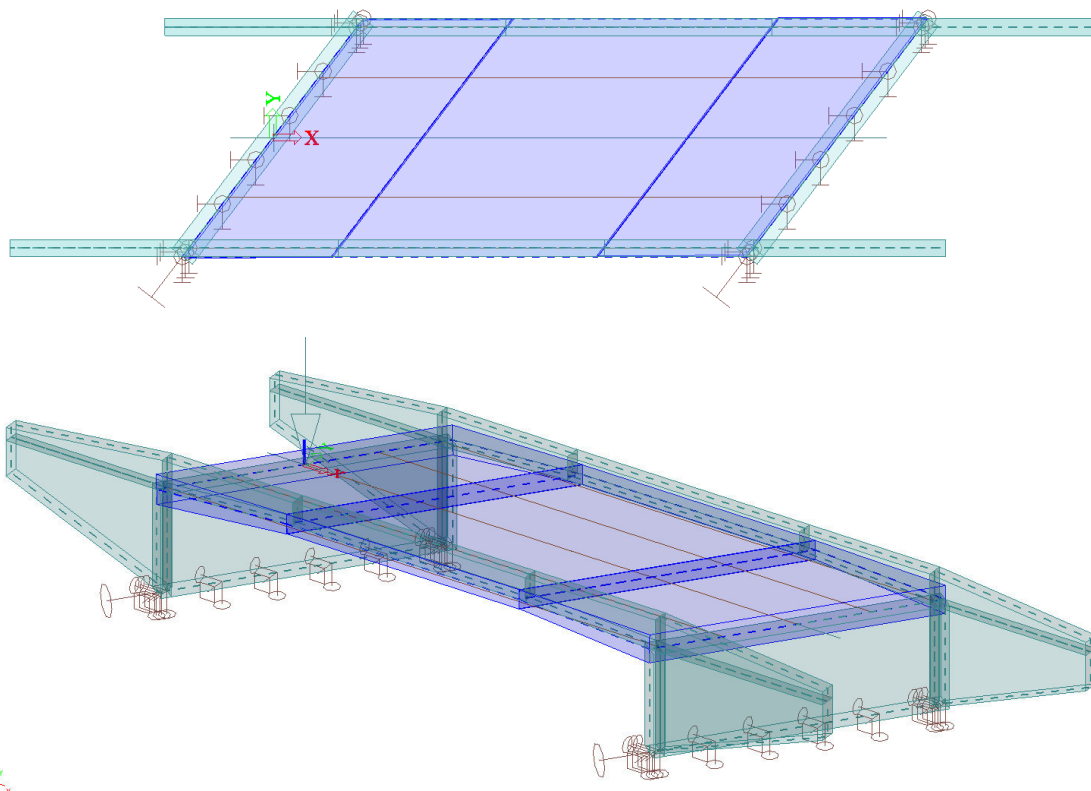
Podélný řez – nový stav



2 Výpočtový model

Pro výpočet mostního objektu byl zvolen deskový-stěnový 3D model. Pro desku je zvolen izotropní FEM model s proměnnou tloušťkou desky v střechovitém sklonu k podpěrám.

Nosníky jsou modelovány jako stěnové prvky a připojeny k desce a křídům, křídla jsou stěnové prvky spojeny tuhými vazbami se stěnami rámu.



Deska je podepřena s omezujícími podmínkami:

Podpory v uzlu

Jméno	Uzel	Systém	Typ	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Úhel [deg]
Sn1	N58	GSS	Standard	Volný	Tuhý	Volný	Volný	Volný	Volný	Rz-37.33
Sn2	N52	GSS	Standard	Volný	Tuhý	Volný	Volný	Volný	Volný	Rz-37.33

Liniové podpory na hranách ploch

Jméno	Plocha Hrana	Poč Souř.	Poz x_1 Poz x_2	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sle1	S3	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						
Sle2	S5	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						
Sle3	S8	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						
Sle4	S6	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						
Sle5	S4	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						
Sle6	S7	Od počátku	0.000	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný	Tuhý	Volný
	3	Rela	1.000						

3 Zatížení

Při zadávání zatížení a stanovení součinitelů zatížení se postupuje podle ČSN EN 1990 ed.2 Zásady navrhování konstrukcí, ČSN EN 1991-1-4 Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČSN EN 1991-1-5 Obecná zatížení - Zatížení teplotou a ČSN EN 1991-2 ed.2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou vč. změn. Hodnoty zatížení jsou uváděny v charakteristických hodnotách.

3.1 Stálá zatížení

$$\gamma_g = 1,35; \xi = 0,85$$

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
ZS1	vlastní tíha	Stálé	Vlastní tíha	Vlastní tíha	-Z
ZS2	nadbetonávka	Stálé	Vlastní tíha	Standard	
ZS3	izolace + ochrana	Stálé	Vlastní tíha	Standard	
ZS4	kolejové lože	Stálé	Vlastní tíha	Standard	
ZS5	prazce a kolejnice	Stálé	Vlastní tíha	Standard	

1) Vlastní tíha

Výpočet zatížení od vlastní tíhy byl stanoven pomocí programu na základě zadaného materiálu:

Beton C40/50

Objemová hmotnost

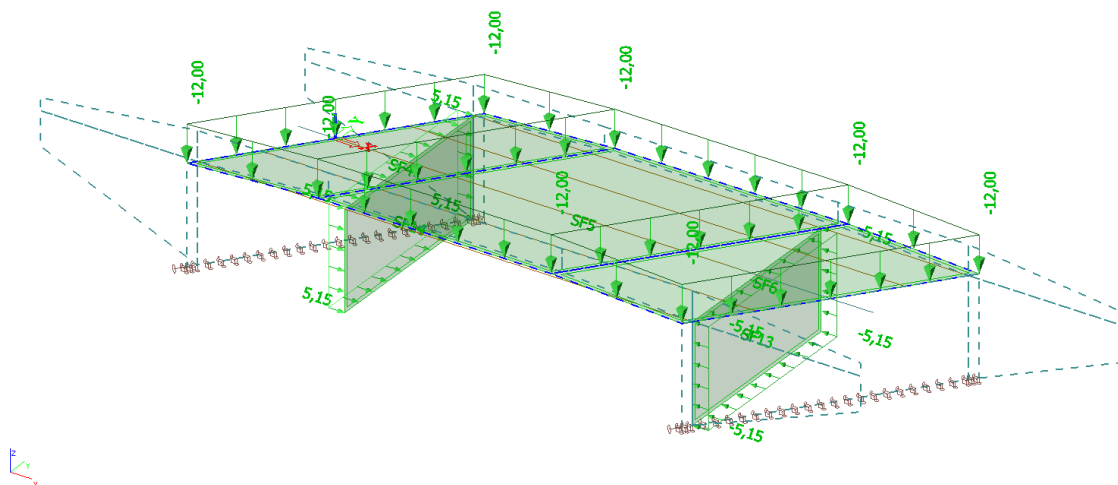
$$\rho = 2500 \text{ kg.m}^{-3}$$

Výztuž B500 B

Objemová hmotnost

$$\rho = 7850 \text{ kg.m}^{-3}$$

Zadané zatížení



6) Pražce a kolejnice

Zatížení je uvažováno pro kolejnice na betonových prazcích rozneseno v tloušťce štěrkového lože v sklonu 4:1 od hrany prazce na šířku 2,715 m v ose kolejí.

- $g_5 \quad 1,2+4,8 = 6 \text{ kN/m} / 2,605 = 2,30 \text{ kN.m}^{-2}$

3.2 Proměnná zatížení

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Působení	Řídící zat. stav
ZS6	LM71	Proměnné	LM71	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS7	rozjezdové LM71	Proměnné	Rozjezdové LM71	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS8	boční ráz LM71	Proměnné	Boční ráz LM71	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS12	vítr	Proměnné	Vítr	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS13	teplota N +	Proměnné	Teplota	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS14	teplota N -	Proměnné	Teplota	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS15	teplota M heat	Proměnné	Teplota	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS16	teplota M cool	Proměnné	Teplota	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS9	SW/2	Proměnné	SW/2	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS10	brzdění SW/2	Proměnné	Teplota	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný
ZS11	boční ráz SW/2	Proměnné	Boční ráz SW/2	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný

Dynamické účinky (pro standardně udržovanou kolej)

- bez redukce dynamických účinků, pro svislá zatížení od LM71 a SW/2
- $L_\Phi = 26,66 \text{ m}$ (dvojnásobek rozpětí konstrukce)

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{26,66} - 0,2} + 0,73 = 1,17 \leq 2,00$$

3.2.1 Model LM71

$$\gamma_{Q,LM71} = 1,45; \psi_0 = 0,8; \psi_1 = 0,8; \psi_2 = 0$$

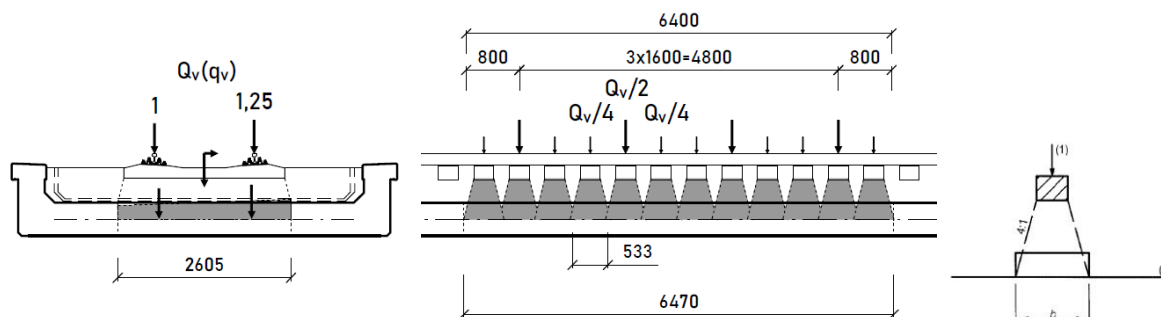
$\alpha = 1,21$ (klasifikační součinitel pro tratě 1. třídy)

Model sestává s rovnoměrného zatížení 80 kN.m^{-1} a osamělých sil $4 \times 250 \text{ kN}$. Zatížení je rozneseno v příčném a podélném směru. V příčném směru na šířku 2,605 m a osamělé zatížení v podélném směru na 3 kolejnicové podpory. Roznos na NK je na délku 0,533 m.

- rovnoměrné zatížení (q_v) $1,21 \cdot 1,17 \cdot 80 / 2,605 = 43,48 \text{ kN.m}^{-1}/\text{m}$

- osamělé zatížení (Q_v) $1,21 \cdot 1,17 \cdot (250/2) / (2,605 \cdot 0,533) = 127,45 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$
 $1,21 \cdot 1,17 \cdot (250/4) / (2,605 \cdot 0,533) = 63,73 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

Příčný a podélný roznos

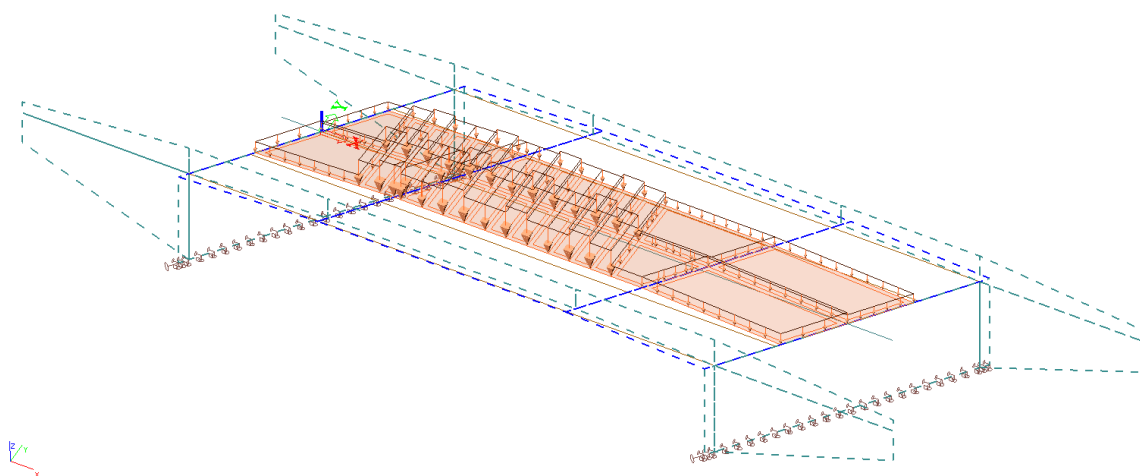


Excentricita zatížení

Uvažuje se podle ČSN EN 1991-2, zatížení se přenesse kolejnicemi v poměru 1,25:1.

$$\Delta_{qv} = \frac{0,25}{2,25} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 \cdot q_v = \frac{0,25}{2,25} \cdot 43,48 = \pm 4,83 \text{ kNm}^{-1}/\text{m}$$

$$\Delta_{Qv} = \frac{0,25}{2,25} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 \cdot Q_v = \frac{0,25}{2,25} \cdot 127,45(63,73) = \pm 14,16(7,08) \text{ kNm}^{-2}$$



3.2.2 Vodorovné síly (k modelu LM71)

Vodorovné síly se uvažují bez dynamických účinků.

$$\gamma_{Q,ab} = 1,45; \gamma_{Q,s} = 1,45; \psi_0 = 1,0; \psi_1 = 0,8; \psi_2 = 0$$

$\alpha = 1,21$ (klasifikační součinitel pro tratě 1. třídy)

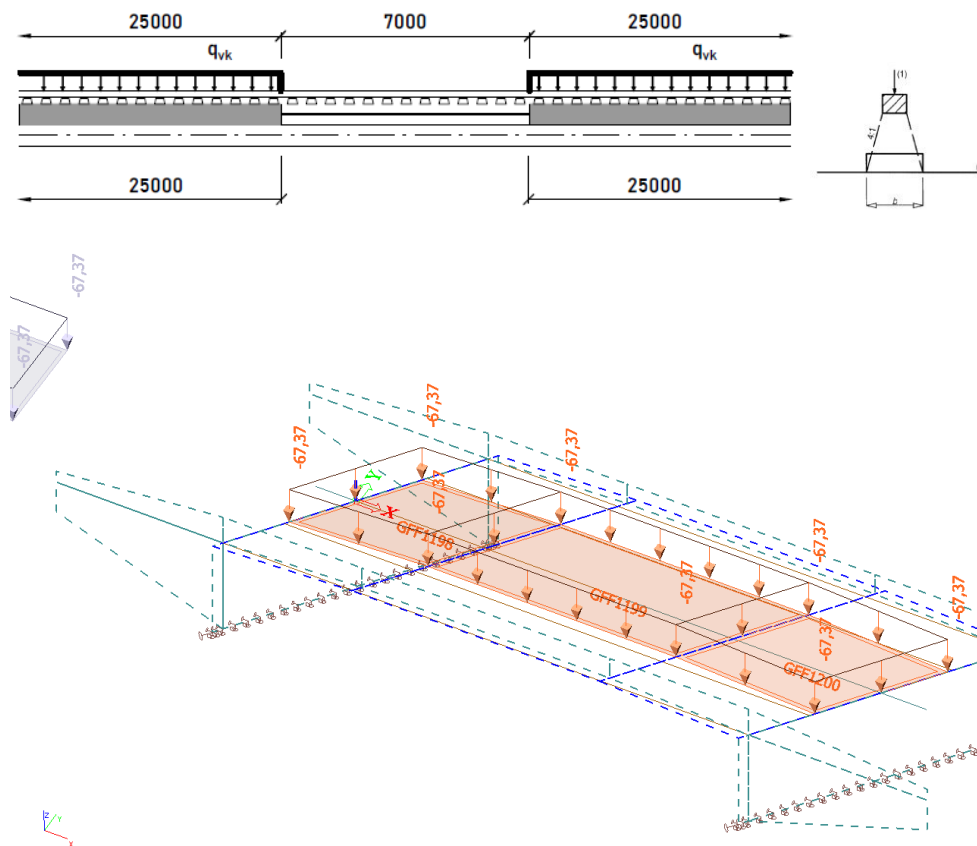
- 1) Odstředivé síly

Nevyskytují se.

- 2) Boční ráz

Uvažován hodnotou 100 kN v úrovni temene kolejnice. Odlehčující účinky nejsou uvažovány.

Příčný a podélný roznos



3.2.4 Vodorovné síly (k modelu SW/2)

Vodorovné síly se uvažují bez dynamických účinků.

$$\gamma_{Q,ab} = 1,2; \gamma_{Q,s} = 1,2; \psi_0 = 0; \psi_1 = 1,0; \psi_2 = 0$$

1) Odstředivé síly

Nevyskytují se.

2) Boční ráz

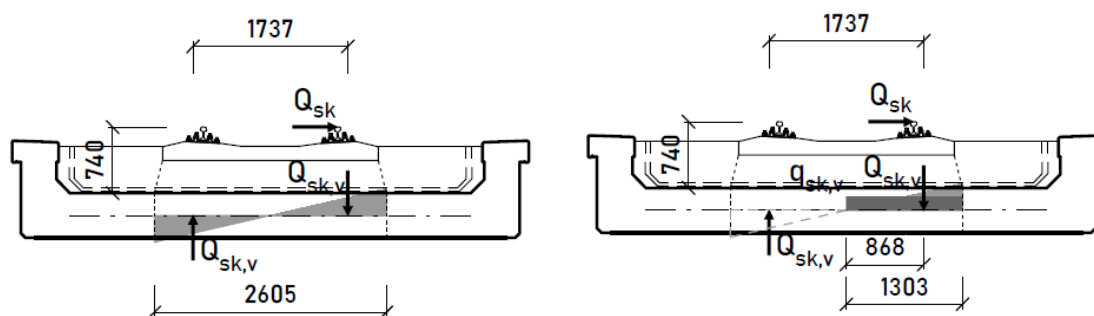
Uvažován hodnotou 100 kN v úrovni temene kolejnice. Odlehčující účinky nejsou uvažovány.

$$- \text{vodorovná síla} \quad Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

Přepočty zatížení do svislého směru

$$Q_{sk,v} = Q_{sk} \cdot e / (2/3 \cdot b) = 100 \cdot 0,74 / 1,737 = 42,60 \text{ kN}$$

$$q_{sk,v} = Q_{sk,v} / b/2 = 42,60 / 1,303 = 32,71 \text{ kN.m}^{-1}$$



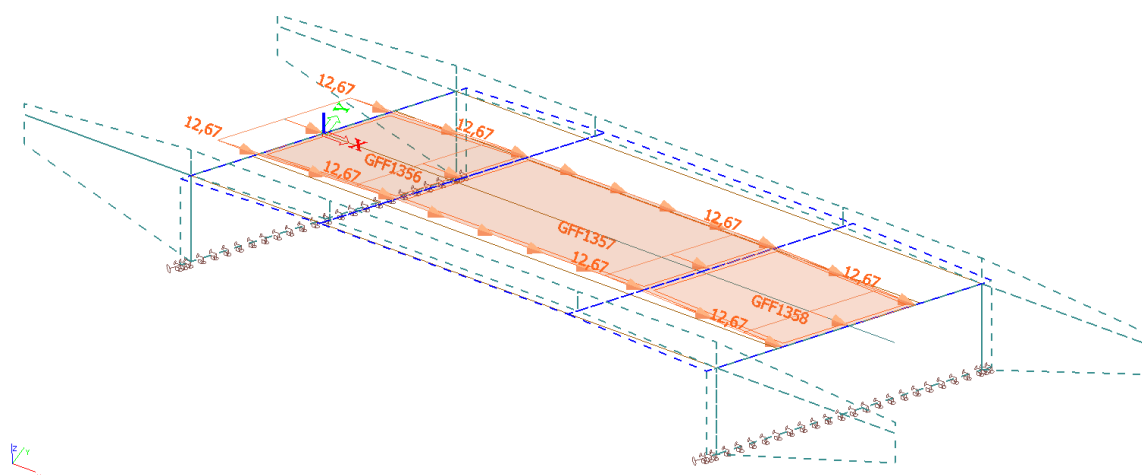
3) Rozjezdové a brzdné síly

Uvažované jsou síly pro model LM71 se směrem působení shodným se směrem dopravy.

- rozjezdové síly $Q_{lak} = 33 \text{ kN.m}^{-1} \leq 1000 \text{ kN}$ (na délce max. 30,303 m)
- brzdné síly $Q_{lbk} = 35 \text{ kN.m}^{-1}$

$$q_{lak} = Q_{lak} / b = 33,00 / 2,605 = 12,67 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$q_{lbk} = Q_{lbk} / b = 35,00 / 2,605 = 13,44 \text{ kN.m}^{-1}$$



3.2.5 Vítr

Rychlost větru je uvažována pro větrovou oblast II a kategorii terénu II. Výsledná síla od větru působí v úrovni temene kolejnice a vyvolaný moment je přepočítán na svislé zatížení. Pro výpočet síly od větru se použije zjednodušená metoda.

Směr větru je uvažován vždy jedním směrem a působící po celé délce mostu, jako nejnepříznivější se uvažuje, když působí na kolej z návětrné strany mostu. Referenční plocha se uvažuje $h_{ref} = 4,0 \text{ m}$ nad temeno kolejnic a rovnoměrná síla po délce mostu působící v její polovině.

$$\gamma_w = 1,5; \psi_0 = 0,75; \psi_1 = 0,5; \psi_2 = 0$$

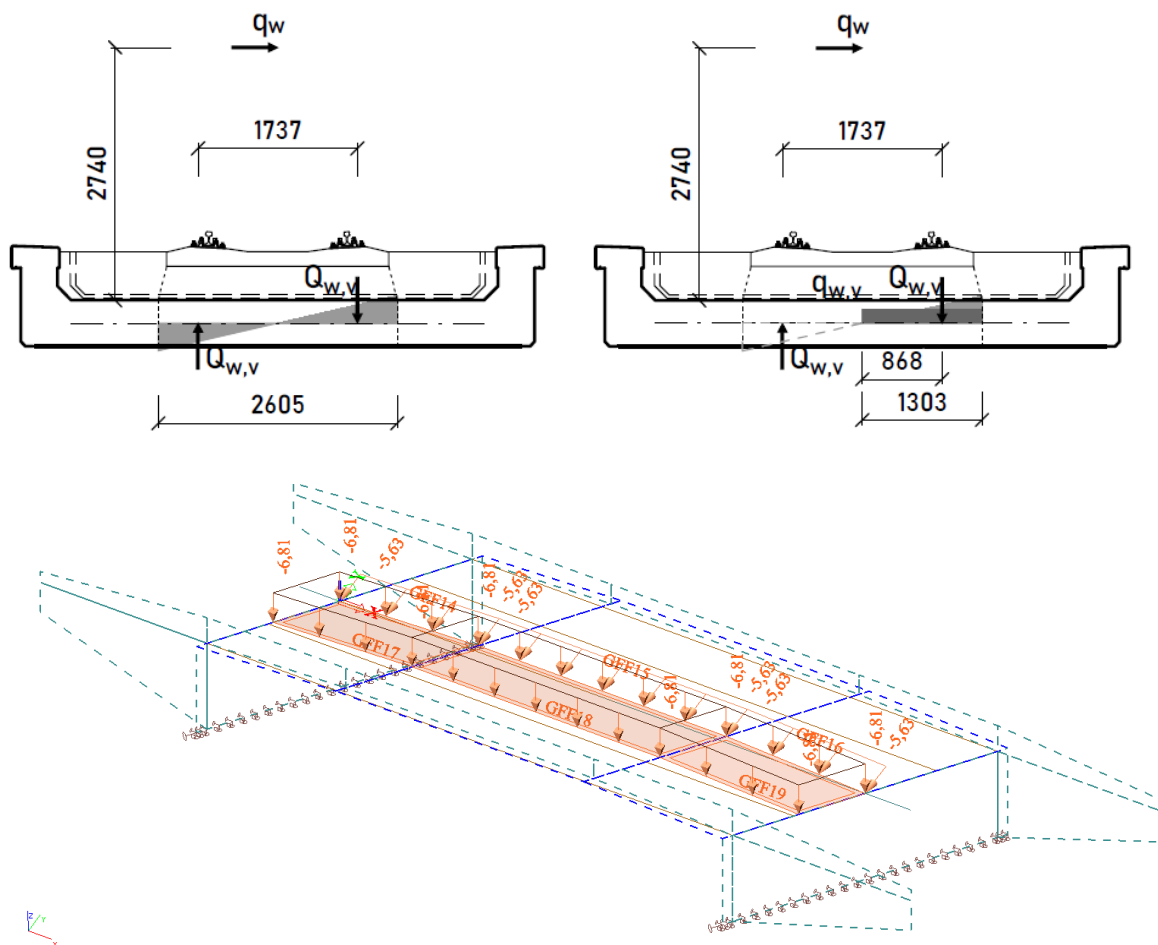
$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

$$C = 3,60 \text{ (podle tab. 8.2 – ČSN EN 1991-1-4)}$$

$$q_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot h_{ref} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,60 \cdot 4,0 = 5\,625 \text{ N/m} = 5,625 \text{ kN/m}$$

$$Q_{w,v} = q_w \cdot h_w / (2/3 \cdot b) = 5,625 \cdot 2,740 / 1,737 = 8,873 \text{ kN/m}$$

$$q_{w,v} = Q_{w,v} / b/2 = 8,873/1,303 = 6,81 \text{ kN.m}^{-1}/\text{m}$$



3.2.6 Teplota

$$\gamma_t = 1,5; \psi_0 = 0,6; \psi_1 = 0,6; \psi_2 = 0$$

$$\alpha_t = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Uvažuje se působení rovnoměrné složky teploty a svislé lineární rozdílové složky teploty. Maximální teploty pro danou lokalitu jsou v mezích $T_{\max} \in <38,1; 40,0> \text{ } ^\circ\text{C}$ a minimální teploty v mezích $T_{\min} \in <-32,0; -30,1> \text{ } ^\circ\text{C}$ (podle obr. NA.1, NA.2 – ČSN EN 1991-1-5). $T_0 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Pro stanovení rozdílových složek teplot je konstrukce ZBN považována za 3. typ. Vliv SVI a tloušťky kolejového lože je zahrnut pomocí součinitele $k_{\text{sur,heat}} = 0,8$ a $k_{\text{sur,cool}} = 1,2$;

1) Rovnoměrné složky (průměr teplot pro danou lokalitu)

$$T_{\max} = +39 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 \text{ } ^\circ\text{C} = +39 + 1,5 = +40,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -31 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0 \text{ } ^\circ\text{C} = -31 + 8,0 = -23,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = +40,5 - 10 = +30,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -23,0 - 10 = -33,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2) Svislé lineární složky (podle tab. 6.1 a 6.2 – ČSN EN 1991-1-5)

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = +15 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad k_{\text{sur,heat}} \cdot \Delta T_{M,\text{heat}} = 0,6 \cdot 15 = +9,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M,cool} = -8 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad k_{sur,cool} \cdot \Delta T_{M,cool} = 1,0 \cdot (-8) = -8,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

4 Kombinace zatížení

Sestavy jsou uvažovány gr11 – gr12 a gr16 – gr17. Pro sestavy zatížení dopravou platí hodnoty $\psi_0 = 0,8$; $\psi_1 = 0,8$; $\psi_2 = 0$.

Jednotlivé kombinace jsou vypsané na konci statického výpočtu.

4.1 MSÚ

Pro kombinace zatížení jsou použity kombinační vztahy (STR/GEO) (Soubor B)

- 6.10a

$$\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i+1} \cdot \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$
- 6.10b

$$\xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i+1} \cdot \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$

4.2 MSP

Pro kombinace zatížení jsou použity kombinační vztahy

- charakteristická

$$G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$
- častá

$$G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \psi_{2,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$
- kvazistálá

$$G_{k,j} + P + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \psi_{2,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$

5 Skupiny výsledků

Kombinace jsou zahrnuty do skupiny výsledků, které vybírají nejnepríznivější kombinaci.

Jméno	Výpis
RC1	CO1 - Obálka - únosnost
	CO2 - Obálka - únosnost
	CO3 - Obálka - únosnost
	CO4 - Obálka - únosnost
	CO5 - Obálka - únosnost
	CO6 - Obálka - únosnost
	CO7 - Obálka - únosnost
	CO8 - Obálka - únosnost

Jméno	Výpis
RC2	CO9 - Obálka - použitelnost
	CO10 - Obálka - použitelnost
RC3	CO11 - Obálka - použitelnost
	CO12 - Obálka - použitelnost

6 MSÚ

Pro posouzení krajních stěn je stanovena šířka spolupůsobící desky 550 mm.

Volba materiálů

Výztuž

B500 B ▼

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

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

$$f_{syd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$n_s = 5,6818182$$

$$n_{s,lt} = 17,045455$$

Beton

C 40/50 ▼

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

$$E_c = 35,2 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = 26,7 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$E_{c,lt} = 11,7 \text{ GPa}$$

Volba materiálových diagramů

Beton

☒ rovnoměrné napětí

☐ bilineární

☐ parabolicko-rectangulární

$$\epsilon_{c2(3)} = 1,75 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{cu2(3)} = 3,50 \text{ ‰}$$

$$\varphi_{lt} = 2$$

6.1 Posouzení desky rámu

Posouzení v poli ve směru x

Rozměry

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

Zatížení

$$N_{Ed} = 1057,28 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 494,15 \text{ kNm}$$

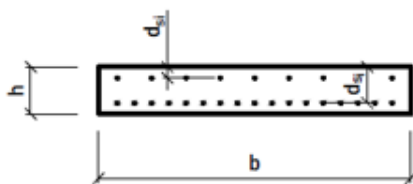
$$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$$\epsilon_{syd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{sud} = 45,00 \text{ ‰}$$



$$c_{nom} = 58 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = 354,3 \text{ mm}$$

$$A_{c,ULS} = 500000 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,ULS} = 250,0 \text{ mm}$$

Rovnováha sil

$$F_s + F_c - N_{Ed} = 0,00 \quad \begin{aligned} &> 0 \Rightarrow x_{(i+1)} > x_i \quad x_i = 50,488 \text{ mm} \\ &< 0 \Rightarrow x_{(i+1)} < x_i \quad x_{(i+1)} = 50,488 \text{ mm} \end{aligned}$$

!!! $x < x_{lim}$!!!

$$M_{y,Rd} = 636,05 \text{ kNm} > 494,15 \text{ kNm}$$

Stupeň vyztužení

$$A_{s,min} = 559 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 20000 \text{ mm}^2$$

$$< A_s = 4909 \text{ mm}^2$$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
			0
			0
			0
			0
10	25	430	4909

Posouzení v poli ve směru y

Rozměry

$b = 1000 \text{ mm}$

$h = 500 \text{ mm}$

Zatížení

$N_{Ed} = 1071,34 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = 399,09 \text{ kNm}$

$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$\epsilon_{syd} = 2,17 \text{ ‰}$

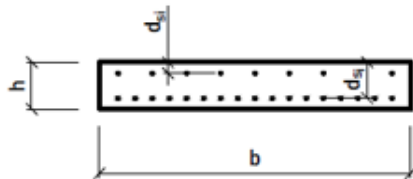
$\epsilon_{sud} = 45,00 \text{ ‰}$

$c_{nom} = 58 \text{ mm}$

$x_{lim} = 354,3 \text{ mm}$

$A_{c,ULS} = 500000 \text{ mm}^2$

$C_{g,ULS} = 250,0 \text{ mm}$



Rovnováha sil

$F_s + F_c - N_{Ed} = 0,00$

$> 0 \Rightarrow x_{[i+1]} > x_i$

$x_i = 49,828 \text{ mm}$

$< 0 \Rightarrow x_{[i+1]} < x_i$

$x_{[i+1]} = 49,828 \text{ mm}$

!!! $x < x_{lim}$!!!

$M_{y,Rd} = 579,63 \text{ kNm} > 399,09 \text{ kNm}$

Stupeň vyztužení

$A_{s,min} = 527 \text{ mm}^2$

$< A_s = 4909 \text{ mm}^2$

$A_{s,max} = 20000 \text{ mm}^2$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
			0
			0
			0
			0
10	25	405	4909

Posouzení v ose v místě rámového rohu

Rozměry

$b = 1000 \text{ mm}$

$h = 750 \text{ mm}$

Zatížení

$N_{Ed} = 5163,15 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = 667,54 \text{ kNm}$

$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$\epsilon_{syd} = 2,17 \text{ ‰}$

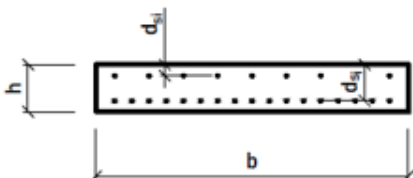
$\epsilon_{sud} = 45,00 \text{ ‰}$

$c_{nom} = 58 \text{ mm}$

$x_{lim} = 354,3 \text{ mm}$

$A_{c,ULS} = 750000 \text{ mm}^2$

$C_{g,ULS} = 375,0 \text{ mm}$



Rovnováha sil

$$F_s + F_c - N_{Ed} = 0,00 \quad \begin{aligned} &> 0 \Rightarrow x_{[i+1]} > x_i \quad x_i = 22,108 \text{ mm} \\ &< 0 \Rightarrow x_{[i+1]} < x_i \quad x_{[i+1]} = 22,108 \text{ mm} \end{aligned} \quad !!! x < x_{lim} !!!$$

$$M_{y,Rd} = 909,42 \text{ kNm} > 667,54 \text{ kNm}$$

Stupeň vyztužení

$$A_{s,min} = 884 \text{ mm}^2 < A_s = 12960 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 30000 \text{ mm}^2$$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
10	25	680	4909
10	25	610	4909
			0
			0
10	20	70	3142

Smyková únosnost

$$k = 1,54$$

$$A_{sl} = 3142 \text{ mm}^2$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$\rho_l = 0,005$$

$$V_{z,Rd,c,min} = 288,32 \text{ kN}$$

Posouvající smykové síly

$$V_{z,Ed} = 573,28 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed,max} = 573,28 \text{ kN}$$

$$V_{z,Rd,c} = 332,75 \text{ kN} < 573,28 \text{ kN} \Rightarrow \text{nutný návrh smykové výztuže}$$

Třmínky

$$s_{l,max} = 400 \text{ mm}$$

$$\alpha_{w,st} = 90^\circ$$

$$s_{t,max} = 510 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0,504$$

$$V_{z,Rd,max} = 4294,02 \text{ kN}$$

ks	Ø [mm]	A _{sw,st} [mm ²]	s _l [mm]
5	8	251	200

$$\rho_{w,min} = 0,0010$$

$$< \rho_{w,st} = 0,0013$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$V_{z,Rd,sl} = 521,29 \text{ kN} < 573,28 \text{ kN}$$

Ohyby

$$s_{l,max} = 816 \text{ mm}$$

$$\alpha_{w,b} = 45^\circ$$

ks	Ø [mm]	A _{sw,b} [mm ²]	s _l [mm]
3,33	25	1635	500

$$V_{z,Rd,sb} = 807,93 \text{ kN} > 573,28 \text{ kN}$$

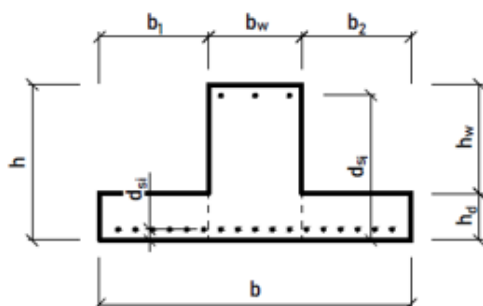
$$\rho_w = 0,0059$$

6.2 Posouzení krajních stěn desky

Posouzení v ose v místě rámového rohu

Rozměry

$$\begin{aligned} b &= 950 \text{ mm} & h &= 1100 \text{ mm} \\ b_w &= 400 \text{ mm} & h_d &= 750 \text{ mm} \\ b_1 &= 0 \text{ mm} & h_w &= 350 \text{ mm} \\ b_2 &= 550 \text{ mm} \end{aligned}$$



Zatížení

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 558,61 \text{ kN} \\ M_{y,Ed} &= 2017,83 \text{ kNm} \\ M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$$\begin{aligned} \epsilon_{syd} &= 2,17 \text{ ‰} \\ \epsilon_{sud} &= 45,00 \text{ ‰} \end{aligned}$$

$$c_{nom} = 58 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = 318,8 \text{ mm}$$

$$A_{c,ULS} = 852500 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,ULS} = 634,7 \text{ mm}$$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
4	25	1030	1963
4	25	960	1963
			0
9	25	680	4418
9	20	70	2827

Rovnováha sil

$$\begin{aligned} F_s + F_c - N_{Ed} &= 0,00 > 0 \Rightarrow x_{[i+1]} > x_i & x_i &= 113,839 \text{ mm} \\ &< 0 \Rightarrow x_{[i+1]} < x_i & x_{[i+1]} &= 113,839 \text{ mm} \end{aligned}$$

!!! x < x_{lim} !!!

$$M_{y,Rd} = 2512,68 \text{ kNm} > 2017,83 \text{ kNm}$$

Stupeň vyztužení

$$A_{s,min} = 536 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 17600 \text{ mm}^2$$

$$< A_s = 11171 \text{ mm}^2$$

Příčná výztuž pro zajištění výztuže v tlaku

- osová vzdálenost příčné výztuže v spolup. desce

$$s_{l,max} = 300 \text{ mm}$$

Smyková únosnost

$$k = 1,44$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$V_{z,Rd,c,min} = 157,70 \text{ kN}$$

$$A_{sl} = 2827 \text{ mm}^2$$

$$\rho_l = 0,007$$

Posouvající smykové síly

$$V_{z,Ed} = 1423,25 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed,max} = 1423,25 \text{ kN}$$

$$V_{z,Rd,c} = 214,85 \text{ kN} < 1423,25 \text{ kN} \Rightarrow \text{nutný návrh smykové výztuže}$$

$$s_{l,max} = 400 \text{ mm} \quad \alpha_{w,st} = 90^\circ$$

$$s_{t,max} = 600 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0,504$$

$$V_{z,Rd,max} = 2601,67 \text{ kN}$$

$$V_{z,Rd,sl} = 948,62 \text{ kN} < 1423,25 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 1236 \text{ mm} \quad \alpha_{w,b} = 45^\circ$$

$$V_{z,Rd,sb} = 1660,25 \text{ kN} > 1423,25 \text{ kN}$$

Třmínky

ks	Ø [mm]	A _{sw,st} [mm ²]	s _l [mm]
4	10	314	200

$$\rho_{w,min} = 0,0010$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$\rho_{w,st} = 0,0039$$

Ohyby

ks	Ø [mm]	A _{sw,b} [mm ²]	s _l [mm]
2	25	982	500

$$\rho_w = 0,0109$$

Podélný smyk mezi stěnou a přírubami

$$\Delta x = 1000 \text{ mm}$$

$$\theta_f = 40^\circ$$

$$v = 0,504$$

$$k = 0,4$$

Zatížení

$$\Delta M_{y,Ed} = 750,00 \text{ kNm}$$

$$z = 973,1 \text{ mm}$$

$$\Delta F_{x,Ed,1} = 446,22 \text{ kN}$$

$$v_{x,Ed} = 0,59 \text{ MPa} > k \cdot f_{ctd} = 0,29 \text{ MPa} \Rightarrow \text{nutný návrh přidavné příčné výztuže}$$

$$v_{Rd,max} = 6,62 \text{ MPa} > 0,59 \text{ MPa}$$

$$A_{sf,req} = 258 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{nutná příčná výztuž v desce}$$

ks	Ø [mm]	A _{sf} [mm ²]	s _l [mm]
2	14	308	300

6.3 Posouzení stěn rámu

Rozměry

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 755 \text{ mm}$$

Zatížení

$$N_{Ed} = 488,00 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 503,17 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$$\epsilon_{syd} = 2,17 \text{ ‰}$$

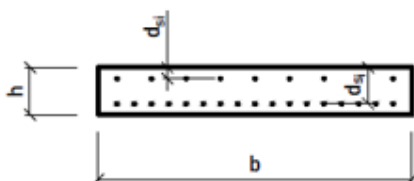
$$\epsilon_{sud} = 45,00 \text{ ‰}$$

$$c_{nom} = 73 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = 354,3 \text{ mm}$$

$$A_{c,ULS} = 755000 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,ULS} = 377,5 \text{ mm}$$



Rovnováha sil

$$F_s + F_c - N_{Ed} = 28,03 \quad \begin{aligned} &> 0 \Rightarrow x_{[i+1]} > x_i \quad x_i = 86,844 \text{ mm} \\ &< 0 \Rightarrow x_{[i+1]} < x_i \quad x_{[i+1]} = 87,124 \text{ mm} \end{aligned} \quad !!! x < x_{lim} !!!$$

$$M_{y,Rd} = 1205,28 \text{ kNm} > 503,17 \text{ kNm}$$

Stupeň vyztužení

$$A_{s,min} = 865 \text{ mm}^2 < A_s = 9818 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 30200 \text{ mm}^2$$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
10	25	90	4909
			0
			0
			0
10	25	665	4909

6.4 Posouzení křídel

Rozměry

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

Zatížení

$$N_{Ed} = 571,06 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 48,94 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Výztuž

☐ výztuž se zpevněním

$$\varepsilon_{syd} = 2,17 \text{ ‰}$$

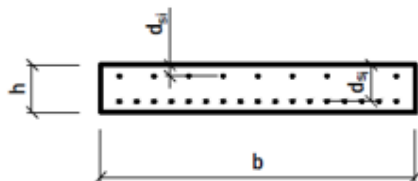
$$\varepsilon_{sud} = 45,00 \text{ ‰}$$

$$c_{nom} = 58 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = 113,4 \text{ mm}$$

$$A_{c,ULS} = 400000 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,ULS} = 200,0 \text{ mm}$$



Rovnováha sil

$$F_s + F_c - N_{Ed} = 0,00 \quad \begin{aligned} &> 0 \Rightarrow x_{[i+1]} > x_i \quad x_i = 37,267 \text{ mm} \\ &< 0 \Rightarrow x_{[i+1]} < x_i \quad x_{[i+1]} = 37,267 \text{ mm} \end{aligned} \quad !!! x < x_{lim} !!!$$

$$M_{y,Rd} = 149,52 \text{ kNm} > 48,94 \text{ kNm}$$

Stupeň vyztužení

$$A_{s,min} = 429 \text{ mm}^2 < A_s = 3142 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 16000 \text{ mm}^2$$

ks	Ø [mm]	d _{si} [mm]	A _{si} [mm ²]
5	20	330	1571
			0
			0
			0
5	20	70	1571

Smyková únosnost

$$k = 1,78$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$V_{z,Rd,c,min} = 173,26 \text{ kN}$$

$$A_{si} = 1571 \text{ mm}^2$$

$$\rho_i = 0,005$$

Posouvající smykové síly

$$V_{z,Ed} = 78,48 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed,max} = 78,48 \text{ kN}$$

$$V_{z,Rd,c} = 188,07 \text{ kN} > 78,48 \text{ kN} \Rightarrow \text{konstrukční vyztužení}$$

$$s_{l,max} = 248 \text{ mm}$$

$$\alpha_{w,st} = 90^\circ$$

$$s_{t,max} = 248 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0,504$$

$$V_{z,Rd,max} = 2083,86 \text{ kN}$$

Třmínky

ks	Ø [mm]	A _{sw,st} [mm ²]	s _l [mm]
5	8	251	200

$$\rho_{w,min} = 0,0010$$

$$< \rho_{w,st} = 0,0013$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

7 MSP

Volba materiálů

Výztuž

B500 B

Beton

C 40/50

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

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

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

$$E_c = 35,2 \text{ GPa}$$

$$f_{syd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 26,7 \text{ MPa}$$

$$n_s = 5,6818182$$

$$\eta = 1,0$$

$$n_{s,it} = 17,045455$$

$$E_{c,it} = 11,7 \text{ GPa}$$

Volba materiálových diagramů

Beton

☒ rovnoměrné napětí

☐ bilineární

☐ parabolicko-rektangulární

$$\epsilon_{c2(3)} = 1,75 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{cu2(3)} = 3,50 \text{ ‰}$$

$$\varphi_{it} = 2$$

7.1 Posouzení desky rámu

Výpočet průhybu a šířky trhlin v poli

Plný průřez - beton

$$A_c = 500000 \text{ mm}^2$$

$$C_g = 250,0 \text{ mm}$$

$$I_y = 10416666667 \text{ mm}^4$$

Moment na mezi rozvoje trhlin

$$M_{y,ch.} = 364,20 \text{ kNm}$$

$$M_{y,kv.} = 154,85 \text{ kNm}$$

$$M_{cr,it} = 164,06 \text{ kNm}$$

(pro f_{ctm})

$$\zeta_{it} = 0,438769139$$

$$\beta = 0,5$$

Ideální průřez

$$A_{c,i} = 527892 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,i} = 259,5 \text{ mm}$$

$$I_{y,i} = 11272620342 \text{ mm}^4$$

$$B_{l,st} = 396796 \text{ kNm}^2$$

$$B_{l,it} = 132265 \text{ kNm}^2$$

Přepočtová hodnota křivosti

$$I_0 = 13,330 \text{ m}$$

$$\zeta_w = 6787716 \text{ mm}^2$$

Ideální průřez s trhlinou

$$\begin{aligned}x_{ir} &= 129,4773 \text{ mm} \\x_{ir,[i+1]} &= 129,4773 \text{ mm} \\ZS_{cg,y} &= 0 \text{ mm}^3 \\I_{y,ir} &= 3242574388 \text{ mm}^4 \\B_{II,st} &= 114139 \text{ kNm}^2 \\B_{II,it} &= 38046 \text{ kNm}^2\end{aligned}$$

Posouzení průhybu

$$\begin{aligned}I_{y,it} &= 5402422735 \text{ mm}^4 \\B_{st} &= 190165 \text{ kNm}^2 \\B_{it} &= 63388 \text{ kNm}^2 \\w_{1+2} &= 16,6 \text{ mm} \\w_3 &= 7,5 \text{ mm} \\w_c &= 20 \text{ mm} \quad (\text{nadvýšení konstrukce}) \\w_{it} &= 7,5 \text{ mm} < 22,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Výpočet šířky trhlin

$$\begin{aligned}h_{c,ef} &= 123,5 \text{ mm} \\\rho_{p,ef} &= 0,0397466 \\k_1 &= 0,8 \\k_2 &= 0,5 \\k_3 &= 3,4 \\k_4 &= 0,425 \\k_t &= 0,4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_s &= 81,54 \text{ MPa} \\f_{ct,ef} &= 3,5 \text{ MPa} \\(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) &= 0,0002446 \\s_{r,max} &= 304,1 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$w_k = 0,07 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Omezení napětí v poli

Omezení vzniku podélných trhlin (char. kombinace)

$$\begin{aligned}N_{x,ch} &= 703,30 \text{ kN} \quad k_1 = 0,6 \\M_{y,ch} &= 364,20 \text{ kNm} \\\sigma_{x,c,h} &= -10,07 \text{ MPa} > -k_1 \cdot f_{ck} = -24,00 \text{ MPa} \\\sigma_{x,c,d} &= 46,09 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\sigma_{x,c} \geq -k_1 \cdot f_{ck}$$

Ověření lineárního dotvarování (kvaz. kombinace)

$$\begin{aligned}N_{x,kv} &= 544,16 \text{ kN} \quad k_2 = 0,45 \\M_{y,kv} &= 154,85 \text{ kNm} \\\sigma_{x,c,h} &= -2,73 \text{ MPa} > -k_2 \cdot f_{ck} = -18,00 \text{ MPa} \\\sigma_{x,c,d} &= 21,15 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\sigma_{x,c} \geq -k_2 \cdot f_{ck}$$

Omezení nepružných přetvoření výztuže (char. kombinace)

$$\begin{aligned}N_{x,ch} &= 703,30 \text{ kNm} \quad k_3 = 0,80 \\M_{y,ch} &= 364,20 \text{ kNm} \\\sigma_{x,s,h} &= --- \\\sigma_{x,s,d} &= 217,2 \text{ MPa} < k_3 \cdot f_{syk} = 400,0 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\sigma_{x,s} \leq k_3 \cdot f_{syk}$$

Výpočet šířky trhlin v ose v místě rámového rohu

Ideální průřez

$$A_{c,i} = 970909 \text{ mm}^2$$

$$C_{g,i} = 404,7 \text{ mm}$$

$$I_{y,i} = 51686082342 \text{ mm}^4$$

$$B_{l,it} = 606450 \text{ kNm}^2$$

Ideální průřez s trhlinou

$$x_{ir} = 300,8027 \text{ mm}$$

$$x_{ir,(i+1)} = 300,8027 \text{ mm}$$

$$\Sigma S_{c_{g,y}} = 0 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,ir} = 79162602413 \text{ mm}^4$$

Zatížení

$$M_{y,ch.} = 350,00 \text{ kNm}$$

$$M_{y,kv.} = 270,00 \text{ kNm}$$

Výpočet šířky trhlin

$$h_{c,ef} = 175,0 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,ef} = 0,0280514$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$k_t = 0,4$$

$$\sigma_s = 32,17 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,ef} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 9,651E-05$$

$$s_{r,max} = 348,7 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,03 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Omezení napětí v ose v místě rámového rohu

Omezení vzniku podélných trhlin (char. kombinace)

$$N_{x,ch.} = 948,27 \text{ kN}$$

$$k_1 = 0,60$$

$$M_{y,ch.} = -784,02 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,c,h} = 19,42 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c,d} = -2,85 \text{ MPa} > -k_1 \cdot f_{ck} = -24,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c} \geq -k_1 \cdot f_{ck}$$

Ověření lineárního dotvarování (kvaz. kombinace)

$$N_{x,kv.} = 713,59 \text{ kN}$$

$$k_2 = 0,45$$

$$M_{y,kv.} = -317,45 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,c,h} = 9,03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c,d} = 0,01 \text{ MPa} > -k_2 \cdot f_{ck} = -18,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c} \geq -k_2 \cdot f_{ck}$$

Omezení nepružných přetvoření výztuže (char. kombinace)

$$N_{x,ch.} = 948,27 \text{ kN}$$

$$k_3 = 0,80$$

$$M_{y,ch.} = -784,02 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,s,h} = 98,5 \text{ MPa} < k_3 \cdot f_{syk} = 400,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,s,d} = -4,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,s} \leq k_3 \cdot f_{syk}$$

7.2 Posouzení krajních stěn desky

Výpočet šířky trhlin v ose v místě rámového rohu

Ideální průřez	Ideální průřez s trhlinou	Zatížení
$A_{c,i} = 926972 \text{ mm}^2$	$A_{c,ir} = 190631 \text{ mm}^2$	$M_{y,ch.} = -1311,69 \text{ kNm}$
$C_{g,i} = 631,3 \text{ mm}$	$x_{ir} = 317,8974 \text{ mm}$	$M_{y,kv.} = -554,43 \text{ kNm}$
$I_{y,i} = 79264438304 \text{ mm}^4$	$x_{ir,(i+1)} = 317,8974 \text{ mm}$	
$B_{l,it} = 930036 \text{ kNm}^2$	$\Sigma S_{c,g,y} = 0 \text{ mm}^3$	
	$I_{y,ir} = 38081139372 \text{ mm}^4$	

Výpočet šířky trhlin

$$h_{c,ef} = 175,0 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,ef} = 0,0170045$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$k_t = 0,4$$

$$\sigma_s = 58,91 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,ef} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,0001767$$

$$s_{r,max} = 397,1 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,07 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Omezení napětí v ose v místě rámového rohu

Omezení vzniku podélných trhlin (char. kombinace)

$$\sigma_{x,c} \geq -k_1 \cdot f_{ck}$$

$$N_{x,ch.} = 1660,54 \text{ kN}$$

$$k_1 = 0,60$$

$$M_{y,ch.} = -1311,69 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,c,h} = 35,65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c,d} = -2,24 \text{ MPa} > -k_1 \cdot f_{ck} = -24,00 \text{ MPa}$$

Ověření lineárního dotvarování (kvaz. kombinace)

$$\sigma_{x,c} \geq -k_2 \cdot f_{ck}$$

$$N_{x,kv.} = 628,91 \text{ kN}$$

$$k_2 = 0,45$$

$$M_{y,kv.} = -554,43 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,c,h} = 14,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,c,d} = -1,33 \text{ MPa} > -k_2 \cdot f_{ck} = -18,00 \text{ MPa}$$

Omezení nepružných přetvoření výztuže (char. kombinace)

$$\sigma_{x,s} \leq k_3 \cdot f_{syk}$$

$$N_{x,ch.} = 1660,54 \text{ kN}$$

$$k_3 = 0,80$$

$$M_{y,ch.} = -1311,69 \text{ kNm}$$

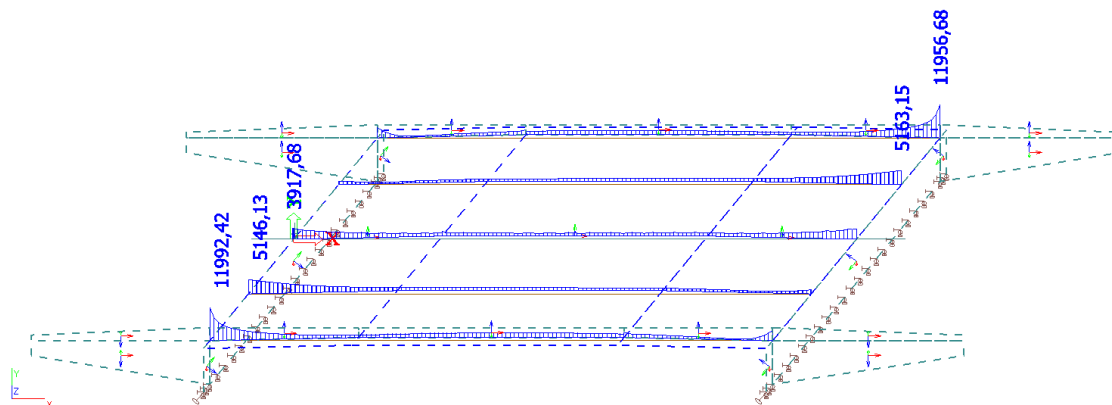
$$\sigma_{x,s,h} = 188,9 \text{ MPa} < k_3 \cdot f_{syk} = 400,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,s,d} = 1,0 \text{ MPa}$$

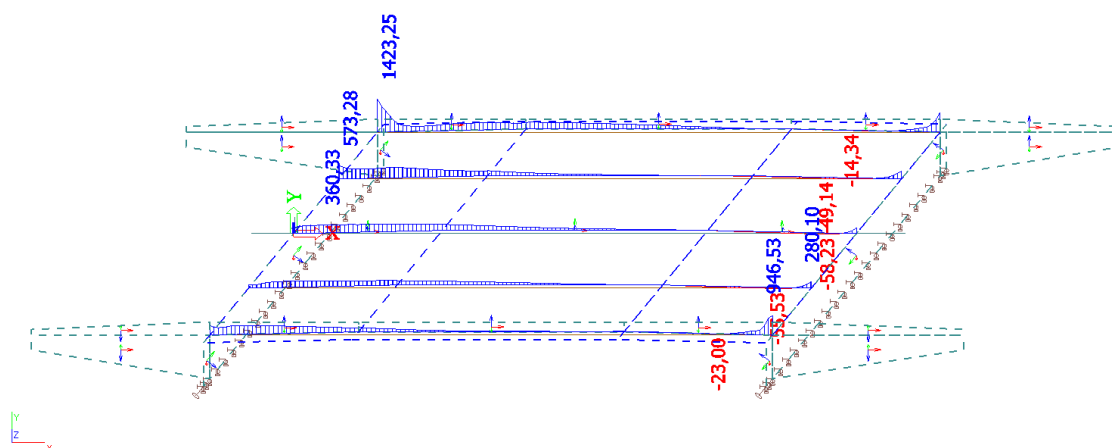
8 Zobrazení výsledků pro MSÚ (RC1)

8.1 Deska rámu

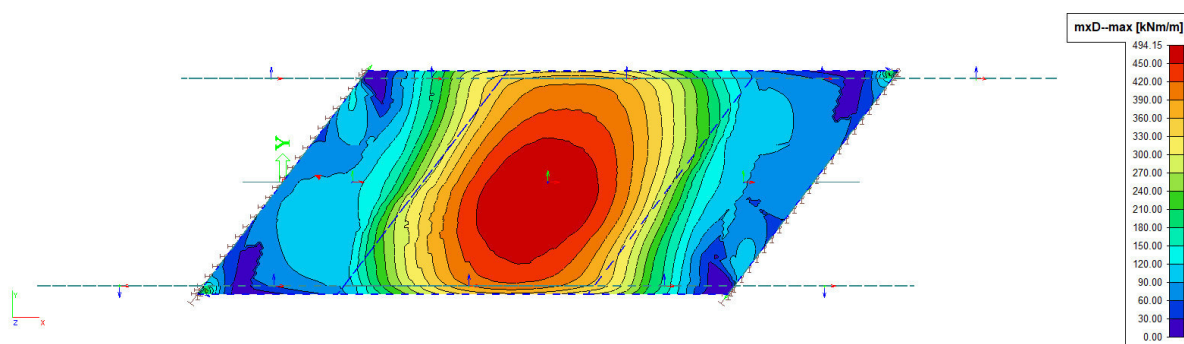
nxD



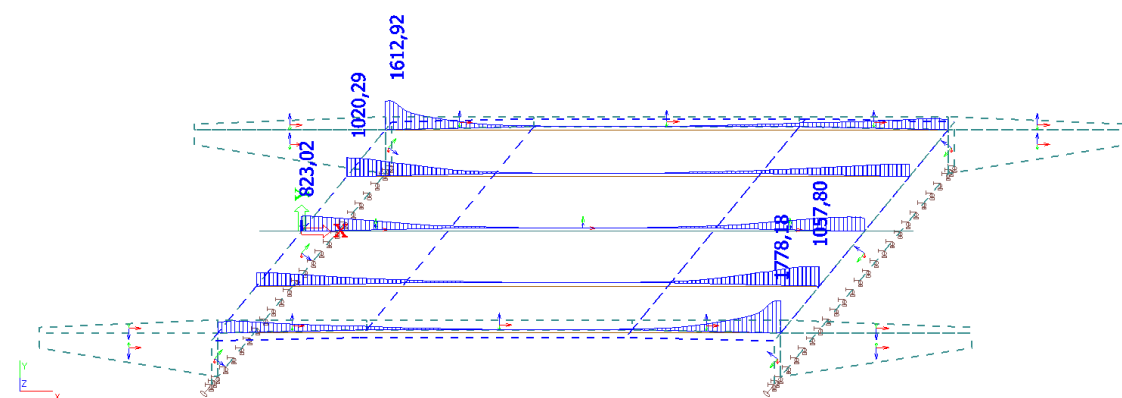
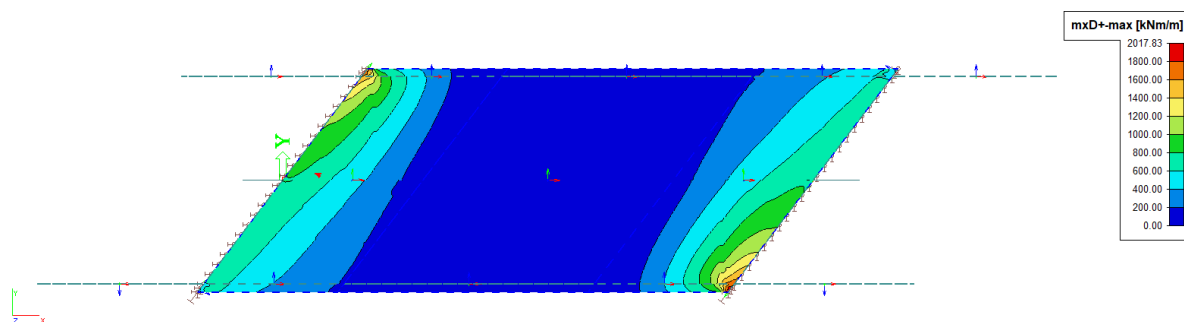
VX



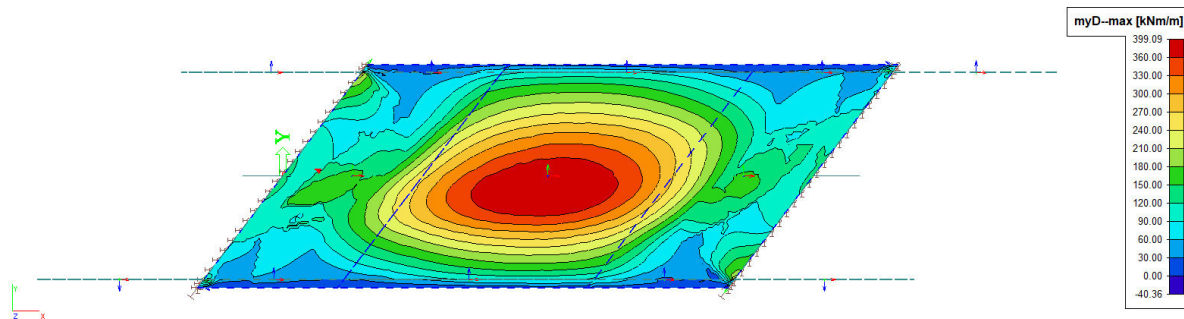
mxD-



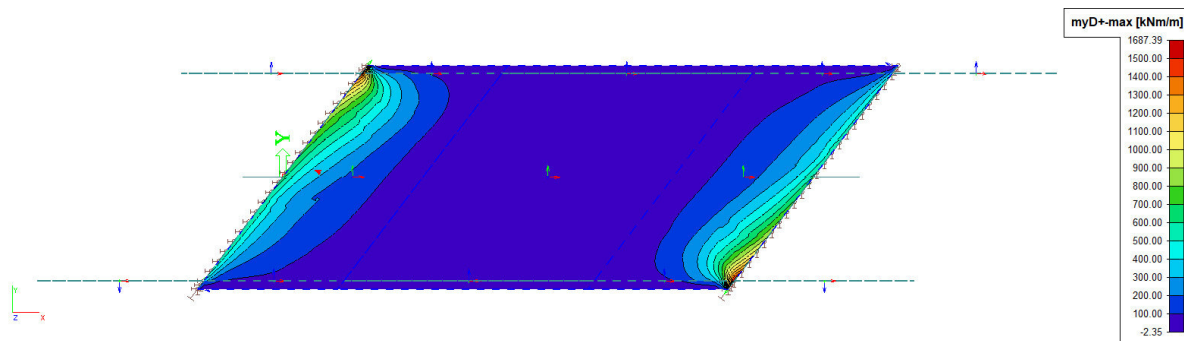
mxD+



myD-

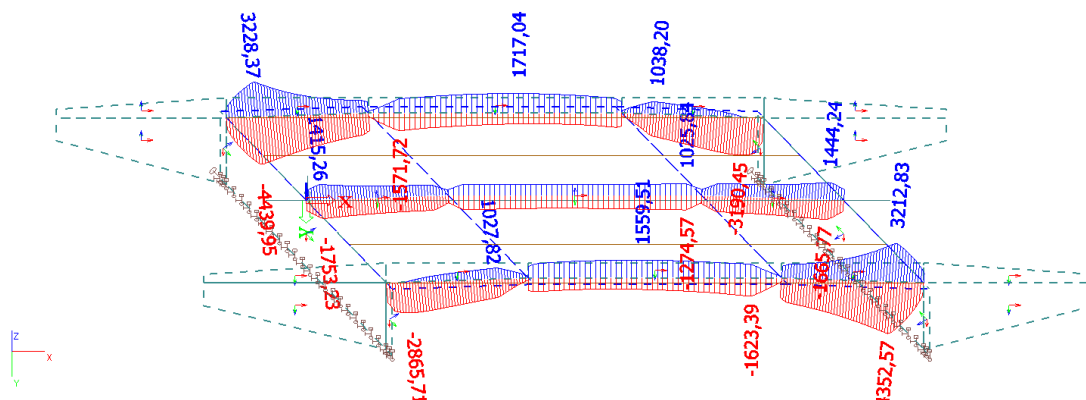


myD+

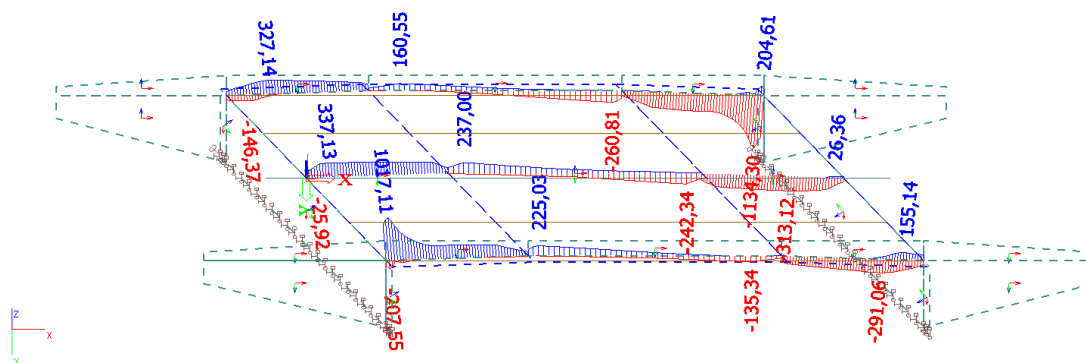


Vnitřní síly z integračních pásů

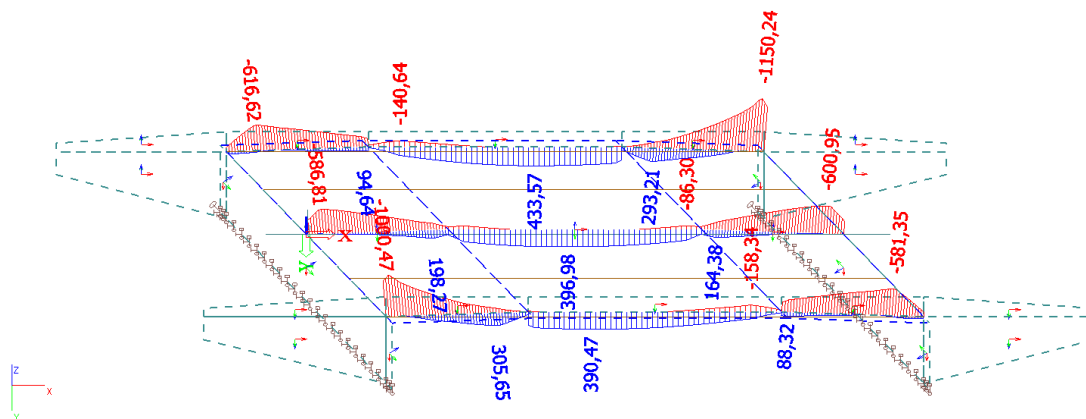
N_x



V_z

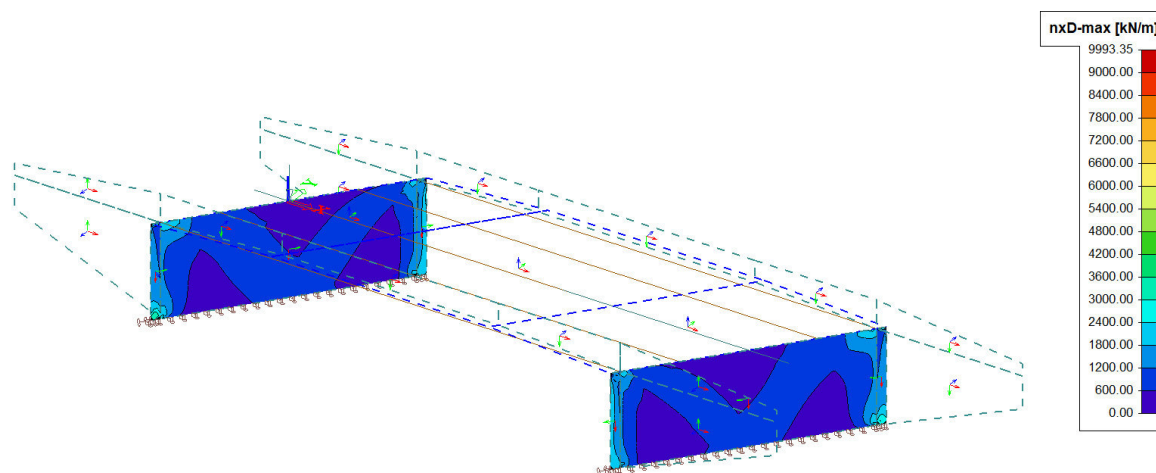


M_y

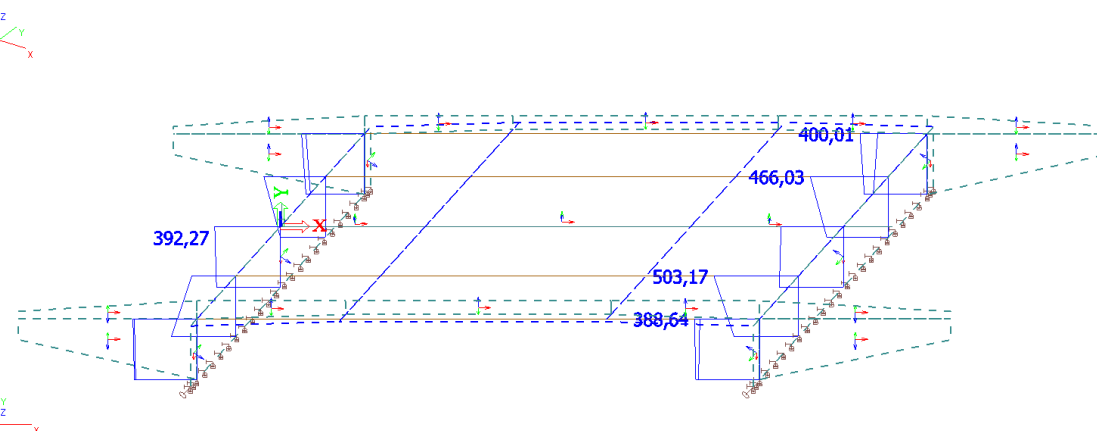
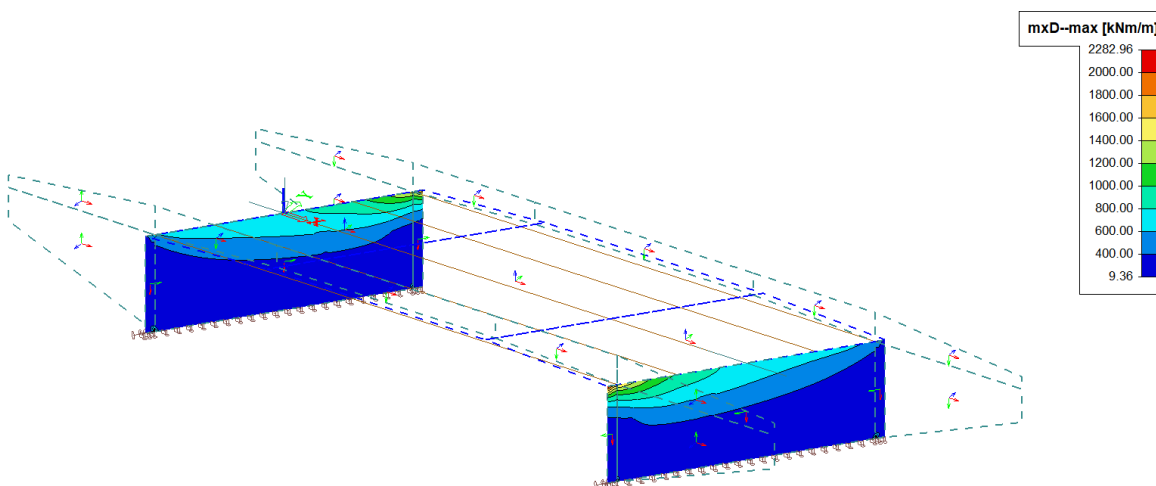


8.2 Stěny rámu

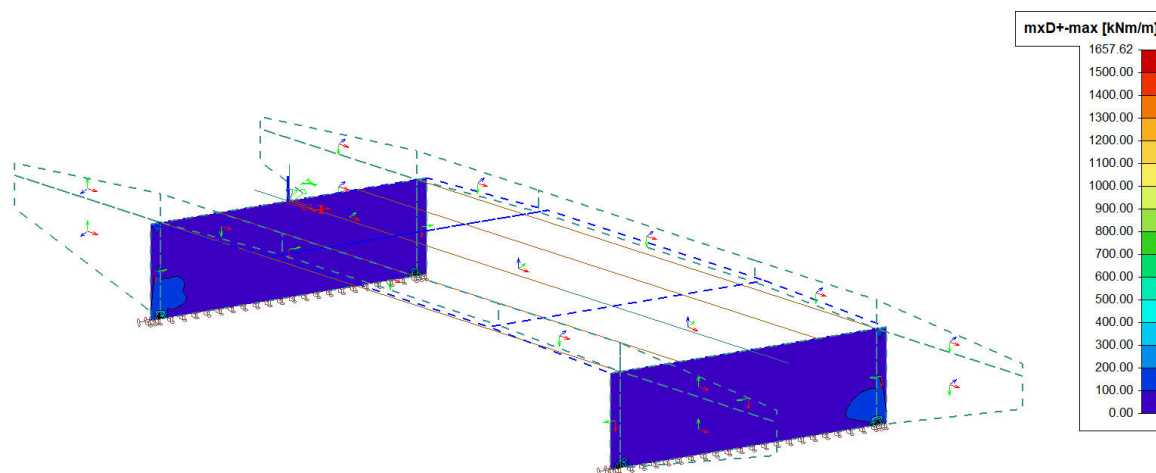
nxD



mxD-

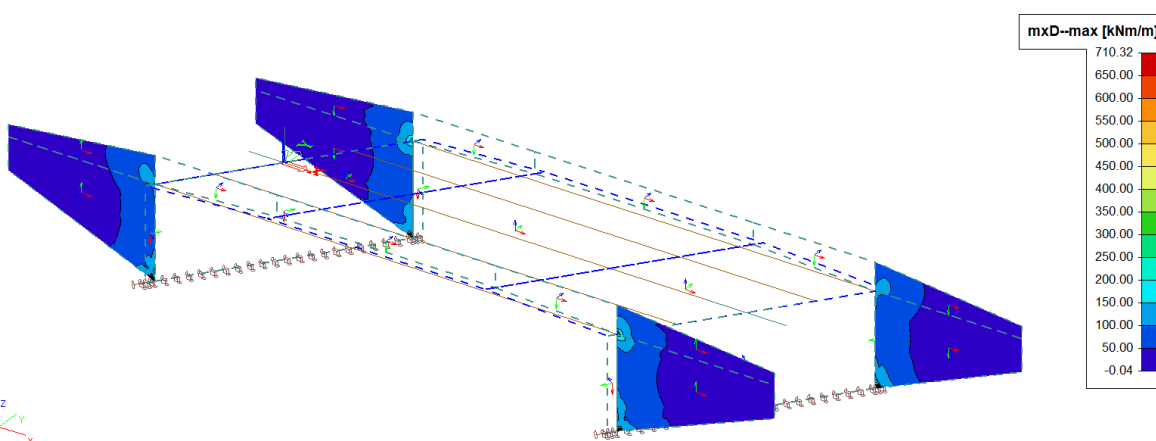


mxD+

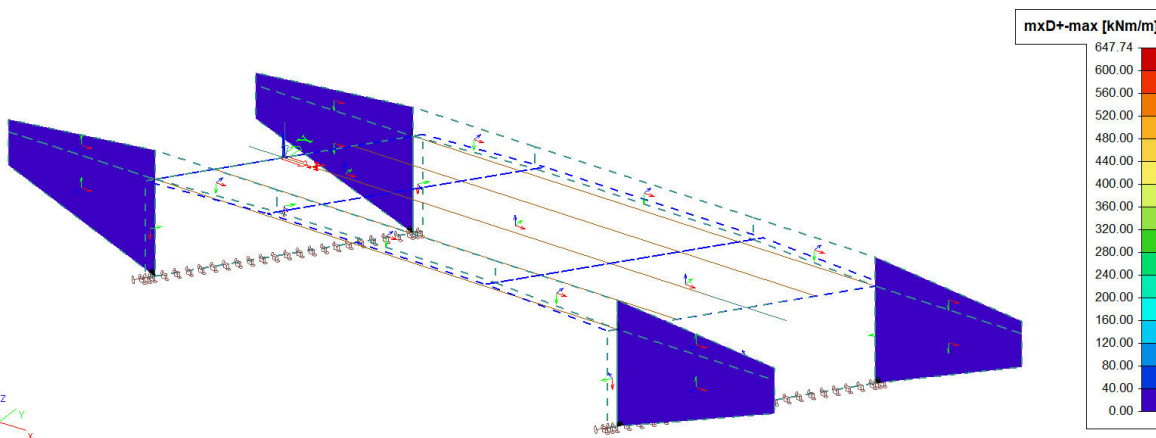


8.3 Křídla

mxD-



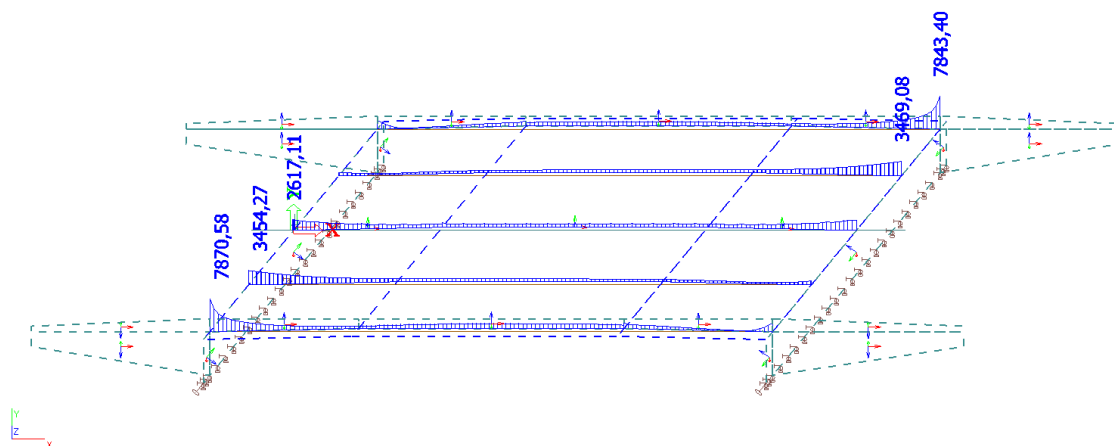
mxD+



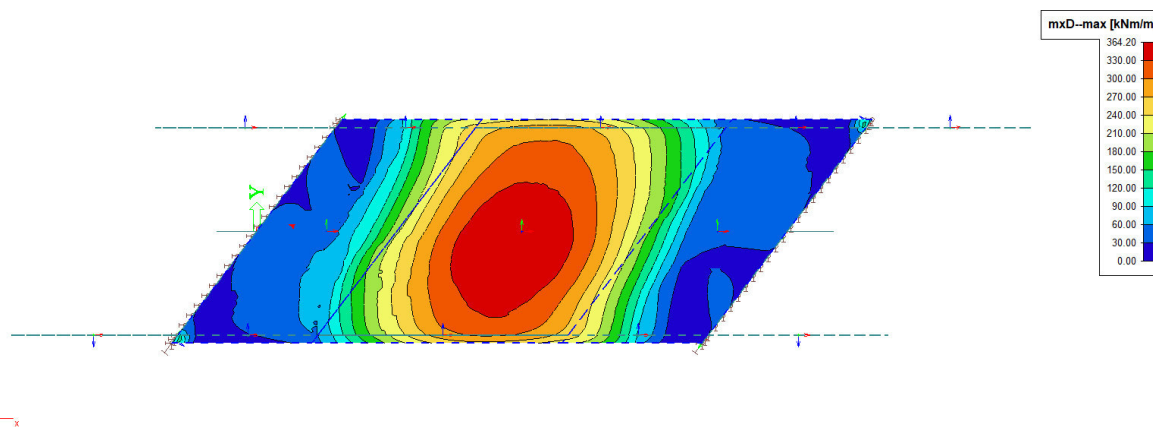
9 Zobrazení výsledků pro MSP

9.1 RC2 – charakteristická kombinace

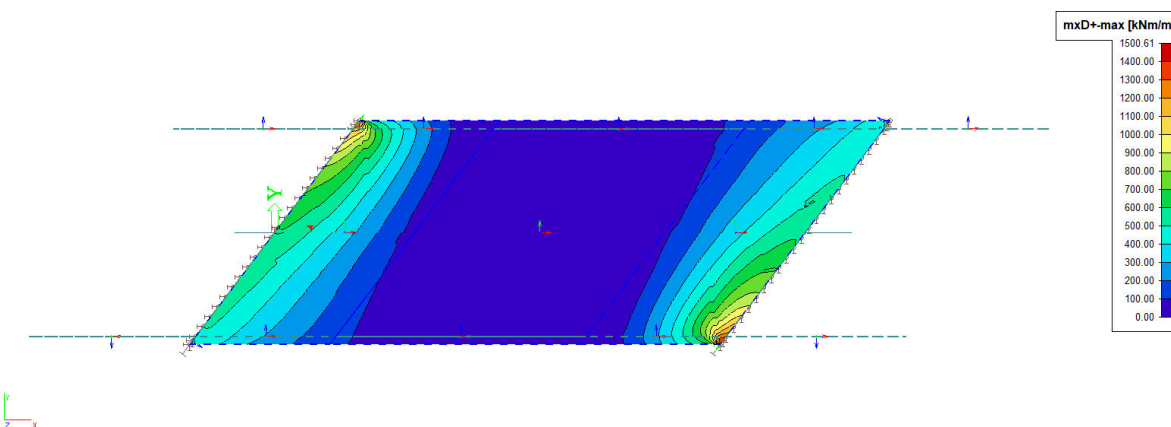
nxD

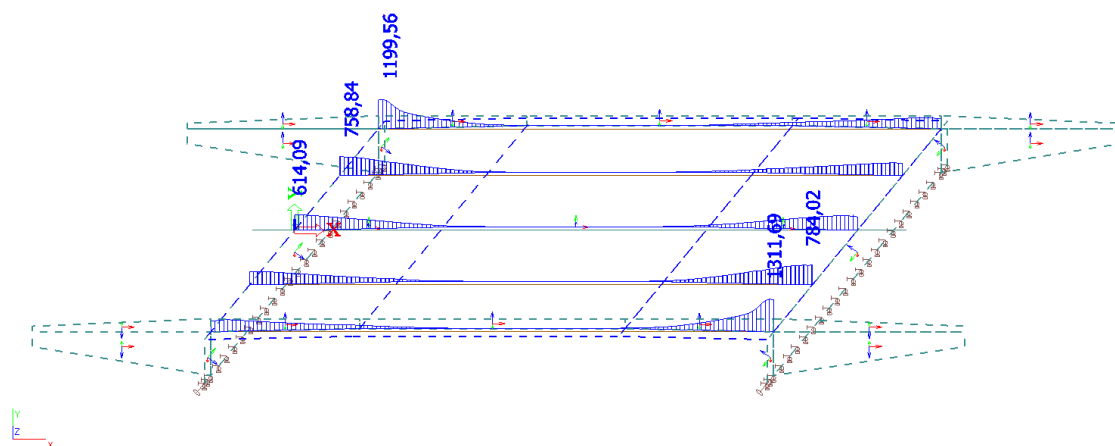


mxD-

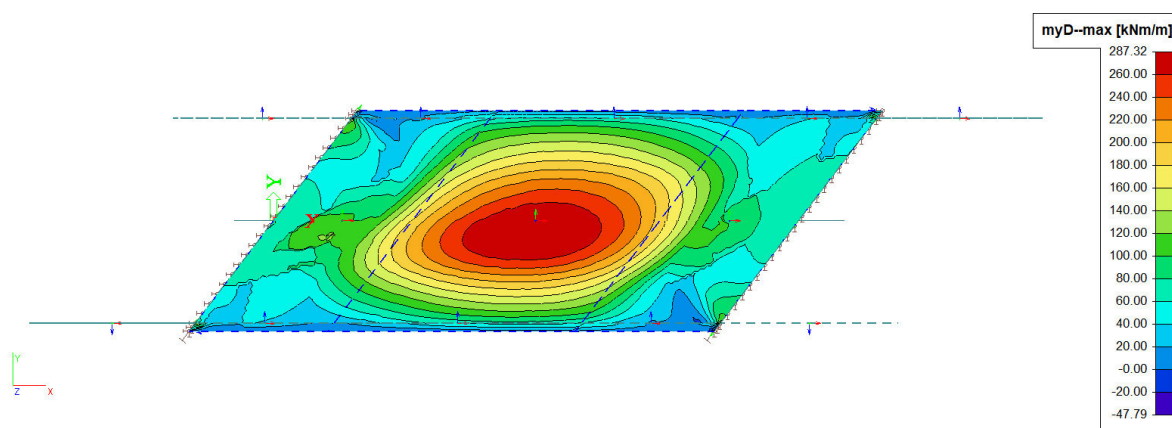


mxD+

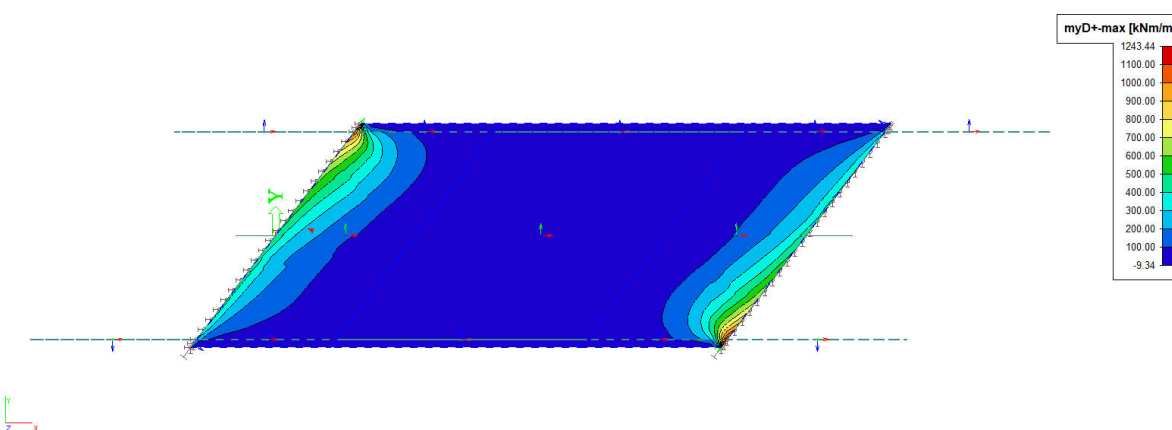




myD-

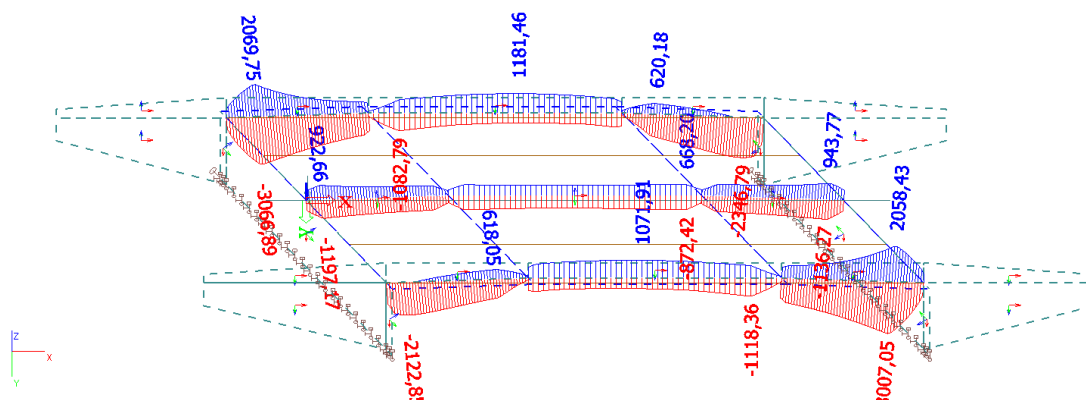


myD+

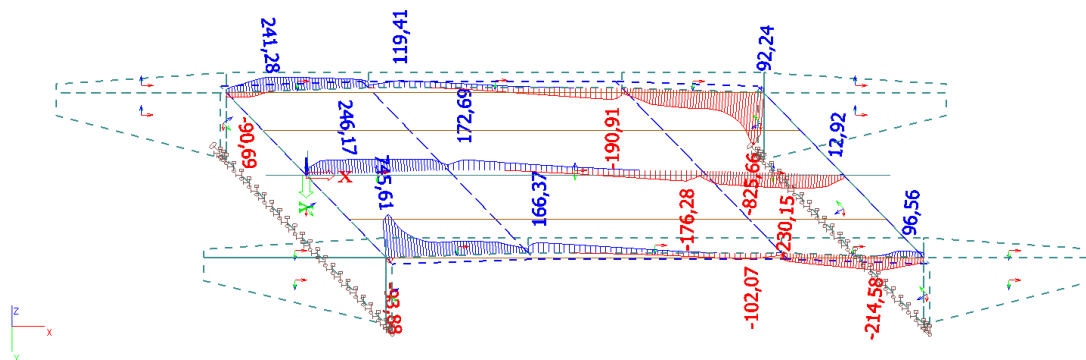


Vnitřní síly z integračních pásů

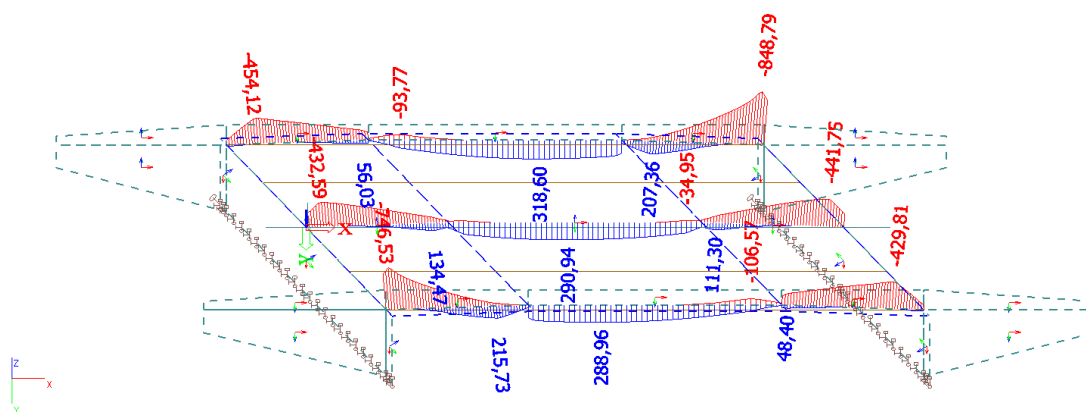
N_x



V_z

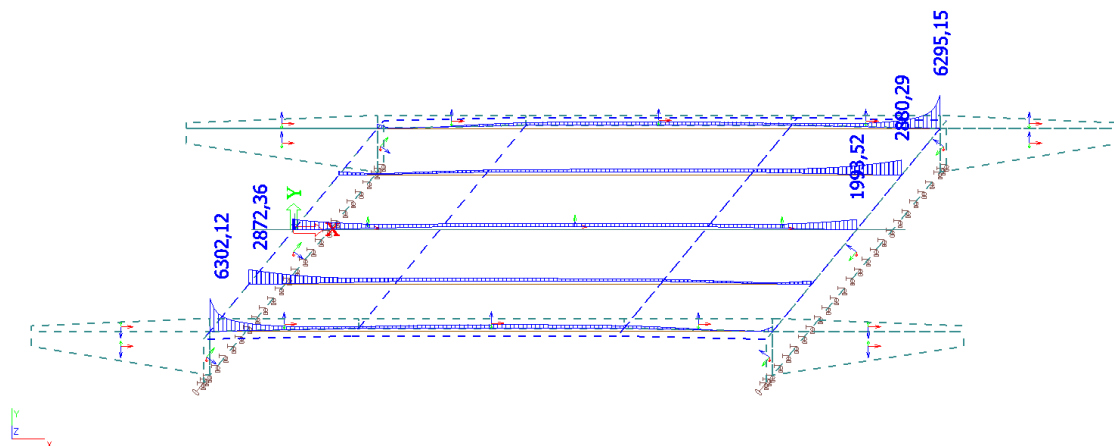


M_y

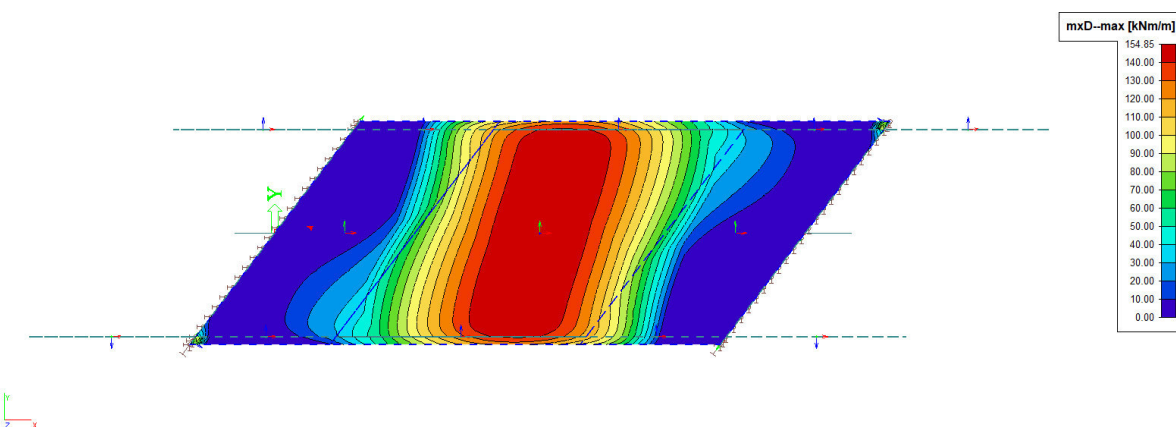


9.2 RC3 – kvazistálá kombinace

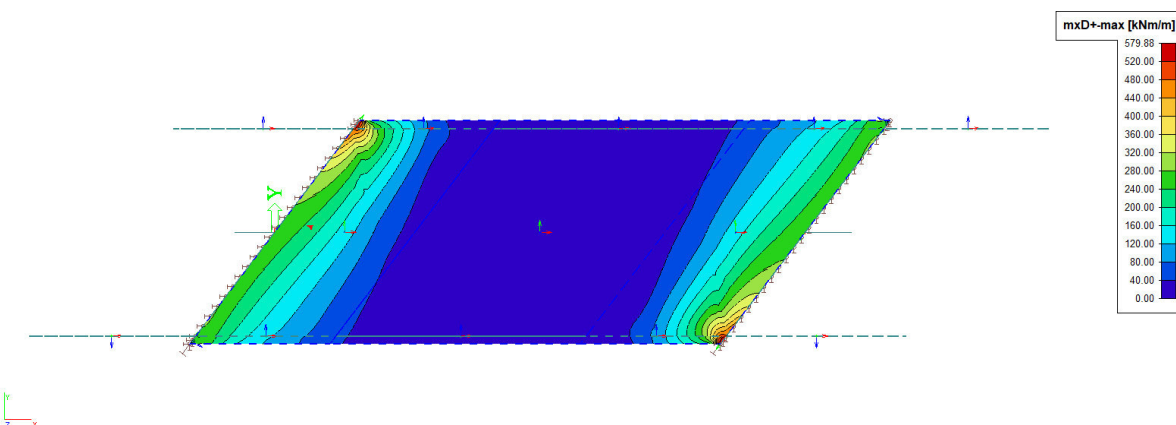
nxD

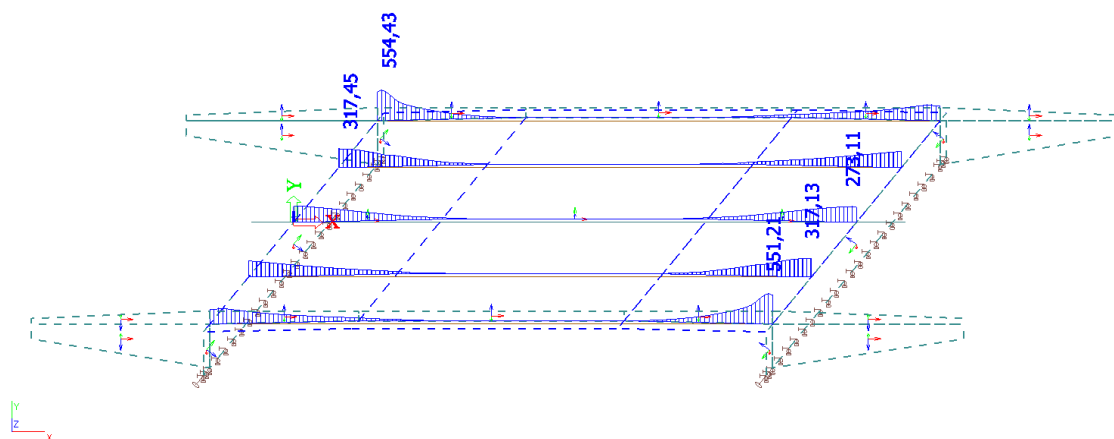


mxD-

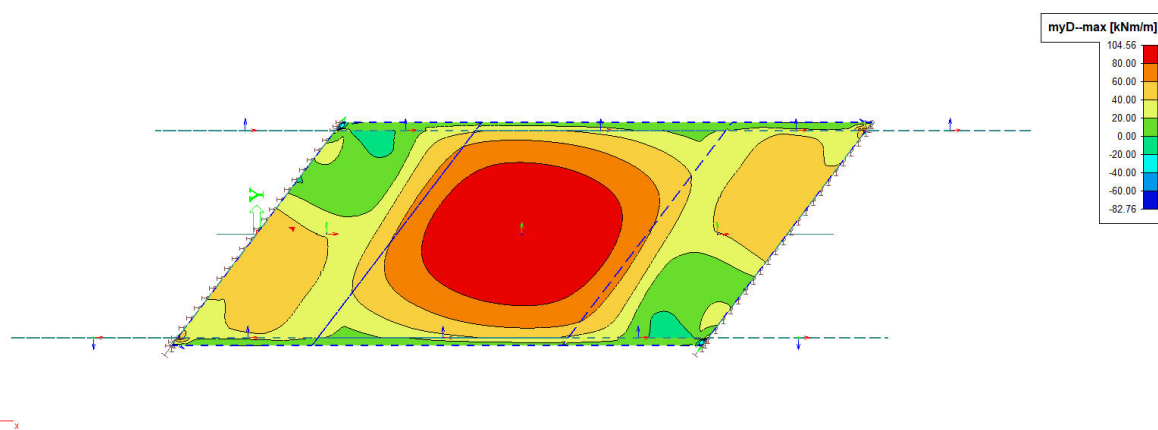


mxD+

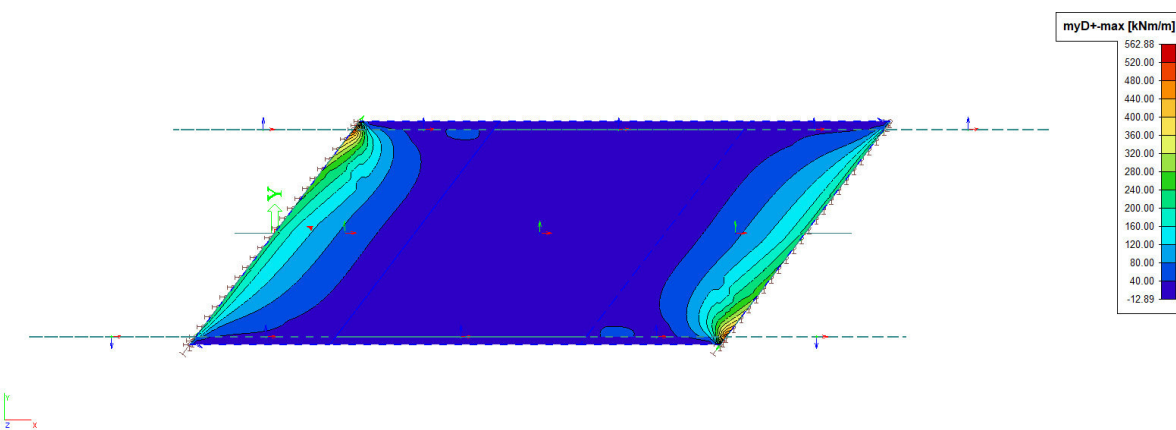




myD-

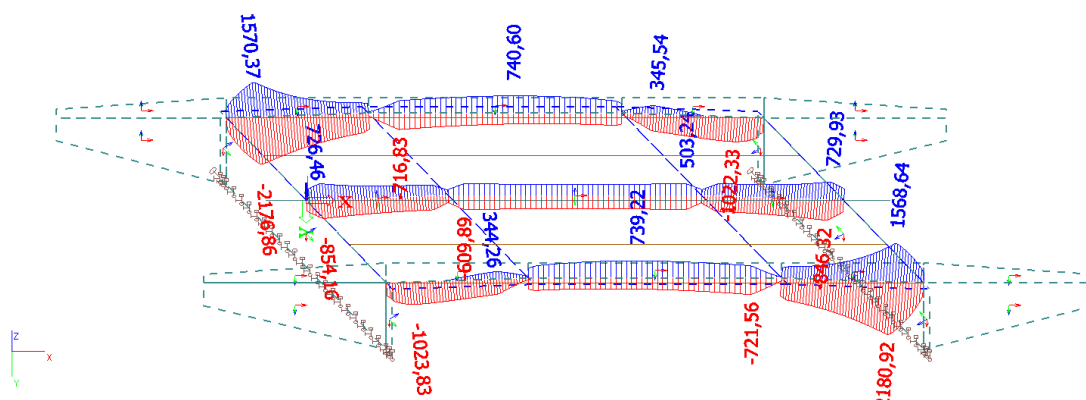


myD+

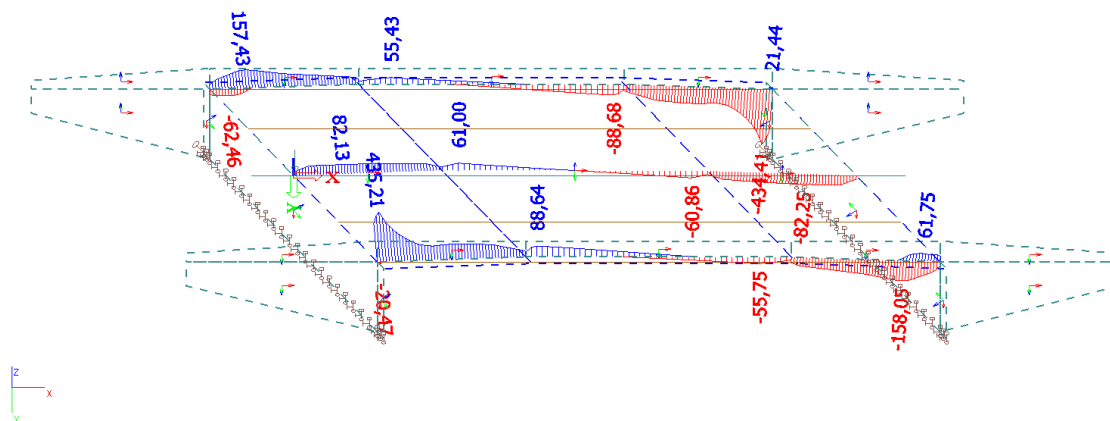


Vnitřní síly z integračních pásů

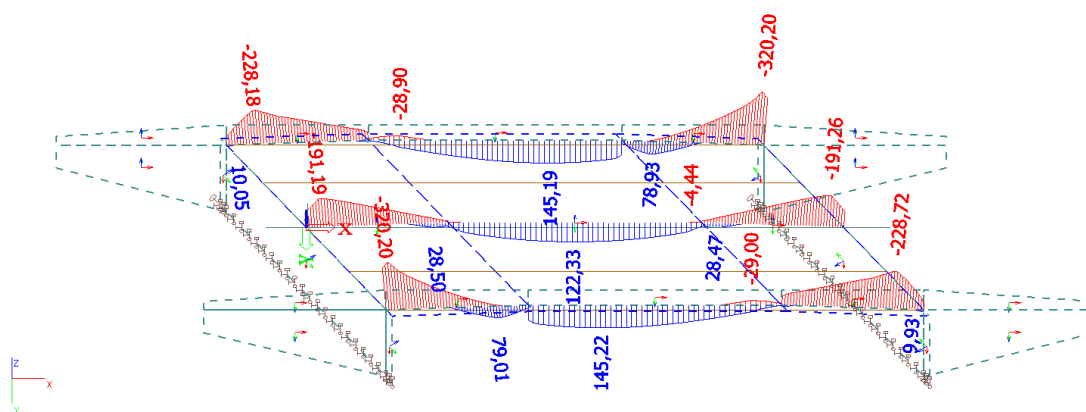
N_x



V_z



M_y



10 Výpočet pilot

10.1 Vstupní data

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce:	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1:	standardní
Ocelové konstrukce:	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu:	$\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce:	EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva:	$\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo):	$k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo):	$k_{cr} = 0,67$







Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky:	ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka:	nelineární (Masopust)
Vodorovná únosnost:	pružný poloprostor
Metodika posouzení:	výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup:	2 - redukce zatížení a odporu







Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	GT 1.1 Třída F6, konzistence tuhá		19,00	12,00	21,00	0,40
2	GT 2.1 Třída F8, konzistence tuhá		15,00	5,00	20,50	0,42
3	GT 3.1 Třída S5, středně ulehlá		26,00	5,00	18,50	0,35
4	GT 3.2 Třída S3, středně ulehlá		31,00	0,00	17,50	0,30
5	GT 4.1 Třída G5, ulehlá		30,00	6,00	19,50	0,30
6	GT 4.2 Třída G3, středně ulehlá		36,00	0,00	19,00	0,25

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	GT 1.1 Třída F6, konzistence tuhá		-	3,00	22,00	-	-
2	GT 2.1 Třída F8, konzistence tuhá		-	3,00	20,50	-	-
3	GT 3.1 Třída S5, středně ulehlá		-	6,00	19,00	-	-
4	GT 3.2 Třída S3, středně ulehlá		-	17,00	18,00	-	-
5	GT 4.1 Třída G5, ulehlá		-	50,00	19,50	-	-
6	GT 4.2 Třída G3, středně ulehlá		-	90,00	19,50	-	-

Parametry zemín

GT 1.1 Třída F6, konzistence tuhá

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

Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$

Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	12,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,40
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	3,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	22,00 kN/m ³

GT 2.1 Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha:	γ	=	20,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření:	φ_{ef}	=	15,00 °
Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	5,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,42
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	3,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	20,50 kN/m ³

GT 3.1 Třída S5, středně ulehlá

Objemová tíha:	γ	=	18,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření:	φ_{ef}	=	26,00 °
Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	5,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,35
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	6,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³

GT 3.2 Třída S3, středně ulehlá

Objemová tíha:	γ	=	17,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření:	φ_{ef}	=	31,00 °
Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	0,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,30
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	17,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	18,00 kN/m ³

GT 4.1 Třída G5, ulehlá

Objemová tíha:	γ	=	19,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření:	φ_{ef}	=	30,00 °
Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	6,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,30
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	50,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	19,50 kN/m ³

GT 4.2 Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha:	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření:	φ_{ef}	=	36,00 °
Soudržnost zeminy:	c_{ef}	=	0,00 kPa
Poissonovo číslo:	ν	=	0,25
Modul přetvárnosti:	E_{def}	=	90,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy:	γ_{sat}	=	19,50 kN/m ³

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,75$ m

Délka $l = 9,00$ m

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 4,42E-01$ m²

Moment setrvačnosti $I = 1,55E-02$ m⁴

Umístění

Vysazení $h = 0,00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 2,32$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Horizontální modul reakce podloží

Hloubka [m]	k_h [MN/m ³]
0.00	20.40
0.45	2.67
3.60	2.67
4.05	5.33
4.95	5.33
5.40	44.44
8.10	44.44
8.55	51.30
9.00	54.00

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25,00$ kN/m³

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

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 13750,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500

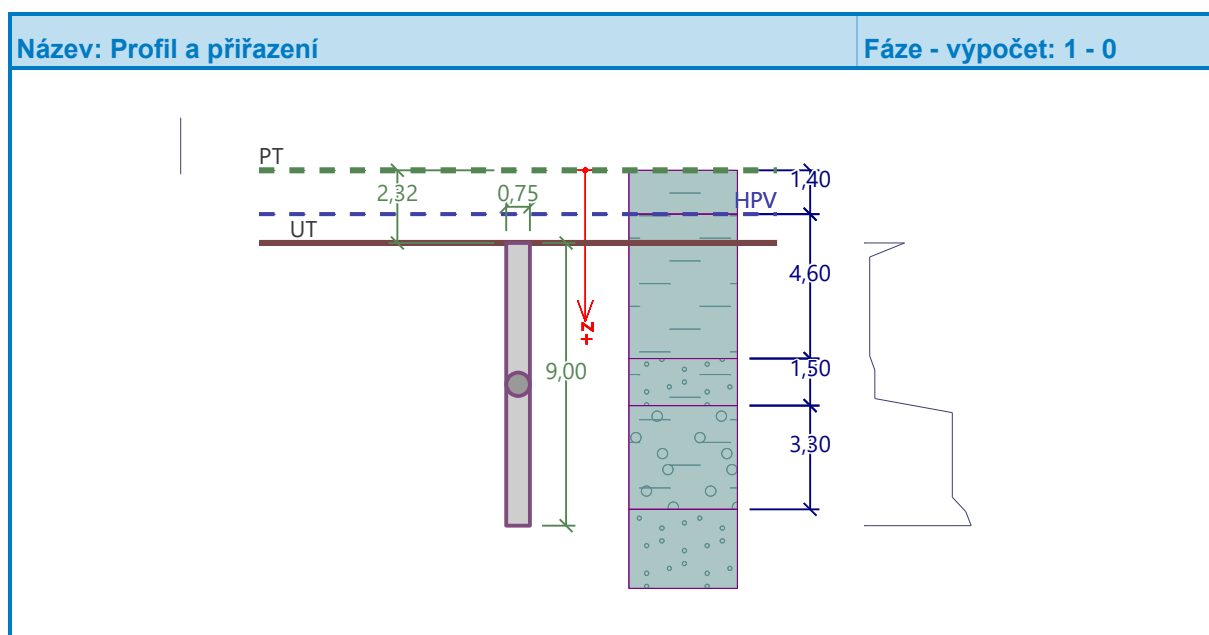
Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,40	0,00 .. 1,40	GT 1.1 Třída F6, konzistence tuhá	
2	4,60	1,40 .. 6,00	GT 2.1 Třída F8, konzistence tuhá	
3	1,50	6,00 .. 7,50	GT 3.1 Třída S5, středně ulehlá	
4	3,30	7,50 .. 10,80	GT 4.1 Třída G5, ulehlá	
5	-	10,80 .. ∞	GT 3.2 Třída S3, středně ulehlá	



Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Rx max OP1	Návrhové	776,48	0,00	14,72	-658,33	29,77
2	Ano		Rx min OP1	Návrhové	342,38	0,00	-219,24	109,78	10,76
3	Ano		Ry max OP1	Návrhové	392,20	0,00	196,14	-299,95	88,32
4	Ano		Ry min OP1	Návrhové	728,59	0,00	-359,49	-267,05	-29,17
5	Ano		Rz max OP1	Návrhové	831,45	0,00	-236,13	-311,82	5,08
6	Ano		Rz min OP1	Návrhové	342,38	0,00	91,47	-201,71	47,33
7	Ano		My max OP1	Návrhové	409,83	0,00	206,39	-346,41	88,18
8	Ano		My min OP1	Návrhové	693,56	0,00	-379,85	-174,78	-28,89
9	Ano		Rz max kvaz. OP1	Užitné	459,50	0,00	0,00	-31,24	14,49
10	Ano		Rx max OP2	Návrhové	349,76	0,00	231,86	-109,67	6,73
11	Ano		Rx min OP2	Návrhové	778,48	0,00	104,17	658,22	5,03
12	Ano		Ry max OP2	Návrhové	761,20	0,00	500,99	243,21	72,66
13	Ano		Ry min OP2	Návrhové	443,94	0,00	-130,97	319,71	-52,18
14	Ano		Rz max OP2	Návrhové	841,44	0,00	128,06	612,14	11,92
15	Ano		Rz min OP2	Návrhové	344,82	0,00	198,83	-103,91	-10,31
16	Ano		My max OP2	Návrhové	756,43	0,00	518,28	205,00	69,03
17	Ano		My min OP2	Návrhové	426,73	0,00	-151,14	371,79	-45,99

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
18	Ano		Rz max kvaz OP2	Užitné	406,30	0,00	0,00	204,28	-34,81

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 1,40 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti: analytické řešení

Typ výpočtu: výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace: trvalá

Metodika posouzení: bez redukce vstupních dat

10.2 Výpočet svislé únosnosti

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

$$\text{Součinitel únosnosti } N_c = 32,67$$

$$\text{Součinitel únosnosti } N_d = 20,63$$

$$\text{Součinitel únosnosti } N_b = 17,69$$

$$\text{Součinitel únosnosti } K1 = 1,00$$

$$\text{Výpočtová únosnost na patě piloty } R_{bd} = 2776,78 \text{ kPa}$$

$$\text{Plocha příčného řezu piloty } A_p = 4,42E-01 \text{ m}^2$$

Únosnost na plášti piloty:

$$\text{Zkrácení účinné délky piloty } L_p = 1,41 \text{ m}$$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
3,68	3,68	15,00	5,00	10,50	1,00	8,41	66,27
5,18	1,50	26,00	5,00	9,00	1,00	19,17	61,58
7,59	2,41	30,00	6,00	9,50	1,00	29,14	150,42

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 14. (Rz max OP2)

$$\text{Únosnost piloty na plášti } R_s = 278,27 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost piloty v patě } R_b = 1115,22 \text{ kN}$$

Únosnost piloty $R_c = 1393,49 \text{ kN}$

Extremní svislá síla $V_d = 921,96 \text{ kN}$

$R_c = 1393,49 \text{ kN} > 921,96 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

10.3 Výpočet zatěžovací křivka

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a	Počátek	Konec	Mocnost	E_s	Součinitel	Součinitel
číslo	[m]	[m]	[m]	[MPa]	a	b
1	0,00	3,68	3,68	15,00	46,00	20,00
2	3,68	5,18	1,50	52,00	46,00	20,00
3	5,18	8,48	3,30	140,00	97,00	108,00
4	8,48	9,00	0,52	80,00	62,00	16,00

Uvažovat zatížení: užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$

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

Regresní součinitel $e = 268,00$

Regresní součinitel $f = 175,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 850,55 \text{ kN}$

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 253,42 \text{ kPa}$

Průměrné plášťové tření $q_s = 57,30 \text{ kPa}$

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 70,76 \text{ MPa}$

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,08$

Příčinkové součinitele sedání:

Základní - závislý na poměru l/d $I_0 = 0,13$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,19$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	892,05
5,0	995,09
7,5	1067,37
10,0	1139,64
12,5	1211,91
15,0	1284,18
17,5	1356,46
20,0	1428,73
22,5	1501,00
25,0	1573,27

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť. tření $R_{yu} = 928,92 \text{ kN}$

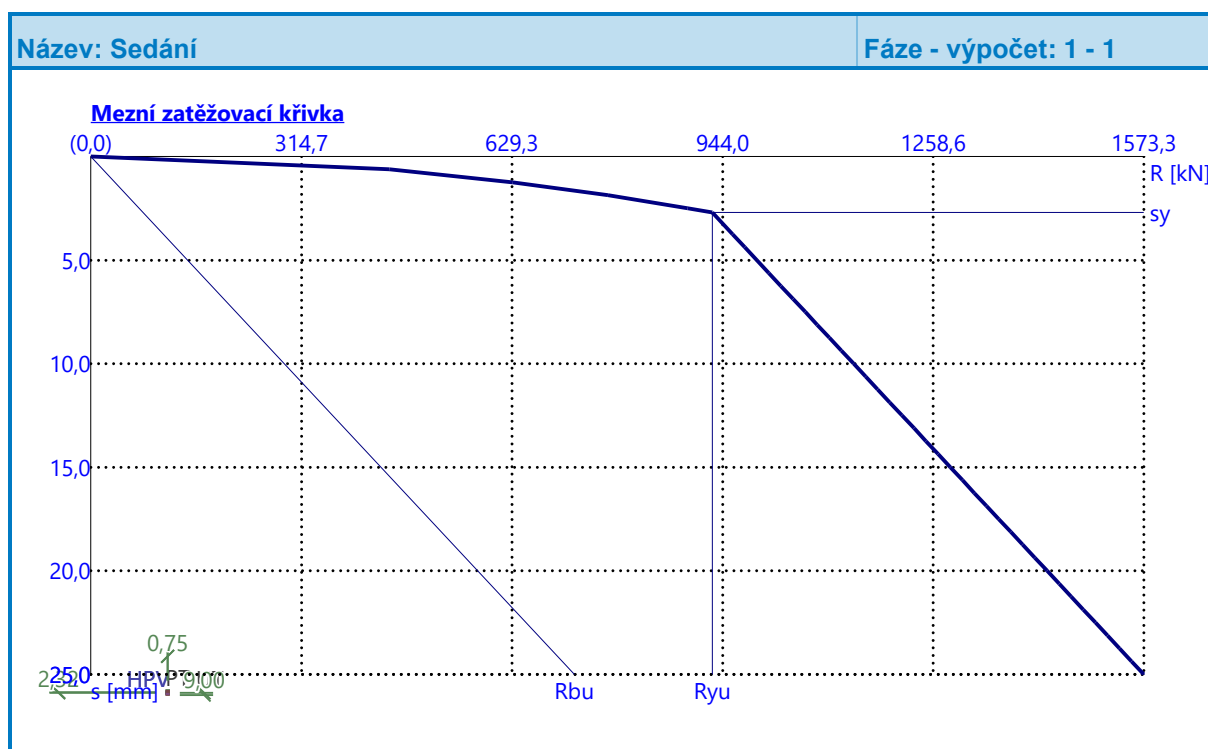
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 2,7 \text{ mm}$

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm:

Únosnost paty $R_{bu} = 722,72 \text{ kN}$

Celková únosnost $R_c = 1573,27 \text{ kN}$

Pro zatížení $Q = 459,50 \text{ kN}$ je sednutí piloty 0,7 mm



10.4 Výpočet vodorovné únosnosti

10.4.1 Úsek 0,0 – 1,5 m

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max. deformace piloty = 74,7 mm

Max. posouvající síla = 659,00 kN

Maximální moment = 558,80 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 80,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení): pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0,889 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$

Zatížení: $N_{Ed} = -776,48$ kN (tlak); $M_{Ed} = 558,80$ kNm

Únosnost: $N_{Rd} = -912,85$ kN; $M_{Rd} = 656,93$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

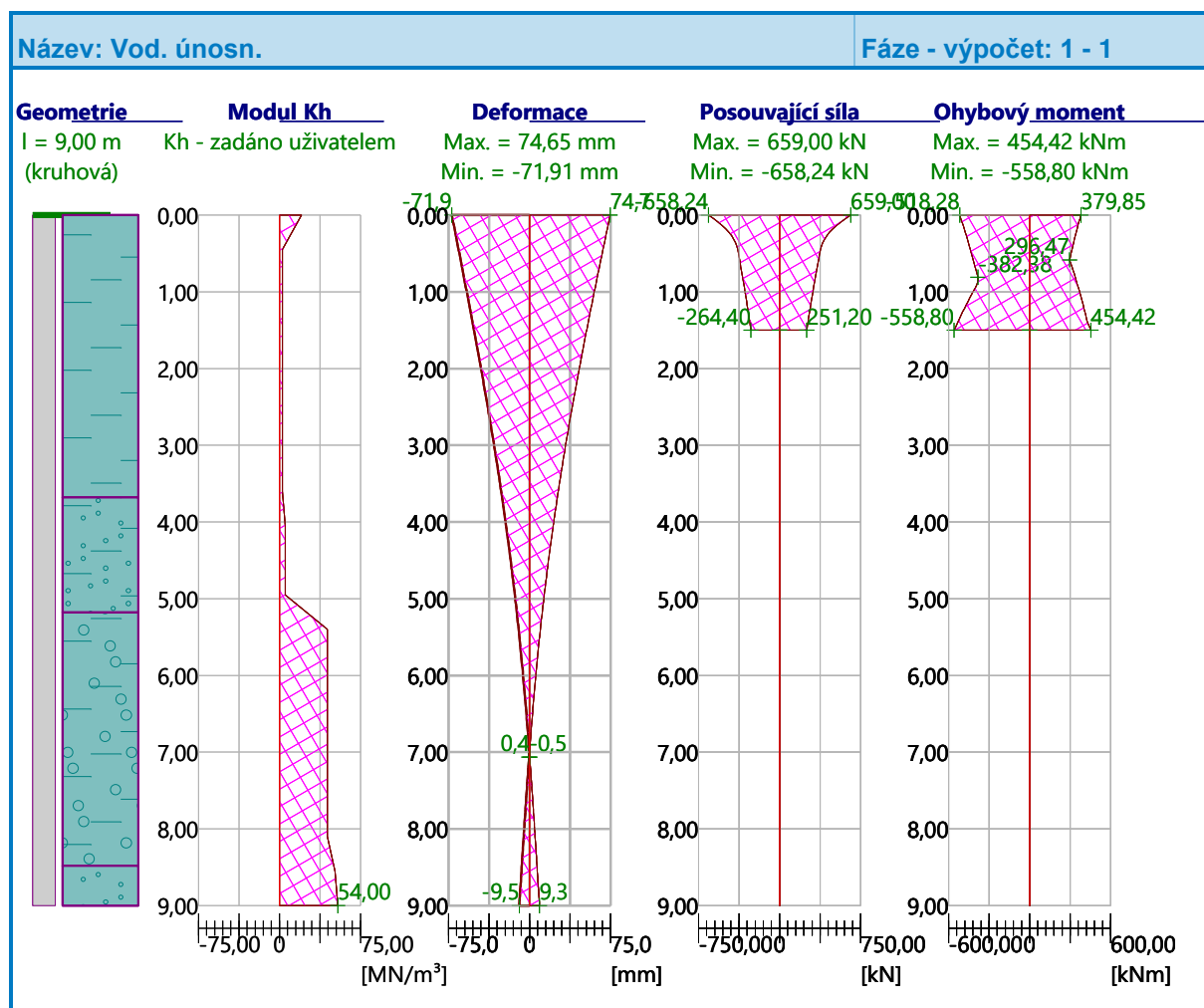
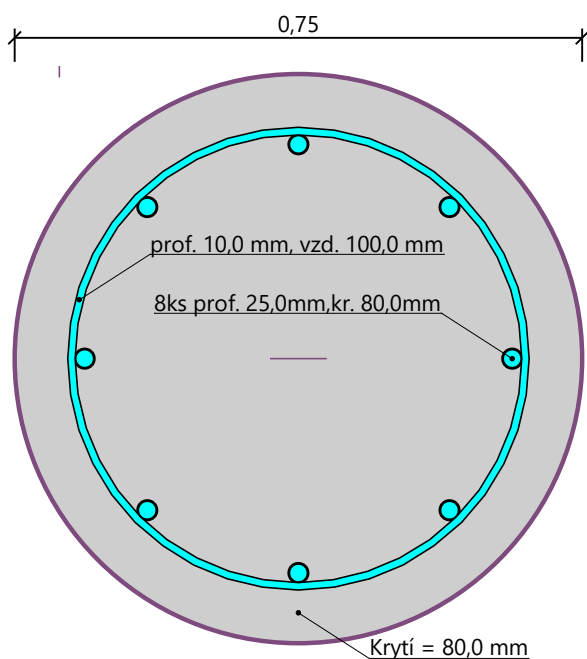
Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 100,0 mm

$A_{sw} = 1570,8$ mm²

Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 921,99$ kN $> 659,00$ kN $= V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE

Schéma vyztužení



10.4.2 Úsek 1,5 – 6,0 m

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max. deformace piloty = 74,7 mm

Max. posouvající síla = 264,40 kN

Maximální moment = 944,61 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 16 ks profil 25,0 mm; krytí 80,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení): pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 1,778 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$

Zatížení: $N_{Ed} = -776,48 \text{ kN}$ (tlak); $M_{Ed} = 944,61 \text{ kNm}$

Únosnost: $N_{Rd} = -794,21 \text{ kN}$; $M_{Rd} = 966,18 \text{ kNm}$

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 300,0 mm

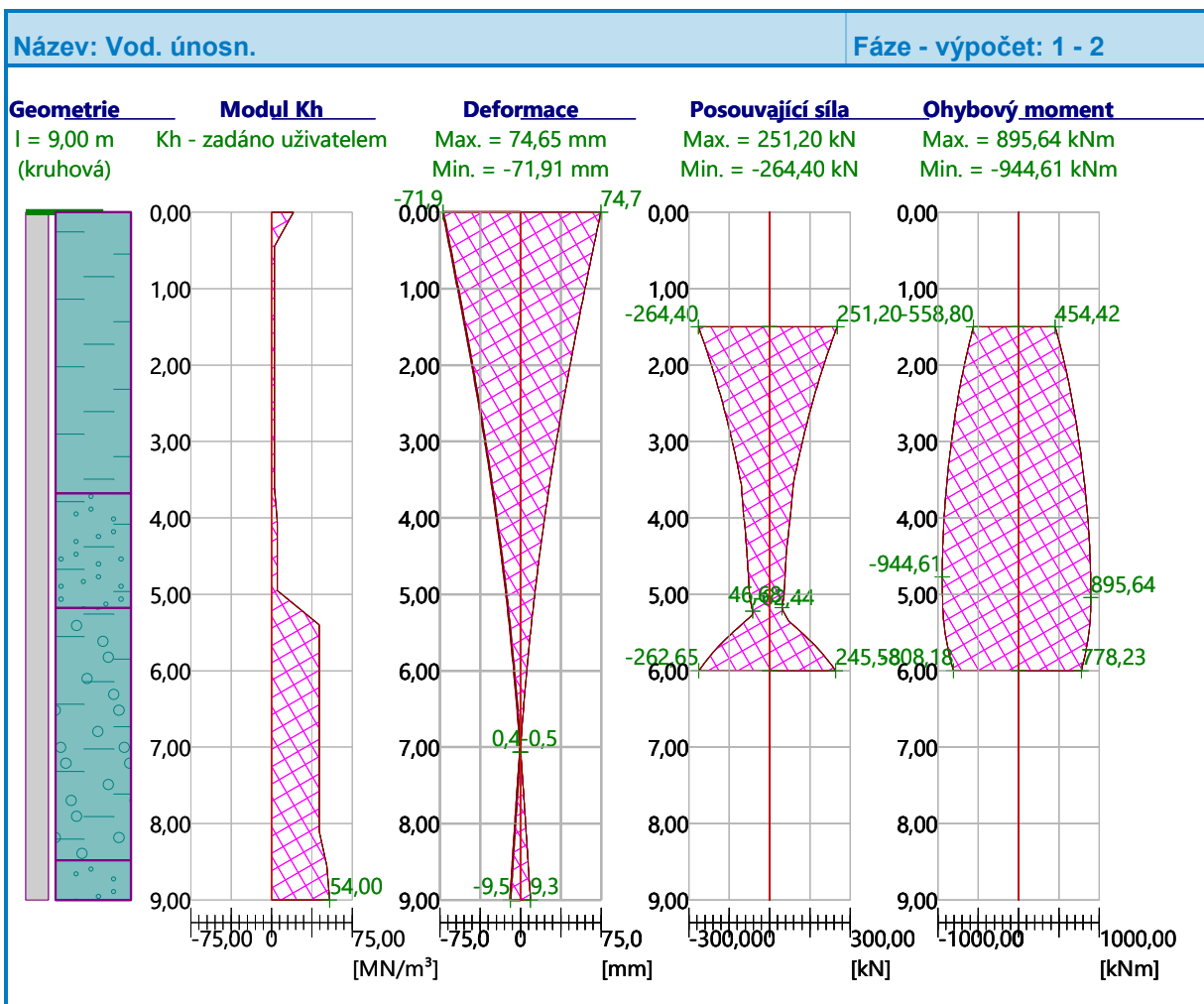
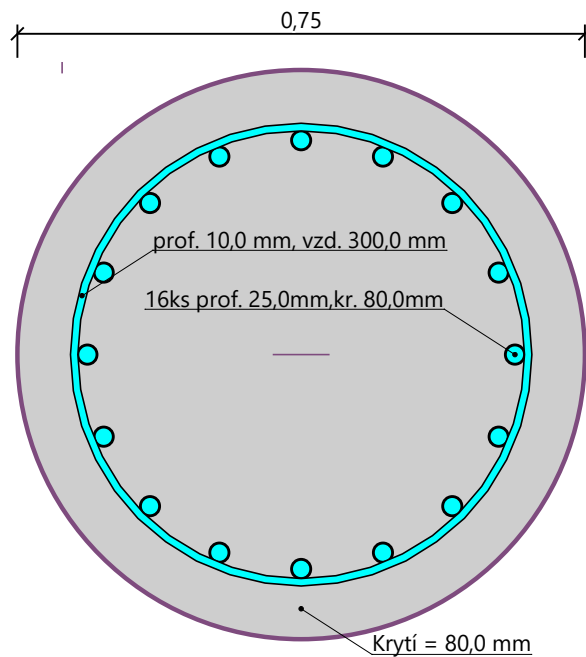
$A_{sw} = 523,6 \text{ mm}^2$

Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 311,45 \text{ kN} > 264,40 \text{ kN} = V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE

pouze konstrukční smyková výztuž

Schéma vyztužení



10.4.3 Úsek 6,0 – 7,0 m

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max. deformace piloty = 74,7 mm

Max. posouvající síla = 356,00 kN

Maximální moment = 808,18 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 16 ks profil 25,0 mm; krytí 80,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení): pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 1,778 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$

Zatížení: $N_{Ed} = -776,48 \text{ kN}$ (tlak); $M_{Ed} = 808,18 \text{ kNm}$

Únosnost: $N_{Rd} = -947,02 \text{ kN}$; $M_{Rd} = 985,68 \text{ kNm}$

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

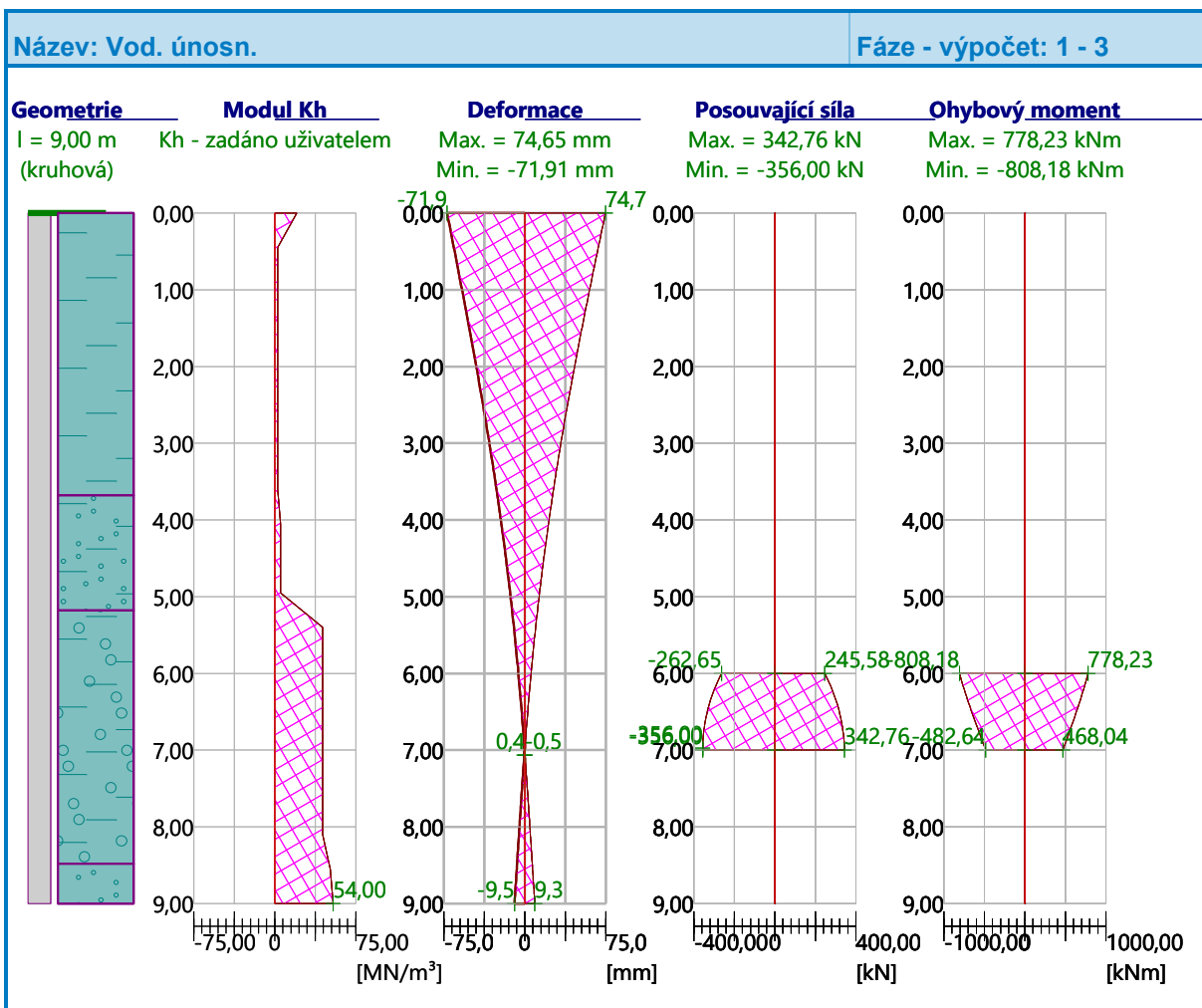
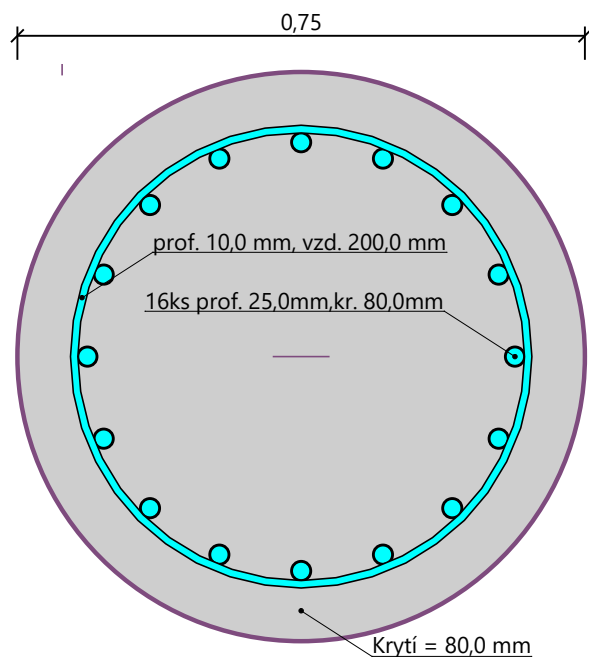
Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 200,0 mm

$A_{sw} = 785,4 \text{ mm}^2$

Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 460,99 \text{ kN} > 356,00 \text{ kN} = V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE

Schéma vyztužení



10.4.4 Úsek 7,0 – 9,0 m

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max. deformace piloty = 74,7 mm

Max. posouvající síla = 356,00 kN

Maximální moment = 482,64 kNm

Posouzení na tlak a ohyb

Vyztužení - 8 ks profil 25,0 mm; krytí 80,0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení): pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0,889 \% > 0,500 \% = \rho_{\min}$

Zatížení: $N_{Ed} = -776,48 \text{ kN}$ (tlak); $M_{Ed} = 482,64 \text{ kNm}$

Únosnost: $N_{Rd} = -1098,13 \text{ kN}$; $M_{Rd} = 682,57 \text{ kNm}$

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Posouzení na smyk

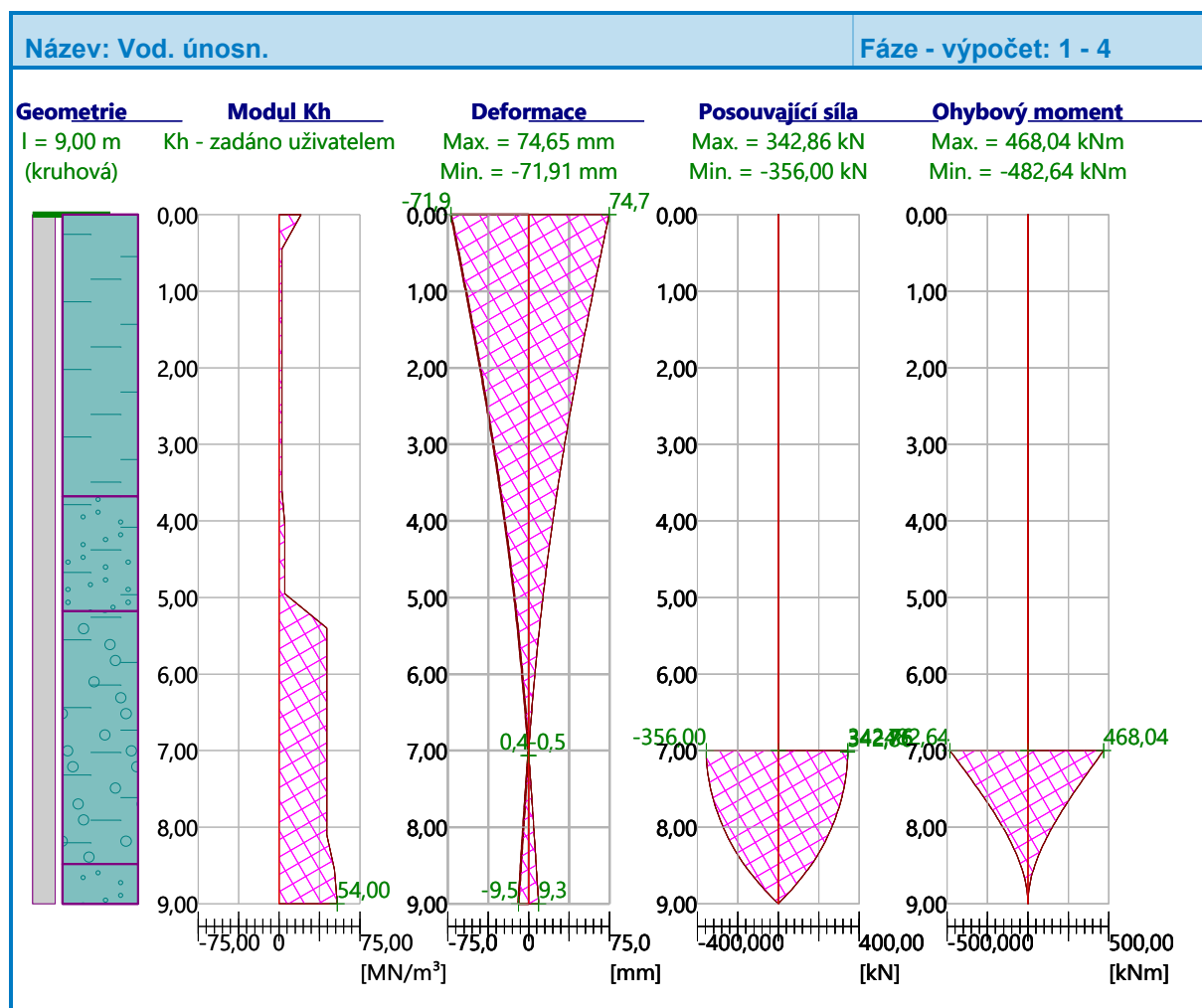
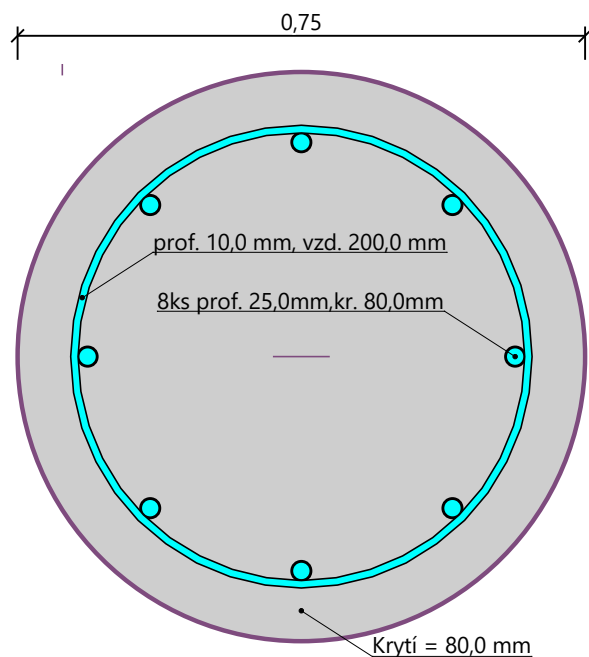
Smyková výztuž - 2 ks profil 10,0 mm; vzdálenost 200,0 mm

$A_{sw} = 785,4 \text{ mm}^2$

Posouvající síla na mezi únosnosti: $V_{Rd} = 460,99 \text{ kN} > 356,00 \text{ kN} = V_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE

Schéma vyztužení



11 Závěr

Nosná konstrukce vyhovuje z hlediska mezního stavu únosnosti a použitelnosti na přenos zatížení od LM71 a SW/2, celková zatížitelnost je $Z_{LM71} = 1,21$.

Nosná konstrukce vyhovuje na maximální třídu zatížení D4-120.

V Brně, červen 2020

Juraj Figuli