

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD.....	2
1.1.	VŠEOBECNĚ	2
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	2
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
1.3.1.	<i>Obecné předpoklady výpočtu.....</i>	2
1.3.2.	<i>Návrhové materiálové charakteristiky nosné konstrukce</i>	3
2.	GEOMETRIE.....	4
2.1.	TVAR KONSTRUKCE	5
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE	7
3.	ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	9
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	9
3.1.1.	<i>Vlastní tíha nosné konstrukce</i>	9
3.1.2.	<i>Ostatní stálá zatížení</i>	9
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ	9
3.2.1.	<i>Nahodilé zatížení sněhem</i>	9
3.2.2.	<i>Nahodilé zatížení větrem.....</i>	9
3.2.3.	<i>Nahodilé zatížení teplotou</i>	9
3.2.4.	<i>Nahodilé zatížení dopravou</i>	9
3.2.4.1.	<i>Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů</i>	9
3.2.4.2.	<i>Model zatížení 1 (LM1)</i>	10
3.2.4.3.	<i>Model zatížení 2 (LM2)</i>	10
3.2.4.4.	<i>Model zatížení 3 (LM3)</i>	11
3.2.4.5.	<i>Model zatížení 4 (LM4)</i>	11
3.2.4.6.	<i>Brzdné a rozjezdové síly.....</i>	11
3.2.4.7.	<i>Odstředivé a jiné příčné síly.....</i>	11
3.2.4.8.	<i>Nahodilá zatížení na únavu</i>	11
4.	SESTAVENÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY	12
5.	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL.....	16
5.1.	REKAPITULACE VNITŘNÍCH SIL	16
5.2.	PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL	16
5.3.	SUPERPOZICE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ.....	20
6.	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	27
6.1.	DESKA RÁMU	27
6.1.1.	<i>Posouzení na ohyb v MSU</i>	27
6.1.2.	<i>Posouzení na smyk.....</i>	30
6.2.1.	<i>Omezení trhlin a napětí</i>	31
6.2.2.	<i>Posouzení průhybů</i>	31
6.2.3.	<i>Posouzení na únavu</i>	32
6.3.	STOJKA RÁMU	33
7.	ZALOŽENÍ.....	35
8.	ZÁVĚR.....	36

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o most ev.č.24 v Rumburku v ulici Barvířská. Most převádí místní komunikaci přes potok v blízkosti objektu autodílny. V rámci rekonstrukce dojde k úplné výměně mostu včetně spodní stavby.

1.2. Popis konstrukce

Nový most je charakteru otevřeného deskového rámu o jednom poli z monolitického železobetonu. Rámové stojky jsou stěnové, horní rámová příčle desková. Rámový roh je proveden s náběhem.

Mostní svršek je opatřen monolitickou železobetonovou římsou se zábradlím.

Na výtoku navazují na rámové stojky regulační zdi toku a na vtokové straně zaklopení pod garážovou dílnou.

1.3. Předpoklady výpočtu

1.3.1. Obecné předpoklady výpočtu

Předpokládá se betonáž desky rámu nosné konstrukce na skruži jako celek bez vytváření pracovních spar. Jediné pracovní spáry se připouští mezi dilatačními celky a dále vodorovné mezi základem a dříkem rámových stojek a dále mezi stojkami a rámovou příčlínou.

Vliv náběhů v rámových rozích na přerozdělení namáhání je v tomto případě zanedbatelný, v modelu uvažují s konstantní tloušťkou desky.

Model je sestaven pro jeden dilatační celek délky odpovídající dvěma jízdním pruhům, vzhledem k poměru délky a šířky konstrukce je modelování celého mostu zbytečné.

Předpokládá se dostatečně velký pasivní odpor základů proti bočnímu zemnímu tlaku výplně za rámovými stojkami. Předpokládá se provedení rozpěrných prahů ve dně po cca 5m a kvalitní opevnění dna dlažbou do betonu.

1.3.2. Návrhové materiálové charakteristiky nosné konstrukce

Beton: C 30/37-XD1, XF2 (CZ) – CI 0.40 – D_{max}22 – S5

Návrhová pevnost betonu v tlaku EN 1992-2 ods. 3.1.6

$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$			EN 1992-2, 3.1.6	
$f_{ck}= 30$	Mpa		EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost betonu
$a_{cc}= 0.85$			EN 1992-2, 3.1.6	souč. zohledňující dlouhodobé účinky uvedená hodnota je doporučena pro mosty
$\gamma_c= 1.5$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace
$\gamma_c= 1.2$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	17.0	Mpa		
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	21.25	Mpa		

Návrhová pevnost betonu v tahu EN 1992-2 ods. 3.1.6

$f_{ctd}=a_{ct} \cdot f_{ctk0.05} / \gamma_c$			EN 1992-2, 3.1.6	
$f_{ctk0.05}= 2.0$	Mpa		EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost betonu
$a_{ct}= 1.0$			EN 1992-2, 3.1.6	souč. zohledňující dlouhodobé účinky uvedená hodnota je doporučena pro mosty
$\gamma_c= 1.5$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace
$\gamma_c= 1.2$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	1.3	Mpa		
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	1.7	Mpa		

Ocel: B 500B
Návrhová pevnost oceli EN 1992-1-1 ods. 3.2.7, obr 3.8

$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$			EN 1992-1-1, obr 3.8		
$f_{yk}= 500$	Mpa		EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost oceli mez kluzu oceli v ČSN 42 0139 $R_e=f_{yk}$	
$\gamma_s= 1.15$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace	
$\gamma_s= 1.0$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace	
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s= 434.8$	Mpa				
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s= 500$	Mpa				

Krycí vrstva EN 1992-2 ods. 4.

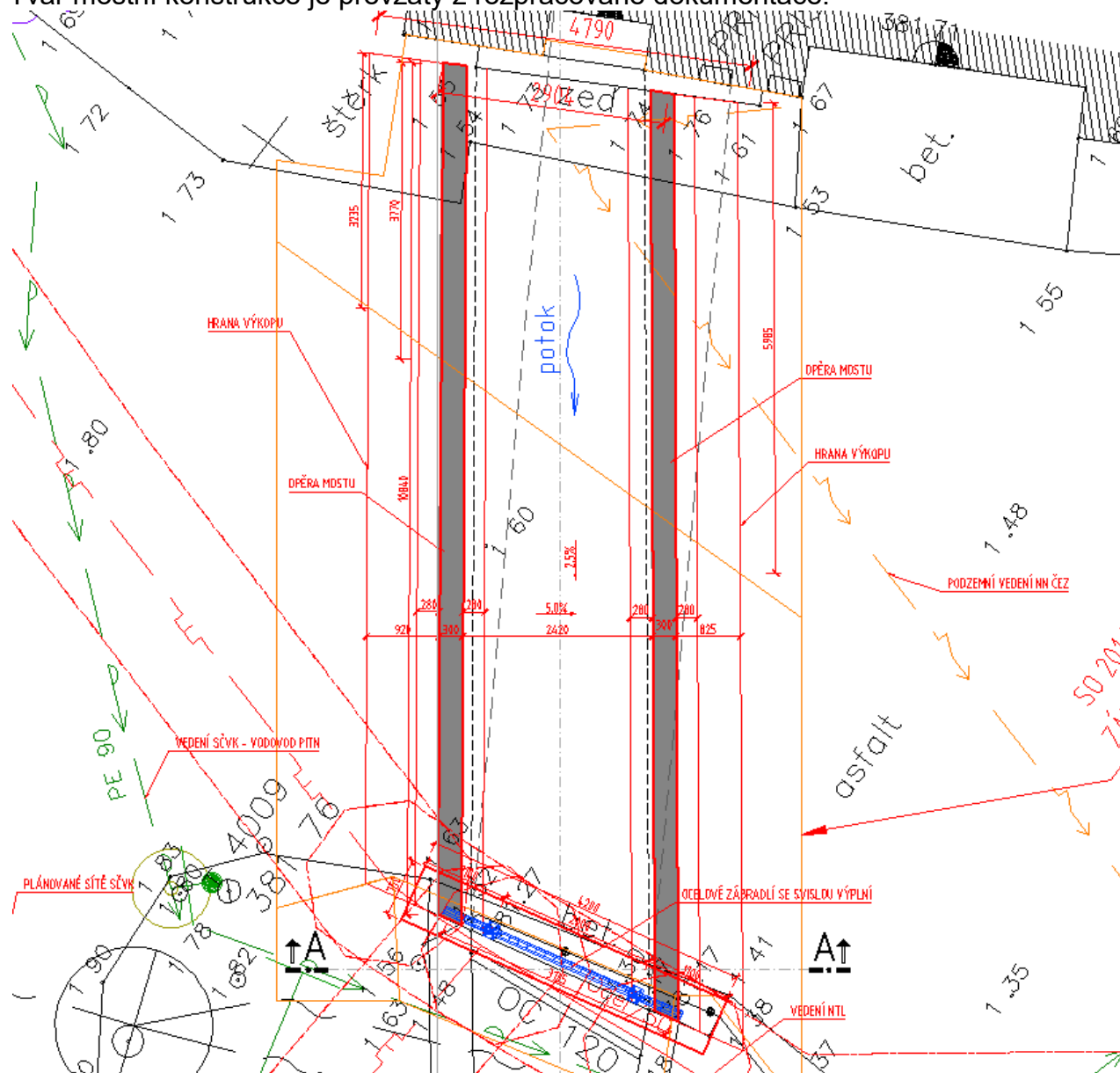
S 4			pozn.	základní třída konstrukce životnost 50 let
+2 třídy	2		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	návrhová životnost 100 let
-1 třídy	-1		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	zajištění zvláštní kontroly kvality výroby betonu
S 5				výsledná třída konstrukce
$c_{min,dur}= 40$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 4.4N	minimální krycí vrstva z hlediska vlivu prostředí pro uvažovaný vliv prostředí XD1
$c_{min,b}= 0$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 4.2N	minimální krycí vrstev z hlediska soudržnosti, $D_{max} < 32mm \rightarrow \phi_p$ ak $D_{max} > 32mm \rightarrow \phi_p + 5mm$
$\Delta c_{dur,\gamma}= 0$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2	přídavná bezpečnostní složka
$\Delta c_{dur,st}= 0$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2	pro korozivzdornou ocel
$\Delta c_{dur,add}= 0$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2	pro beton s ochrannými vrstvami
$\Delta c_{dev}= 10$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.3. pozn.	přídavek pro návrhovou odchylku
$c_{min}=\max\{c_{min,b}; c_{min,dur}+\Delta c_{dur,\gamma}-\Delta c_{dur,st}-\Delta c_{dur,add}; 10mm\}$				
$c_{min}= 40$	mm			
$c_{nom}=c_{min}+\Delta c_{dev}= 50$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.1	

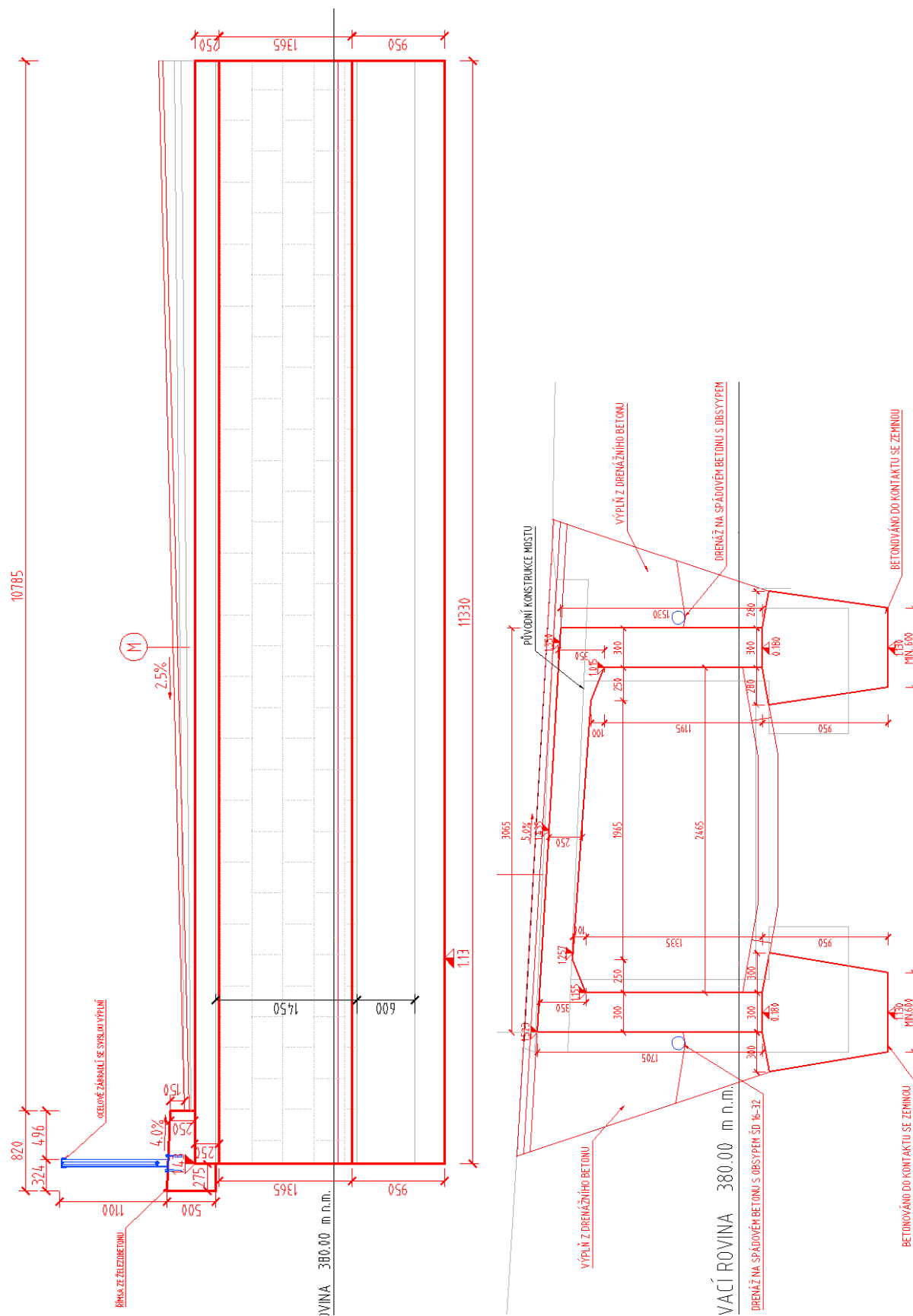
2. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z přiložených schémat. Vstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství dat uvedeny pouze základní, kompletní vstupy jsou archivovány u projektanta. Model nosné konstrukce je zvolen jako šikmý otevřený stěnodeskový rám. S pružným podkladem se neuvažuje.

2.1. Tvar konstrukce

Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované dokumentace.

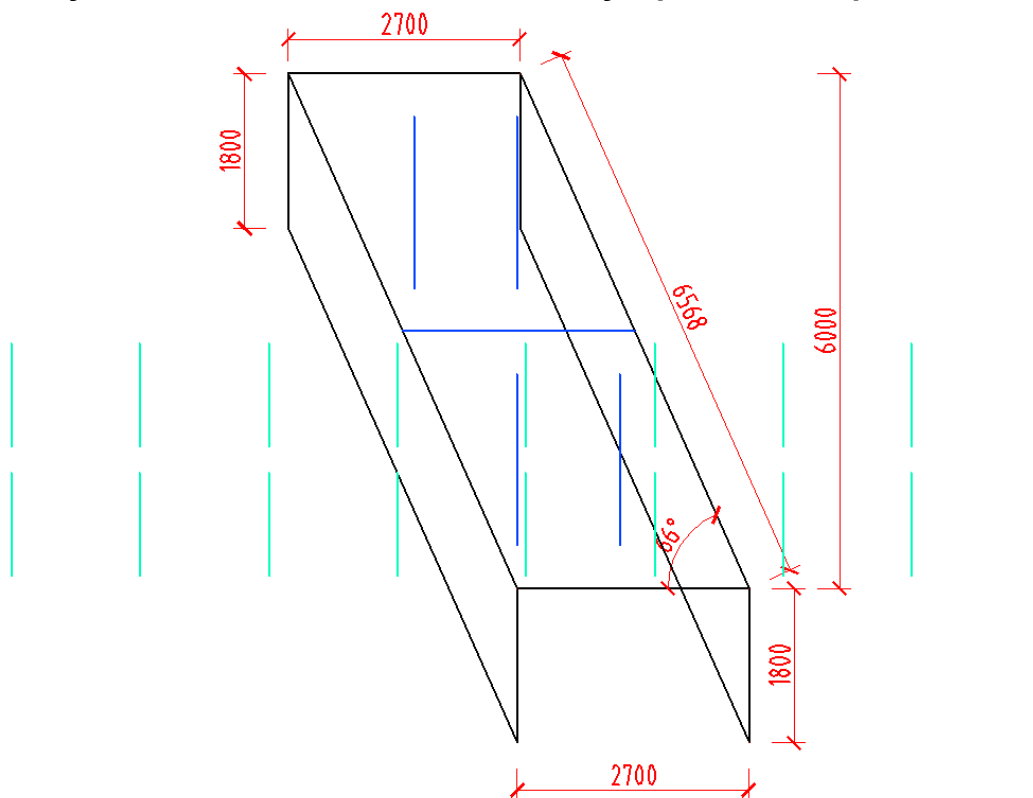




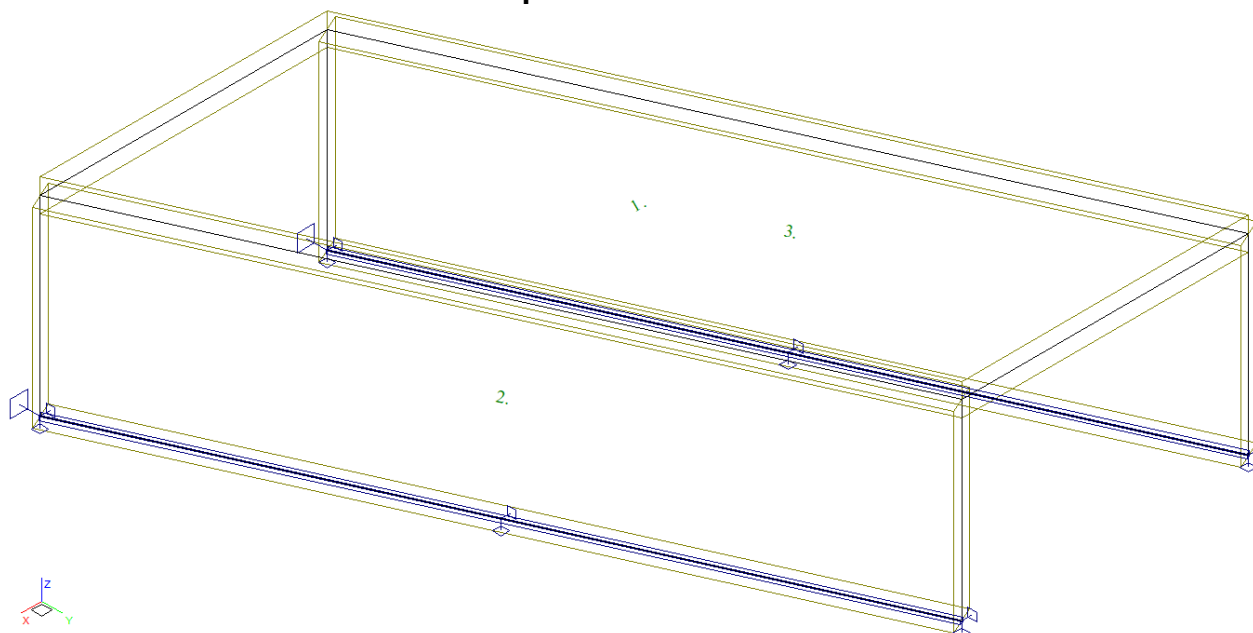
2.2. Model nosné konstrukce

Model je přiložen formou výpisu a schémat z použitého výpočetního programu.

Půdorysné schéma se základními rozměry s počátečními polohami náprav



Model v axonometrii s označením prvků



Údaje o konstrukci

Jméno projektu	NK	Prutů	0	Geometrie - délky	m
Autor projektu	Ing.T.Humpal	Ploch	3	Geometrie - úhly	deg
Popis projektu	deskový rám	Zatížení	88	Průřezy - délky	m
Rozměr projektu	Prostor	Podpor	4	Zatížení, výsledky - síly	kN
Datum	16.5.2019	Bodů	0	Zatížení, výsledky - napětí	kPa
Čas	13:05	Linií	35	Zatížení, výsledky - délky	m
		Ploch	0	Deformace - posuny	m
		Kontaktů	2	Deformace - natočení	deg
		Materiálů	1	Čas	sec
		Průřezů	0	Teplota	°C
		Tloušťek	2	Hmota	t
		Podloží	0		
		Skupin	4		
		Zat. stavů	53		

Výpis zadanych materiálů:

E1, E2	[kPa]	moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál)
ni		Poissonův součinitel
gama	[t/m3]	objemová hmotnost
K1, K2	[kN/m3]	koeficienty tepelné roztažnosti
útlum		dekrement útlumu

Materiál	Typ	E 1 [kPa]	ni	gama [t/m3]	K 1 [kN/m3]	E 2 [kPa]	K 2 [kN/m3]	útlum
BETON	BETON	2.600e+07	0.200	2.500	1.000e-05			0.100
Materiál	Objem [m3]	Hmotnost [t]						
BETON	11.953	29.883						
celkem		29.883						

Výpis zadanych tloušťek:

Označení	Materiál	Tloušťka [m]
stena	-BETON	0.300
deska	-BETON	0.300

Výpis plošných dílců - parametry ploch:

Plocha	Typ plochy	Deska	Tloušťka [m]	Objem [m3]	Skupina
1	Rovinná deska	Tenká deska	0.300	4.860	Skupina č.1
2	Rovinná deska	Tenká deska	0.300	3.547	Skupina č.1
3	Rovinná deska	Tenká deska	0.300	3.547	Skupina č.1

Výpis plošných dílců - souřadnice vrcholů ploch:

Plocha	Hrana	Počátek [m]	Konec [m]
Polygon1	1	2.600,-2.165,0.000	-0.100,-2.165,0.000
	2	-0.100,-2.165,0.000	-2.771,3.835,0.000
	3	-2.771,3.835,0.000	-0.071,3.835,0.000
	4	-0.071,3.835,0.000	2.600,-2.165,0.000
Polygon2	1	2.600,-2.165,0.000	-0.071,3.835,0.000
	2	-0.071,3.835,0.000	-0.071,3.835,-1.800
	3	-0.071,3.835,-1.800	2.600,-2.165,-1.800
	4	2.600,-2.165,-1.800	2.600,-2.165,0.000
Polygon3	1	-0.100,-2.165,0.000	-2.771,3.835,0.000
	2	-2.771,3.835,0.000	-2.771,3.835,-1.800
	3	-2.771,3.835,-1.800	-0.100,-2.165,-1.800
	4	-0.100,-2.165,-1.800	-0.100,-2.165,0.000

3. Zatížení konstrukce

3.1. Stálé zatížení

3.1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaných průřezových a materiálových charakteristik z databanky programu zadáním gravitačního zrychlení.

$$q_{\text{rámová příčle}} = 0.3 \cdot 25 = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{rámové stojky}} = 0.3 \cdot 25 = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

3.1.2. Ostatní stálá zatížení

Zatížení jsou definována následovně.

$$q_{\text{vozovky}} = 0.1 \cdot 25 = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{římky}} = 0.25 \cdot (0.5 + 0.5) \cdot 25 = 6.25 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{zábradlí}} = 1.5 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{výplň za opěrou}} = 20 \cdot h \cdot (1 - \sin 30^\circ) = 10 \cdot h \rightarrow 10 \cdot 1.8 = 18 \text{ kN/m}^2$$

Smršťování je uvažováno jako ochlazení o 15°C.

Sedání základů není uvažováno s ohledem na statické schéma prostého pole a geotechnickou kategorii.

3.2. Nahodilá zatížení

3.2.1. Nahodilé zatížení sněhem

Vzhledem k velikosti a tvaru mostu nemá zatížení sněhem rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno.

3.2.2. Nahodilé zatížení větrem

Vzhledem k velikosti a tvaru mostu nemá zatížení větrem rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno.

3.2.3. Nahodilé zatížení teplotou

Rovnoměrná složka teploty je uvažována při návrhu spodní stavby dilatace a uložení jako ochlazení o -30°C a oteplení o +30°C.

Rozdílové složky teploty neuvažují s ohledem na tuhost založení, které povolí malé posuny.

3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

3.2.4.1. Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů

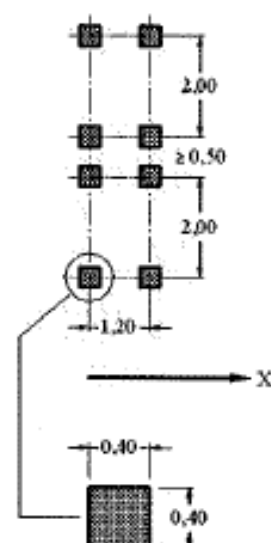
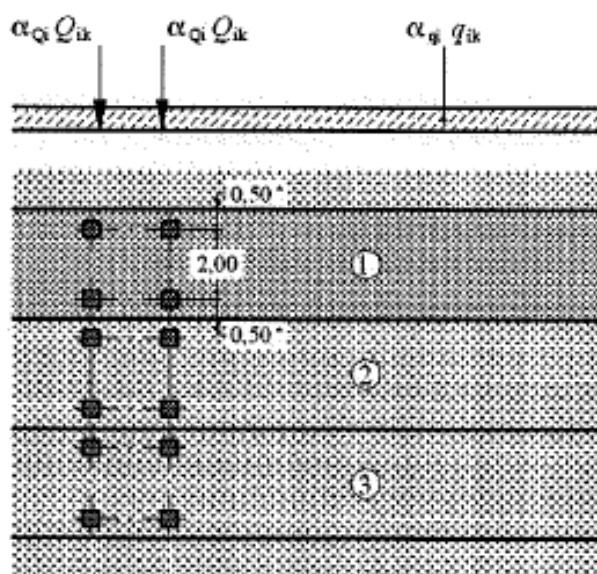
Rozdělení je důležité pro správnou volbu zatěžovacích schémat.

w=	5.5 m		skutečná šířka vozovky na mostě
w=	3.0 m	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max. 3.0m
n=	1	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	navržený počet zatěžovacích pruhů
	2.5 m		šířka zbývajících ploch

3.2.4.2. Model zatížení 1 (LM1)

Zatížení LM1 sestává z nápravových tlaků ideální dvounápravy TS a rovnoměrného zatížení UDL.

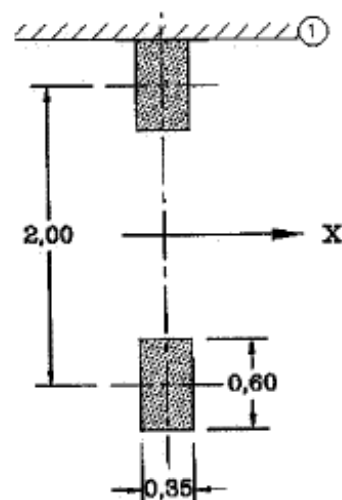
umístění	Soustředené zatížení				Rovnoměrné zatížení		
	Q_{ik} [kN]	α_{Qi}	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i$ [kN]	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i / 0.4 \cdot 0.4$ [kN/m ²]	q_{ik} [kN/m ²]	α_{qi}	$\alpha_{qi} \cdot q_i$ [kN/m ²]
Pruh č.1	300	0.8	240	1500	9	0.8	7.2
Pruh č.2	200	0.8	160	1000	2.5	1	2.5
Pruh č.3	100	0.8	80	500	2.5	1	2.5
Ostatní					2.5	1	2.5



3.2.4.3. Model zatížení 2 (LM2)

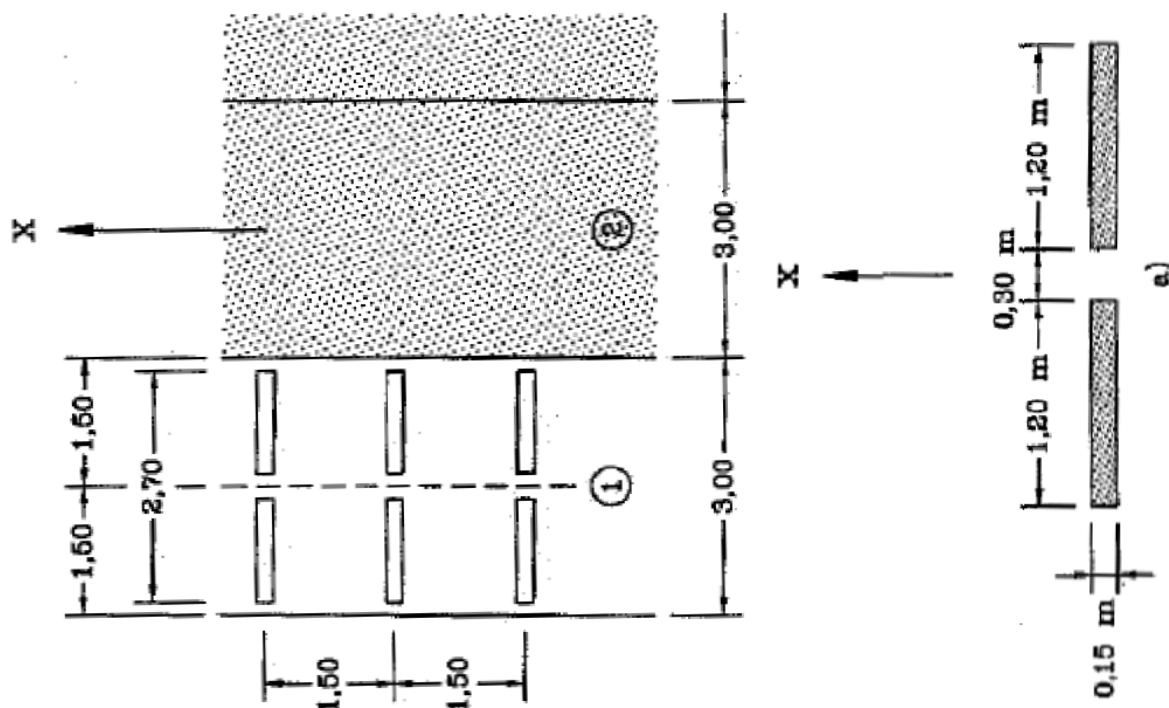
Zatížení ideální nápravou.

umístění	Soustředené zatížení			
	Q_{ak} [kN]	$\beta_Q = \alpha_{Q1}$	$\beta_{Q1} \cdot Q_{ak}$ [kN]	$\alpha_{Q1} \cdot Q_i / 0.35 \cdot 0.6$ [kN/m ²]
	400	0.8	320	1524



3.2.4.4. Model zatížení 3 (LM3)

Uvažuji zvláštní vozidlo 1800/200(9náprav 200kN po 1.5m) s rovnoměrným zatížením LM1.



3.2.4.5. Model zatížení 4 (LM4)

Zatížení davem lidí neuvažuji, není rozhodující.

3.2.4.6. Brzdné a rozjezdové síly

Brzdné síly neuvažuji s ohledem na dostatečně tuhé opření rámu o výplň za opěrami.

3.2.4.7. Odstředivé a jiné příčné síly

Odstředivé síly nejsou v tomto případě rozhodující, neuvažuji s nimi.

3.2.4.8. Nahodilá zatížení na únavu

Uvažuji zatížení LM1 s odpovídající redukcí.

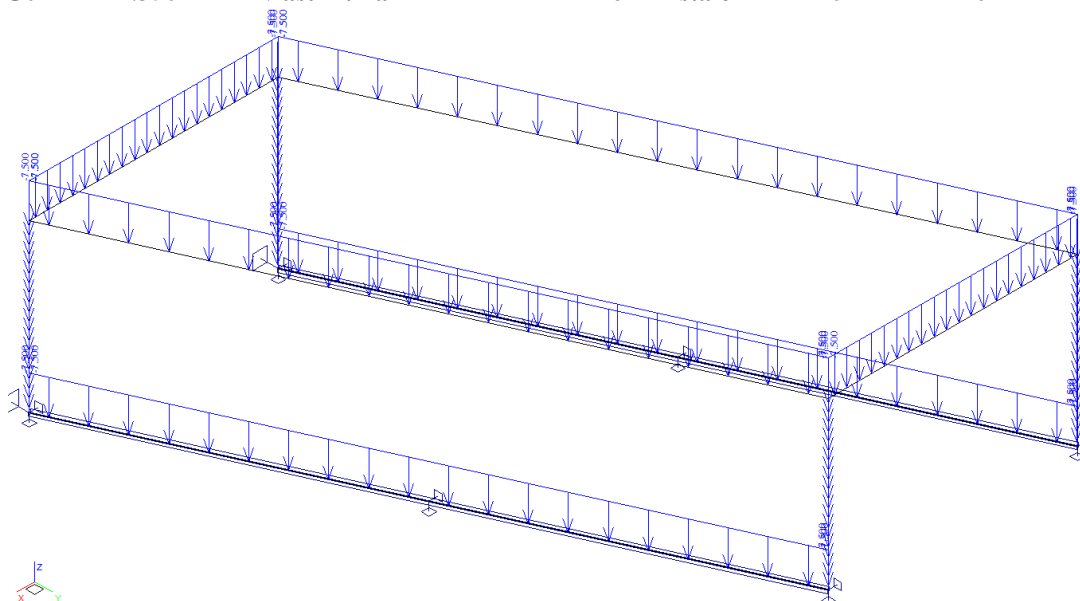
4. Sestavené zatěžovací stavy

Rekapitulace sestavených zatěžovacích stavů je uvedena formou výpisu z použitého programu. Dále jsou přiložena schémata vybraných zatěžovacích stavů, jedná se o stálá zatížení a počátky simulace pojezdu nahodilých zatížení.

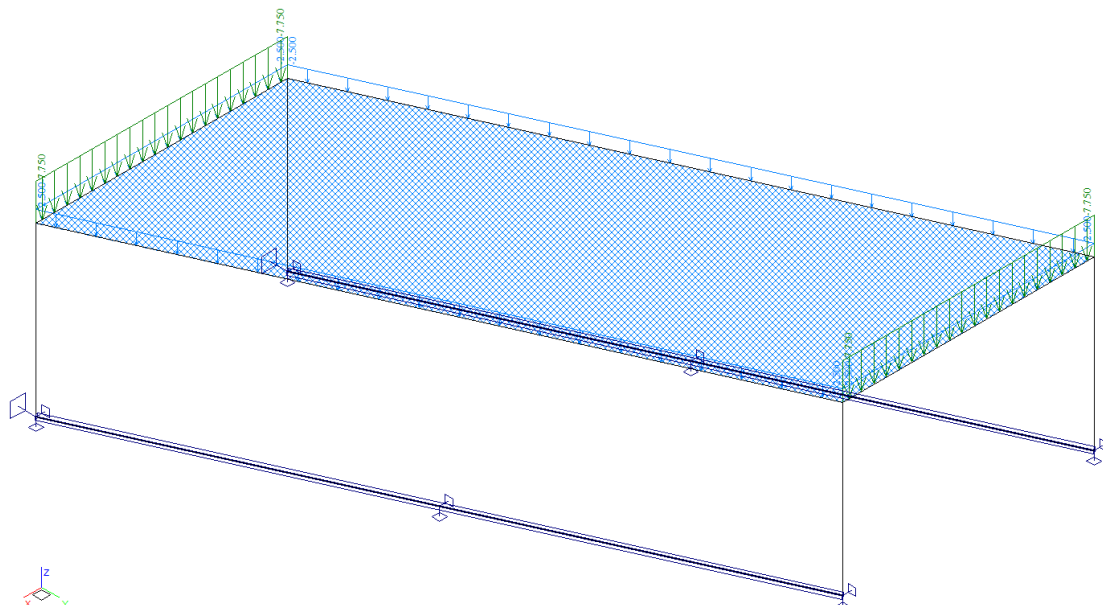
Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G0	1.350	vlastní tíha	Perm - stálé	0	Perm	Ne
G1	1.350	mostní svršek	Perm - stálé	0	Perm	Ne
G2	1.000	zásyp za opěrami	Perm - stálé	0	Perm	Ne
G3	1.000	smršťování	Perm - stálé	0	Perm	Ne
LM1_	1.500	TS 48t + UDL 7.2kPa	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_1	1.500	TS 48t + UDL 7.2kPa	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_2	1.500	TS 48t + UDL 7.2kPa	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_3	1.500	TS 48t + UDL 7.2kPa	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_4	1.500	TS 48t + UDL 7.2kPa	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_	1.500	ideální náprava 32t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_1	1.500	ideální náprava 32t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_2	1.500	ideální náprava 32t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_3	1.500	ideální náprava 32t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_4	1.500	ideální náprava 32t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM3_	1.500	devítinápava 180t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM3_1	1.500	devítinápava 180t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM3_2	1.500	devítinápava 180t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM3_3	1.500	devítinápava 180t	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
T1	1.000	rovnoměrné oteplení +30°C	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
T2	1.000	rovnoměrné ochlazení -30°C	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano

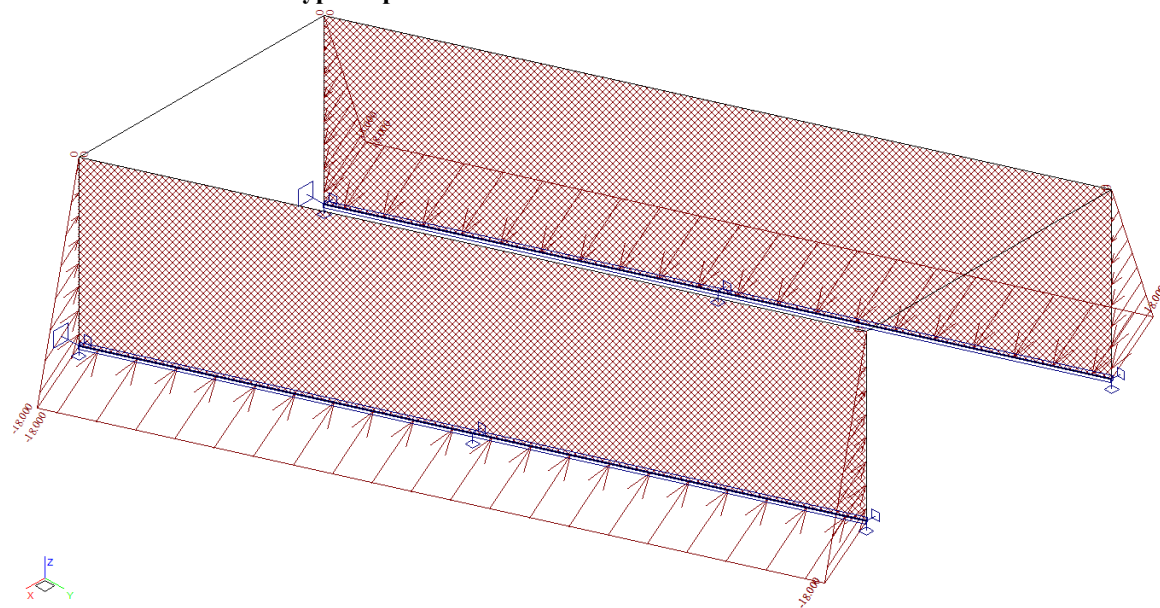
G0 1.350 vlastní tíha Perm - stálé 0 Perm Ne



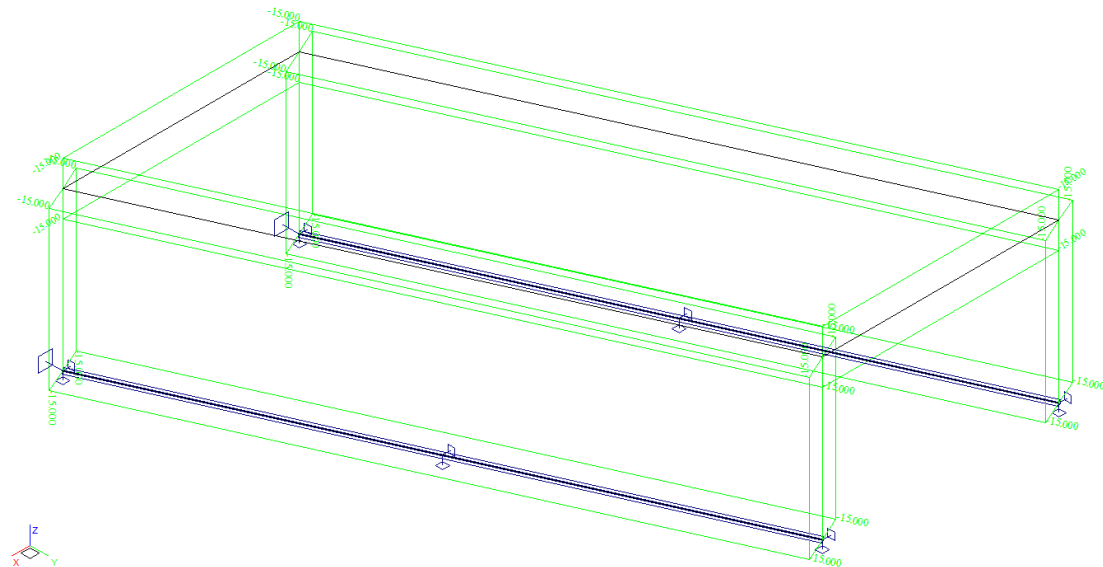
G1 **1.350** **mostní svršek** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**



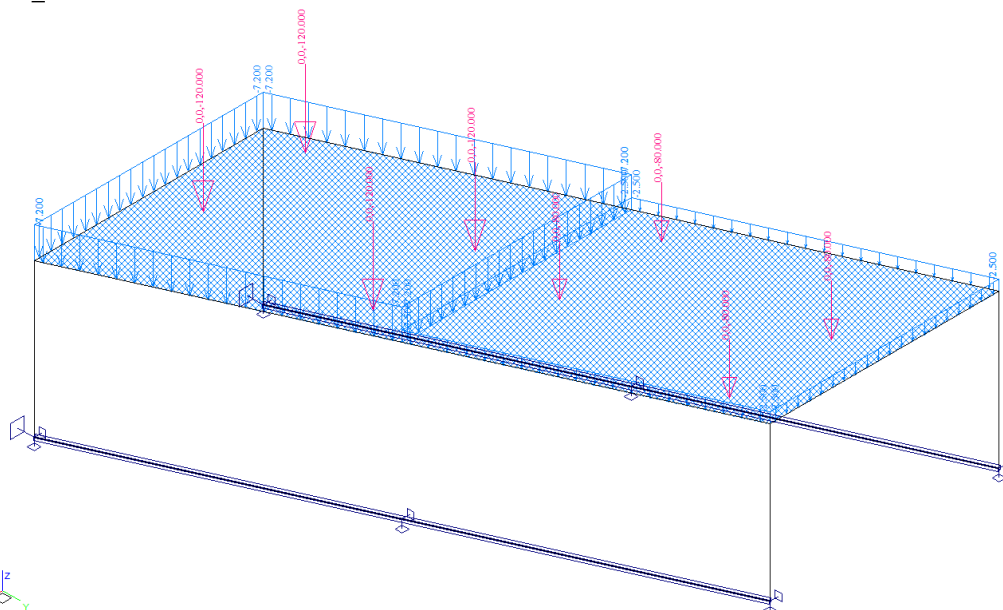
G2 **1.000** **zásyp za opěrami** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**



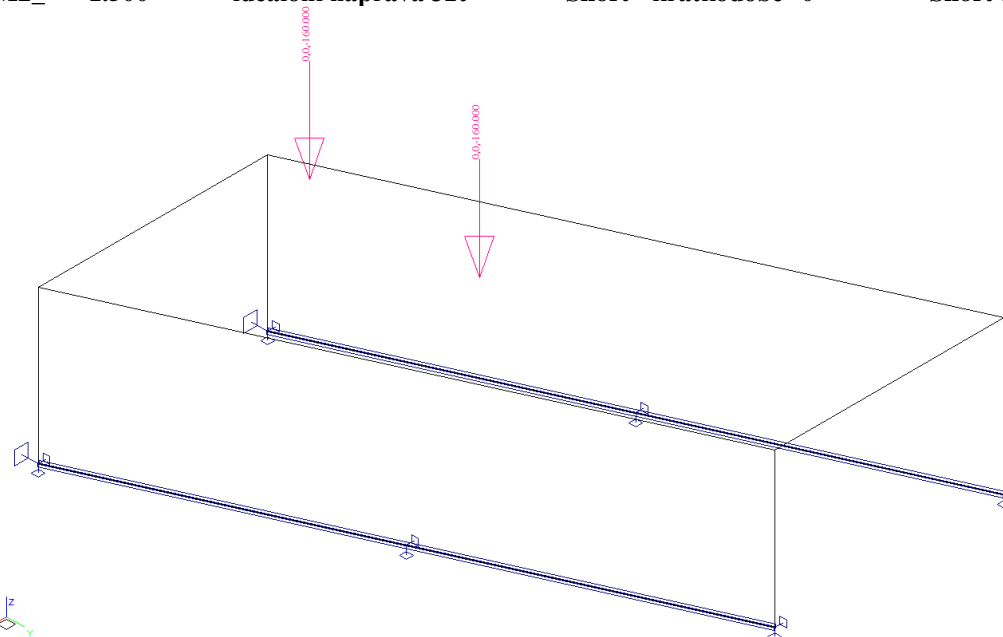
G3 **1.000** **smršťování** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**



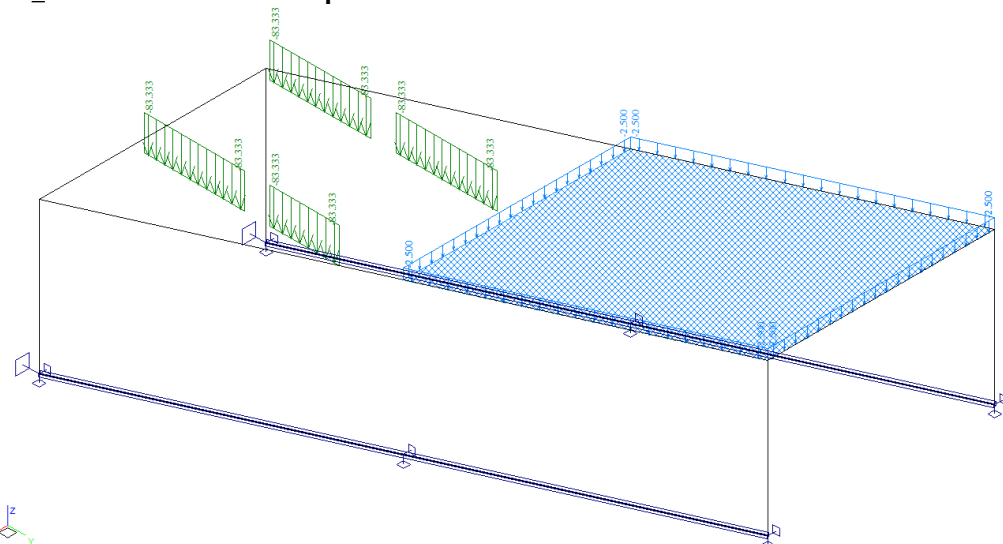
LM1_ 1.500 TS 48t + UDL 7.2kPa Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



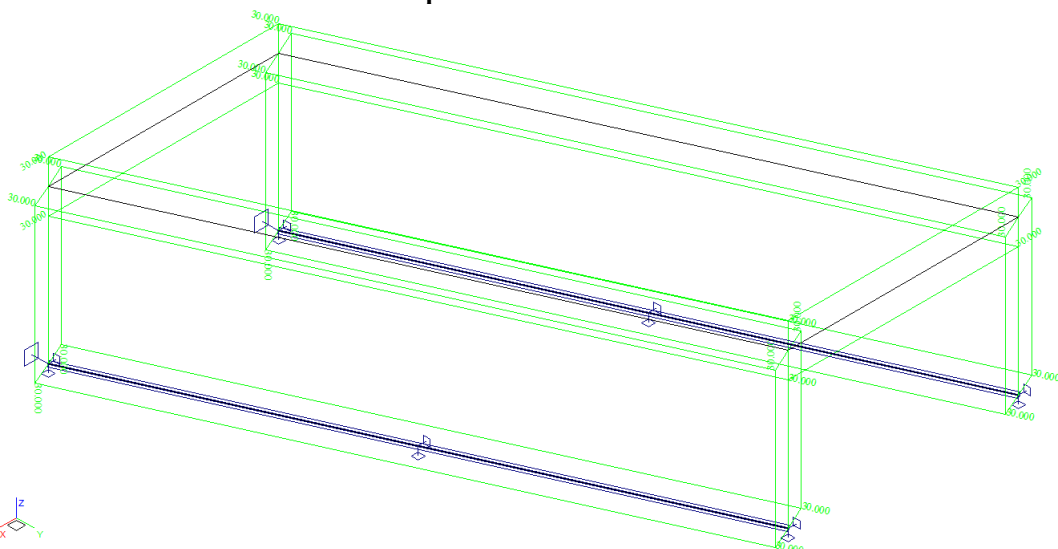
LM2_ 1.500 ideální náprava 32t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



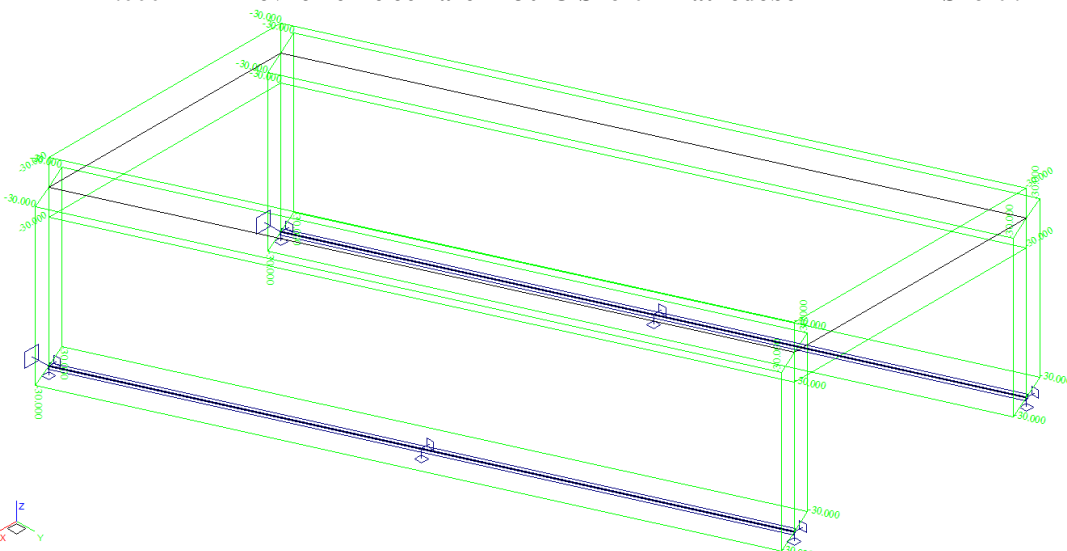
LM3_ 1.500 devítináprava 180t Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



T1 **1.000** **rovnoměrné oteplení +30°C** **Short - krátkodobé** **1** **Short !** **Ano**



T2 **1.000** **rovnoměrné ochlazení -30°C** **Short - krátkodobé** **1** **Short !** **Ano**



5. Výpočet vnitřních sil

Výpočet je proveden pomocí programu FEAT'2000 pro řešení konstrukcí metodou konečných prvků. Kompletní výstupní data jsou archivována u projektanta, s ohledem na množství výstupních údajů jsou přiloženy pouze vybrané údaje, grafy a schémata.

5.1. Rekapitulace vnitřních sil

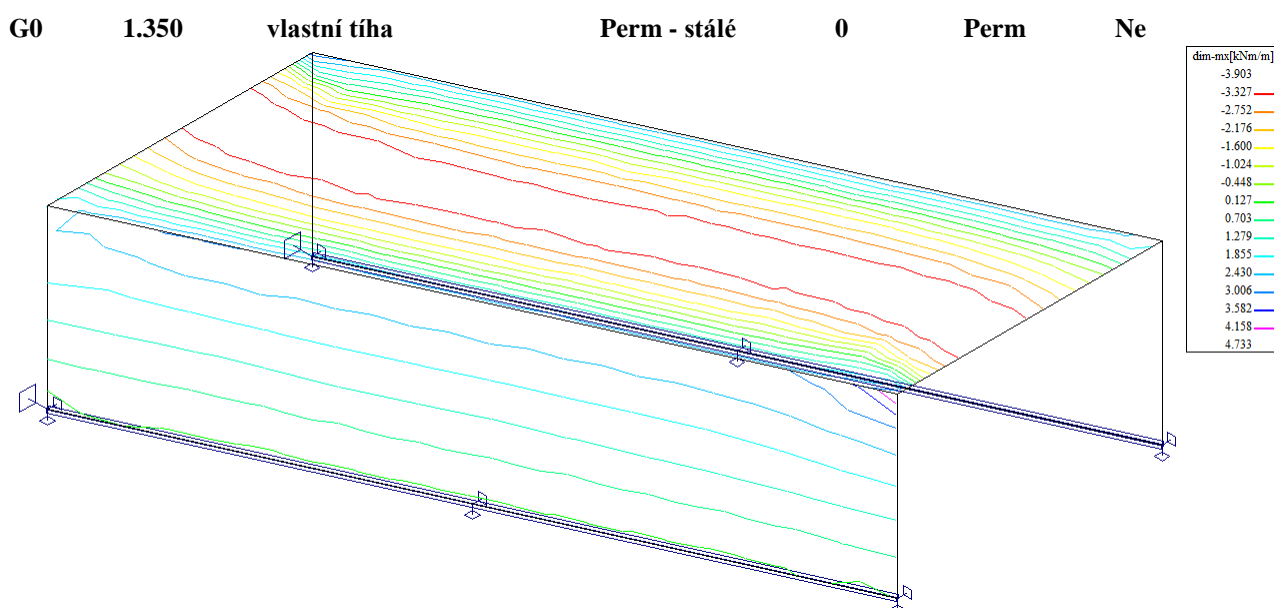
Rekapitulace je provedena pouze pro vybrané vnitřní síly tak, aby bylo možné ověřit správnost superpozice. Ostatní vnitřní síly jsou zohledněny ve strojové superpozici.

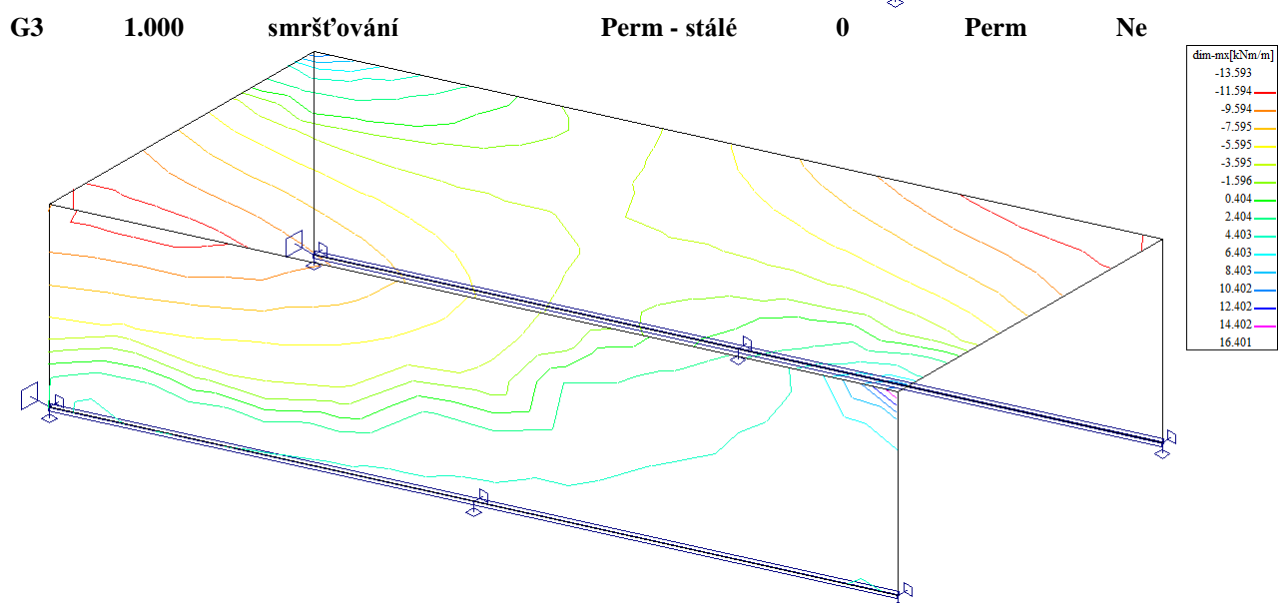
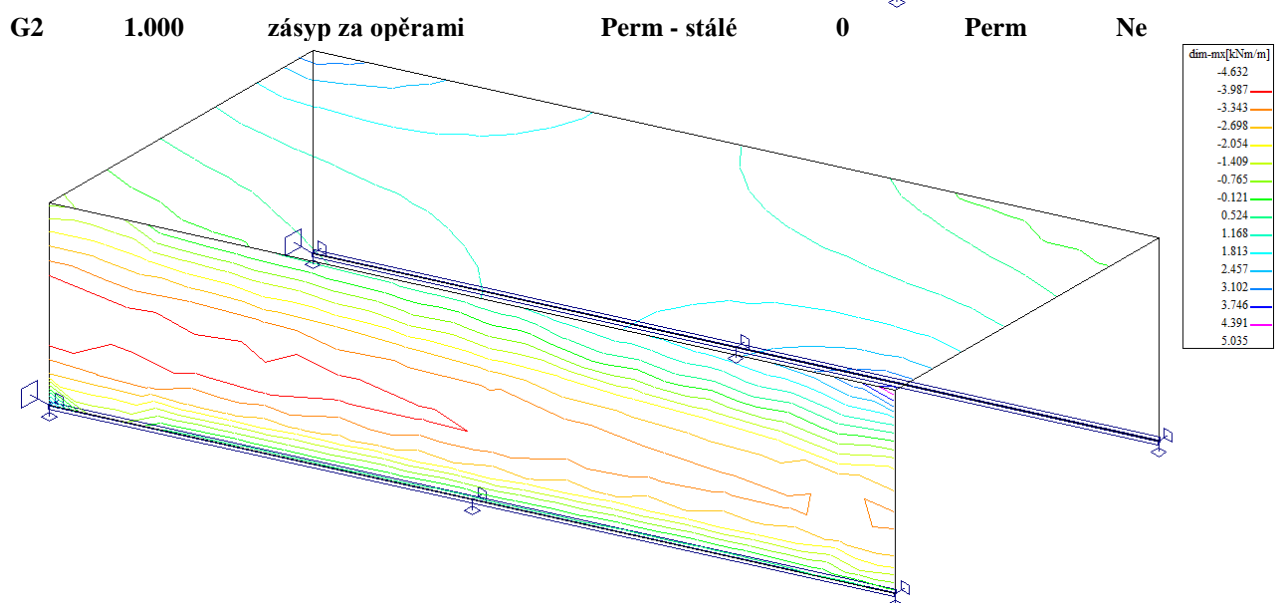
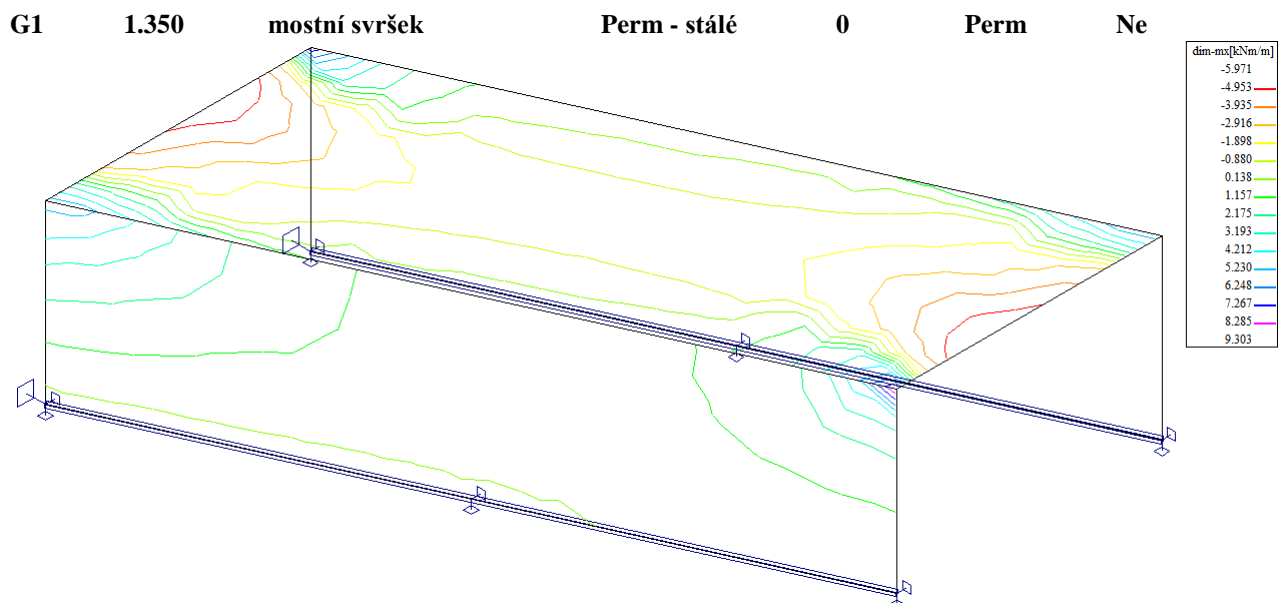
Průběh podélných momentů po desce v rozhodujících zatěžovacích stavech je přiložen dále.

zat.stav	dim M_x v poli	γ_f	dim M_{xd} v poli
G0 vl.tíha	4.0	1.35	5
G1 svršek	6.0	1.35	8
G2 výplň za opěrami	0.0	1.00	0
G3 smršťování	9.0	1.00	9
LM1 TS48t + UDL	55.0	1.50	83
LM2 náprava 32t	58.0	1.50	87
LM3 vyjím.180t	31.0	1.50	47
T1 oteplení	16.0	1.00	16
T2 ochlazení	-16	1.00	-16

5.2. Průběh vnitřních sil

Přiloženy jsou pouze průběhy podélných dimenzačních ohybových momentů v rozhodujících zatěžovacích stavech ve středu rozpětí horní rámové příčle. Ostatní vnitřní síly a prvky konstrukce jsou zohledněny ve strojové superpozici.





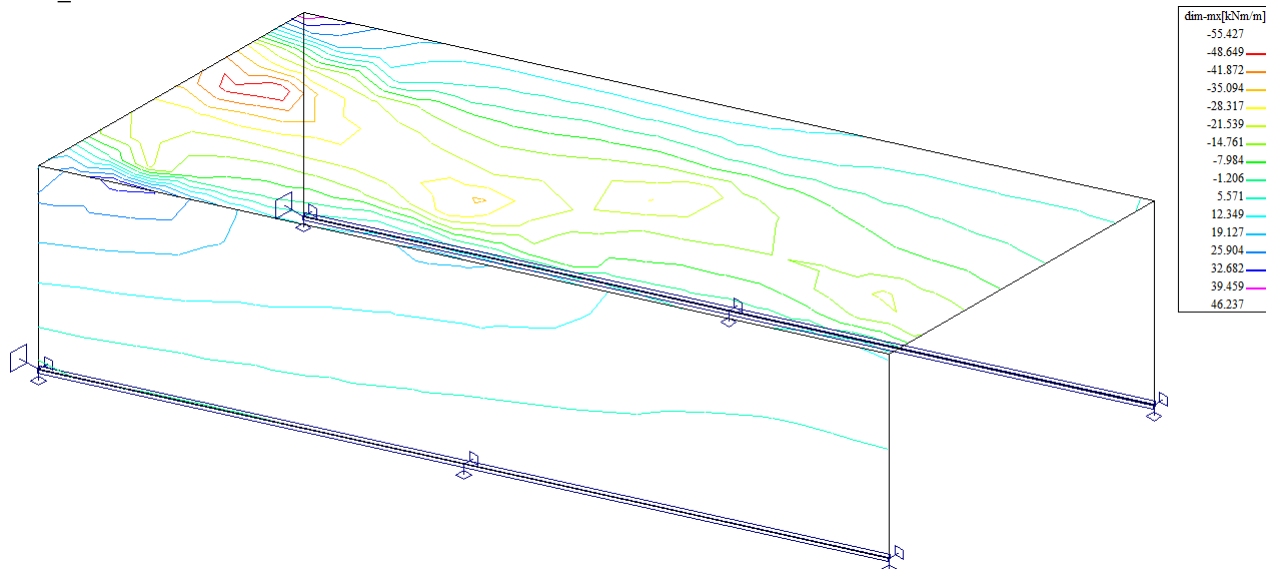
LM1_3 1.500

TS 48t + UDL 7.2kPa

Short - krátkodobé 0

Short !

Ano



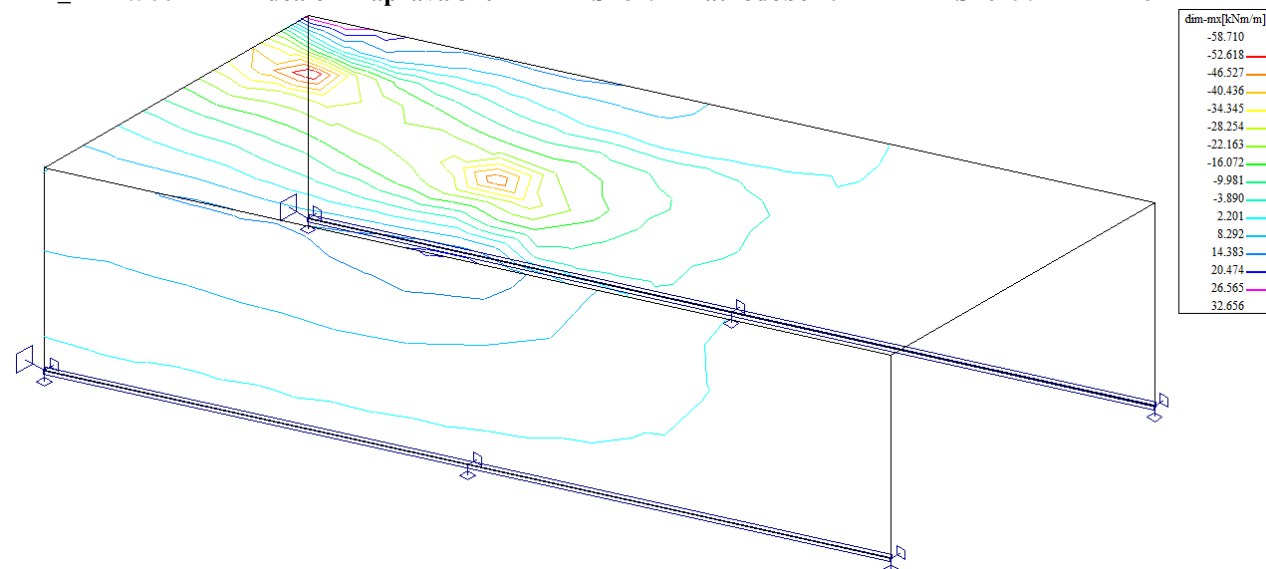
LM2_1 1.500

ideální náprava 32t

Short - krátkodobé 0

Short !

Ano



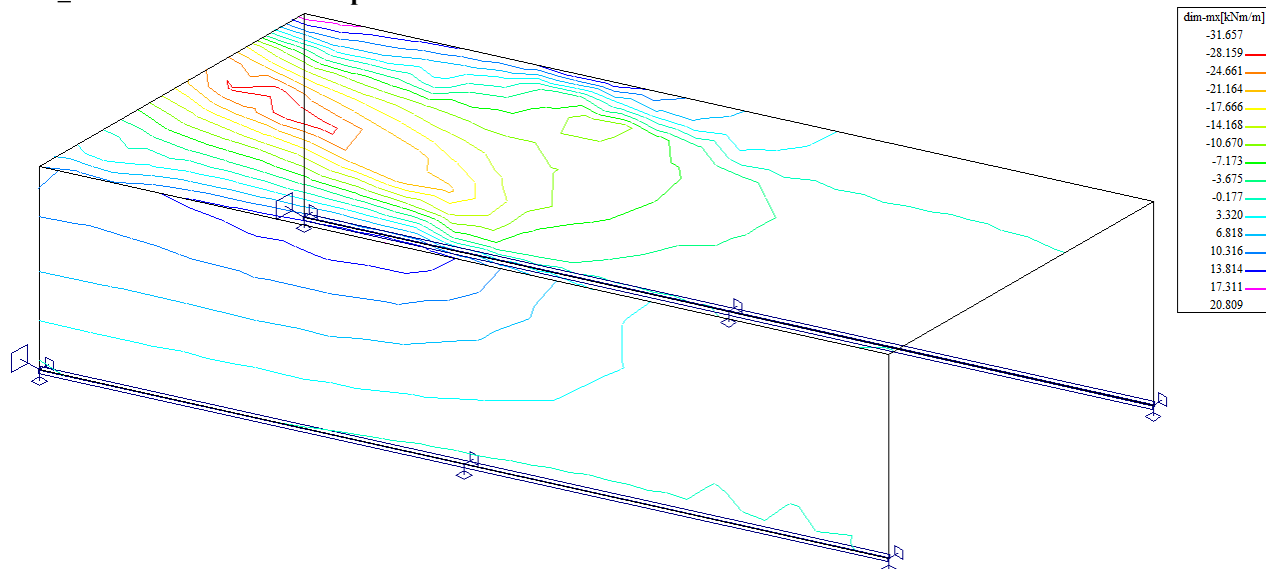
LM3_2 1.500

devítináprava 180t

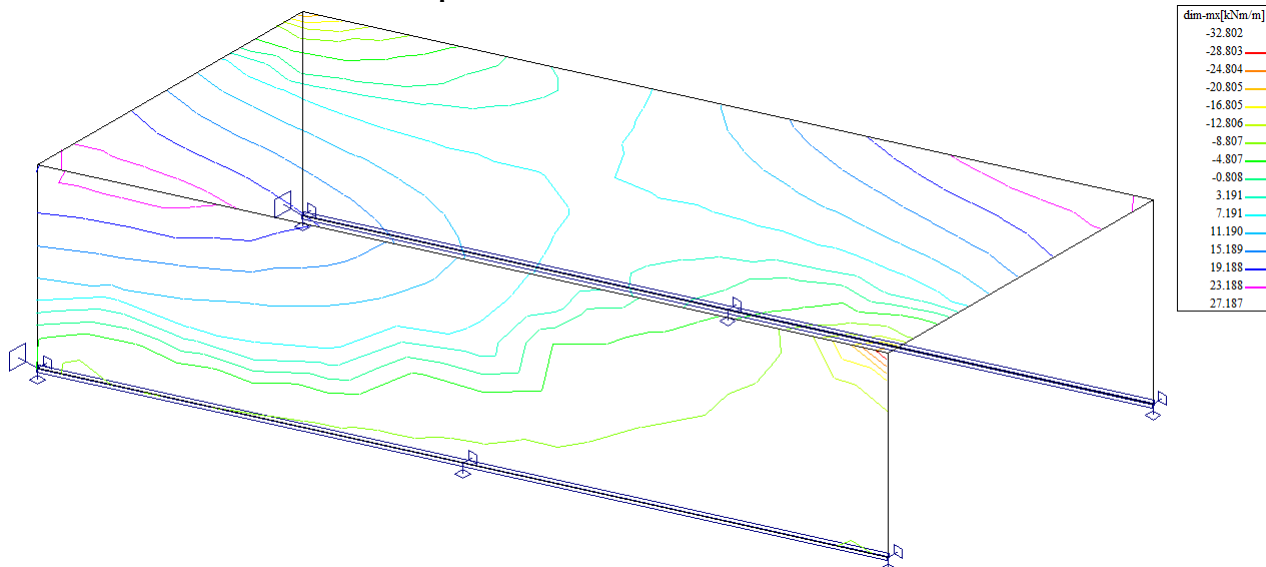
Short - krátkodobé 0

Short !

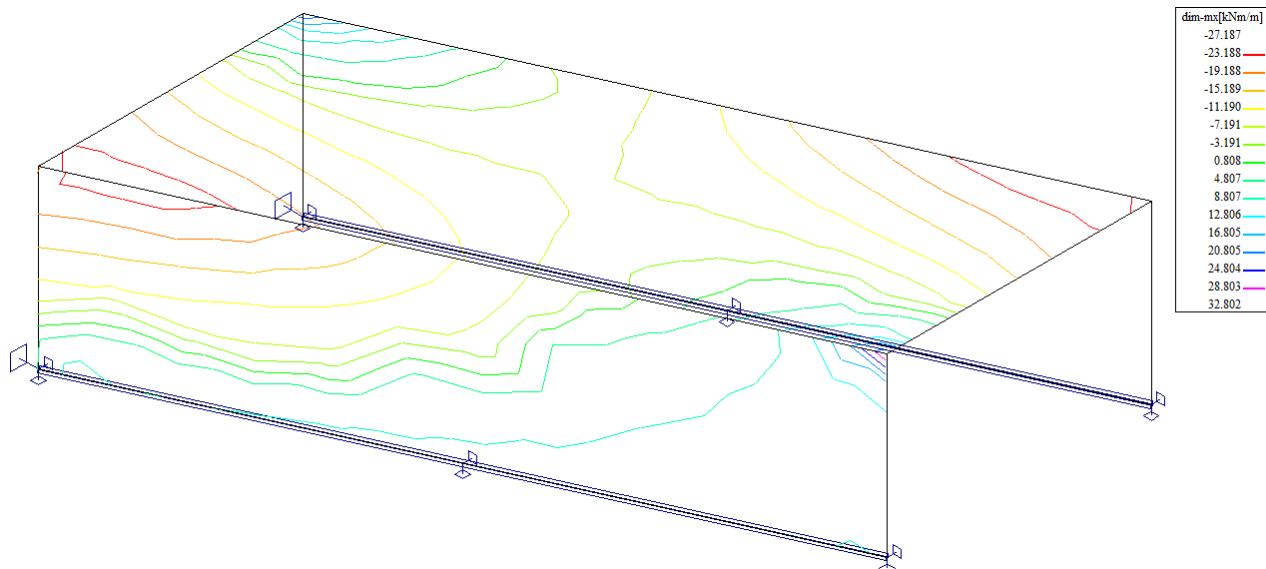
Ano



T1 **1.000** **rovnoměrné oteplení +30°C** **Short - krátkodobé 1** **Short !** **Ano**



T2 **1.000** **rovnoměrné ochlazení -30°C** **Short - krátkodobé 1** **Short !** **Ano**



5.3. Superpozice zatěžovacích stavů

Superpozice je provedena strojovým výpočtem pro všechny vnitřní síly v konstrukci se zohledněním součinitelů zatížení. Zahrnutý je vliv vlastní tíhy nosné konstrukce, ostatního stálého zatížení, nahodilého zatížení a teploty podle následujícího schématu.

Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
GPT	min/max	GPT0001, GPT0002, GPT0003, GPT0004, GPT0005, GPT0006, GPT0007, GPT0008, GPT0009, GPT0010, GPT0011, GPT0012, GPT0013, GPT0014, GPT0015
GPT0001		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3$
GPT0002		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.00 \cdot T_1$
GPT0003		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0004		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_$
GPT0005		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_ + 1.00 \cdot T_2$
GPT0006		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_2 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0007		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM2_ + 1.00 \cdot T_2$
GPT0008		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM3_3 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0009		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_1 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0010		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_4 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0011		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM2_2 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0012		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM2_2 + 1.00 \cdot T_1$
GPT0013		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM2_3 + 1.00 \cdot T_2$
GPT0014		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM2_ + 1.00 \cdot T_1$
GPT0015		$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot G_3 + 1.50 \cdot LM1_ + 1.00 \cdot T_1$

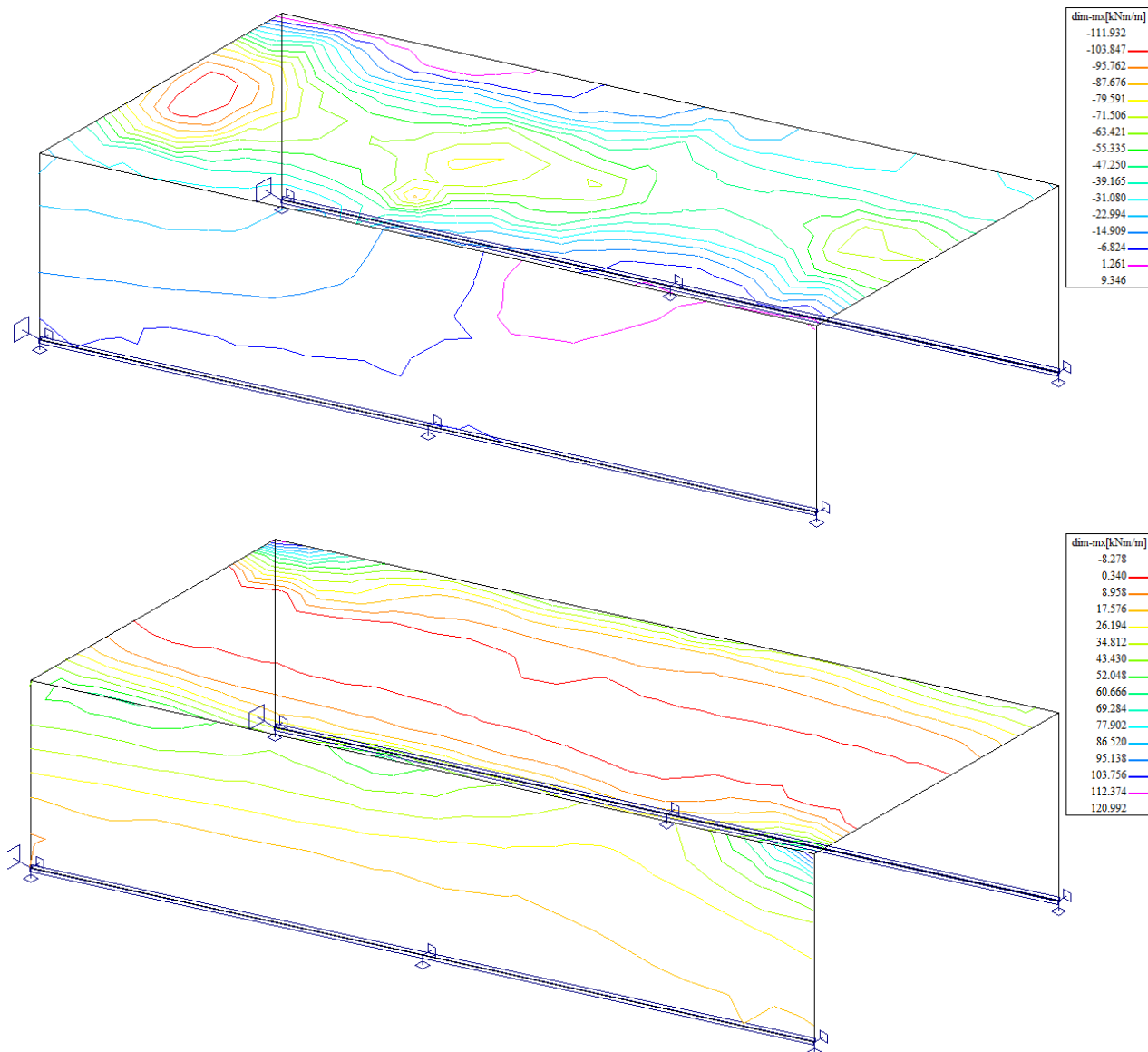
Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny plochy, celkové extrémy na dílcích

Extrémy pro výsledek : 36 - GPT Obal. křivka stand.

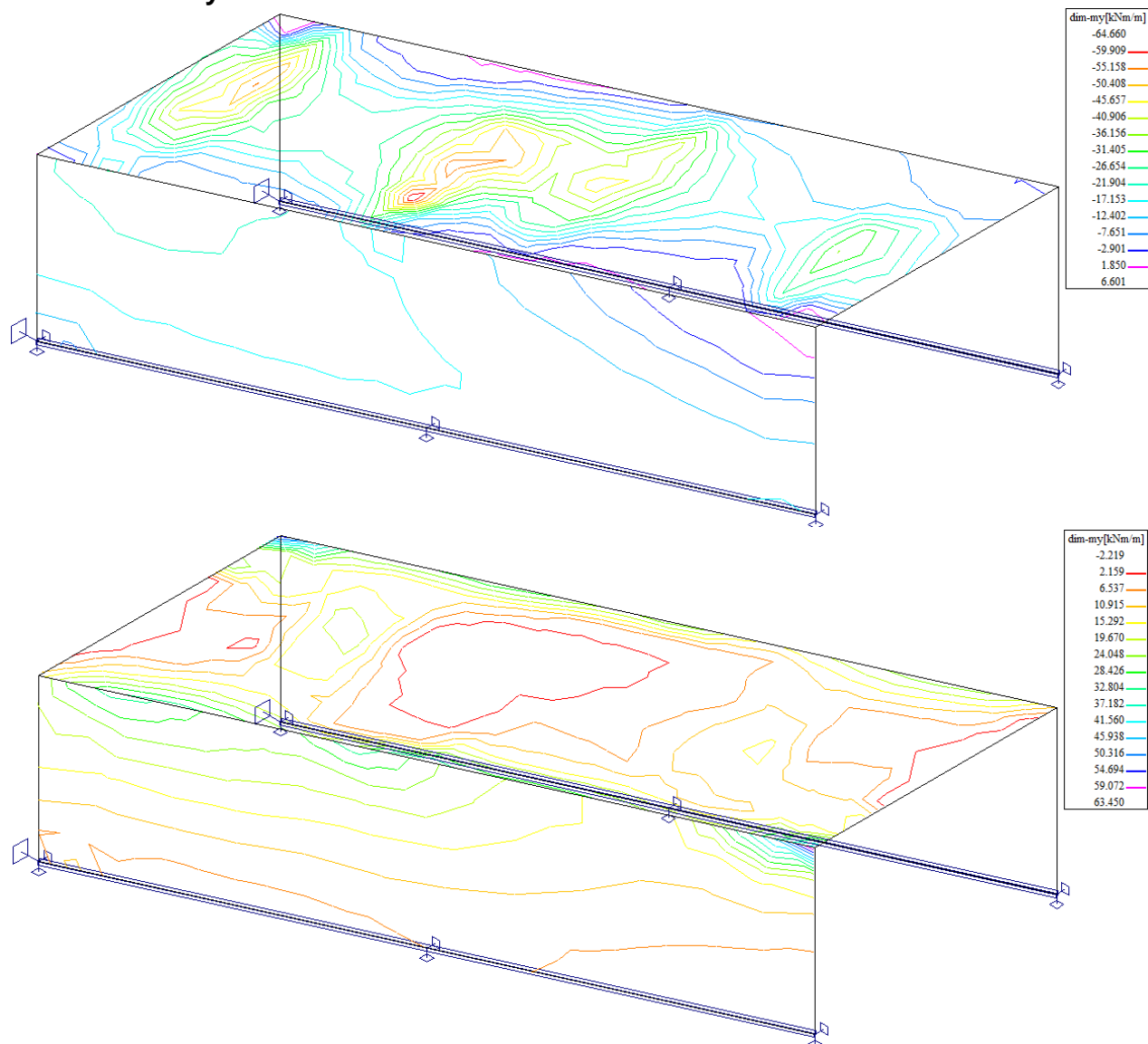
Typ obalové křivky : min/max

ID plochy	Uzel	Poloha [m]	dim-mx [kNm/m]	dim-my [kNm/m]	qx [kN/m]	qy [kN/m]	
1	81	1.380, -1.791, 0.000	-111.932	-45.911	1.455	6.036	GPT0013
	185	-0.100, -2.165, 0.000	120.992	57.672	-385.224	-189.688	GPT0006
	126	0.920, 0.357, 0.000	-88.595	-64.660	40.745	34.521	GPT0011
	185	-0.100, -2.165, 0.000	110.379	57.889	-409.094	-187.701	GPT0009
	185	-0.100, -2.165, 0.000	110.379	57.889	-409.094	-187.701	GPT0009
	230	-0.071, 3.835, 0.000	77.613	42.985	251.056	141.471	GPT0005
	212	-0.221, -1.892, 0.000	82.514	44.317	-243.811	-242.913	GPT0005
	228	0.050, 3.562, 0.000	63.929	34.124	183.821	179.888	GPT0005
2	59	2.236, -1.347, 0.000	-29.382	-26.335	-11.653	7.899	GPT0003
	231	-0.071, 3.835, 0.000	114.216	63.450	143.169	-117.298	GPT0005
	54	2.357, -1.620, 0.000	-28.738	-26.791	-11.215	9.687	GPT0003
	231	-0.071, 3.835, 0.000	114.216	63.450	143.169	-117.298	GPT0005
	48	2.600, -2.165, 0.000	42.163	20.110	-34.990	-22.634	GPT0015
	231	-0.071, 3.835, 0.000	112.196	62.879	157.560	-132.203	GPT0009
	231	-0.071, 3.835, 0.000	112.196	62.879	157.560	-132.203	GPT0009
	1	2.600, -2.165, -1.800	1.233	2.774	3.426	28.752	GPT0002
3	184	-0.100, -2.165, 0.000	-172.715	-66.373	-310.003	22.344	GPT0006
	406	-2.529, 3.289, 0.000	29.526	4.407	15.898	-3.155	GPT0007
	184	-0.100, -2.165, 0.000	-172.715	-66.373	-310.003	22.344	GPT0006
	256	-0.221, -1.892, -1.800	0.941	9.515	-6.228	2.290	GPT0014
	184	-0.100, -2.165, 0.000	-172.715	-66.373	-310.003	22.344	GPT0006
	184	-0.100, -2.165, 0.000	-9.593	-2.773	31.869	1.998	GPT0014
	254	-0.100, -2.165, -1.800	-7.957	4.193	6.461	-40.314	GPT0002
	254	-0.100, -2.165, -1.800	26.709	-19.676	-37.610	61.642	GPT0006

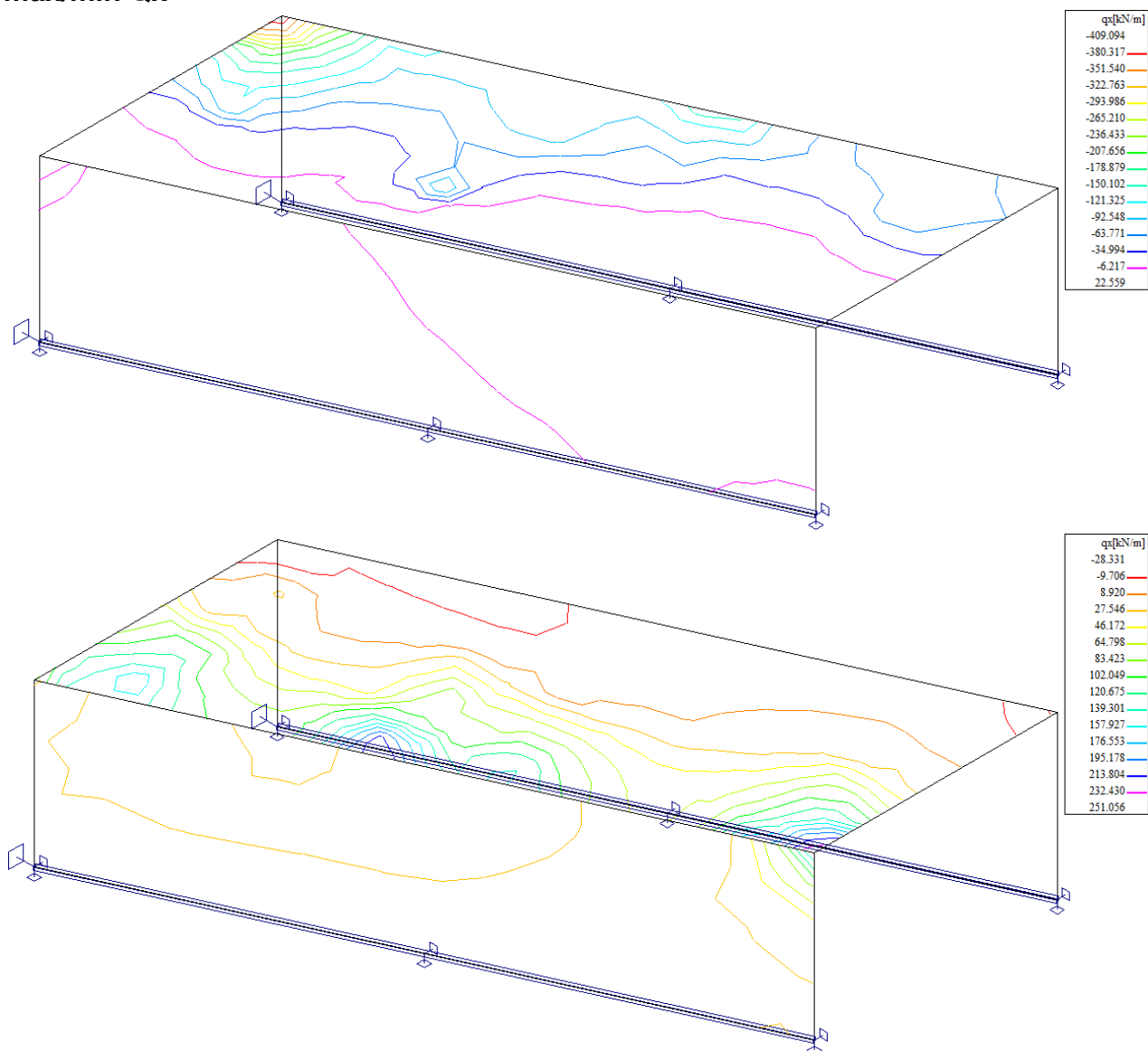
max/min dimMx



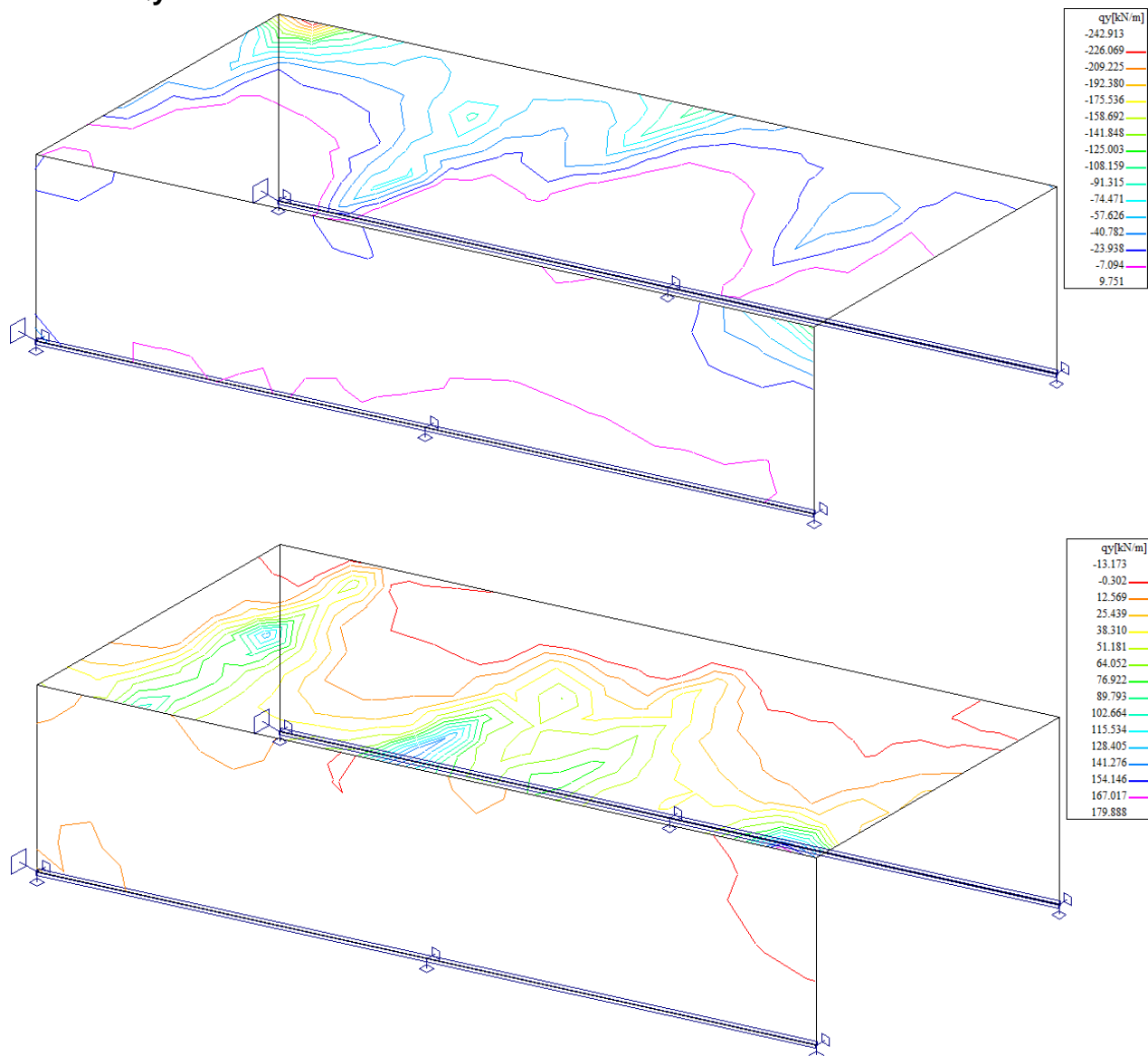
max/min dimMy



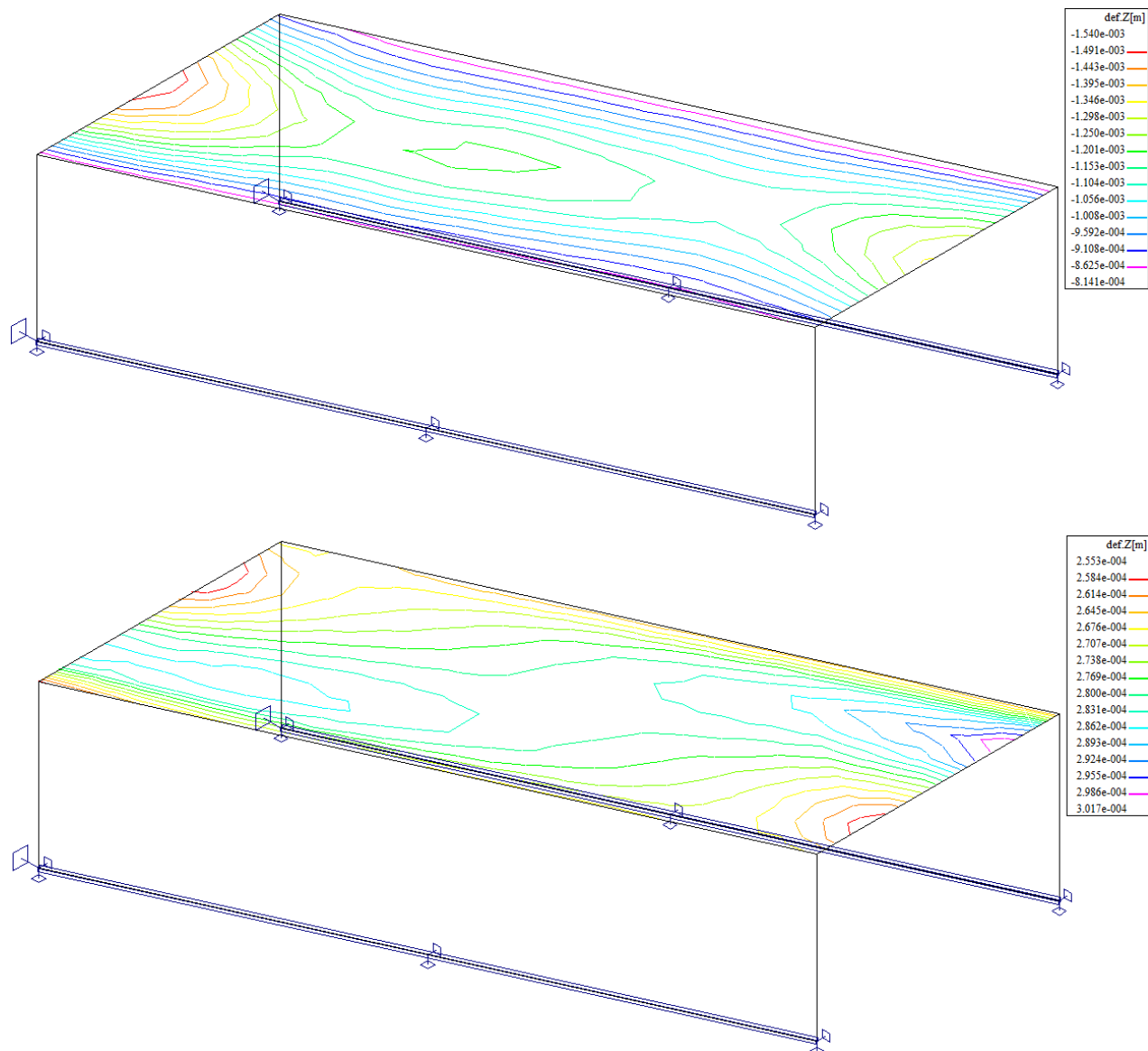
max/min Qx



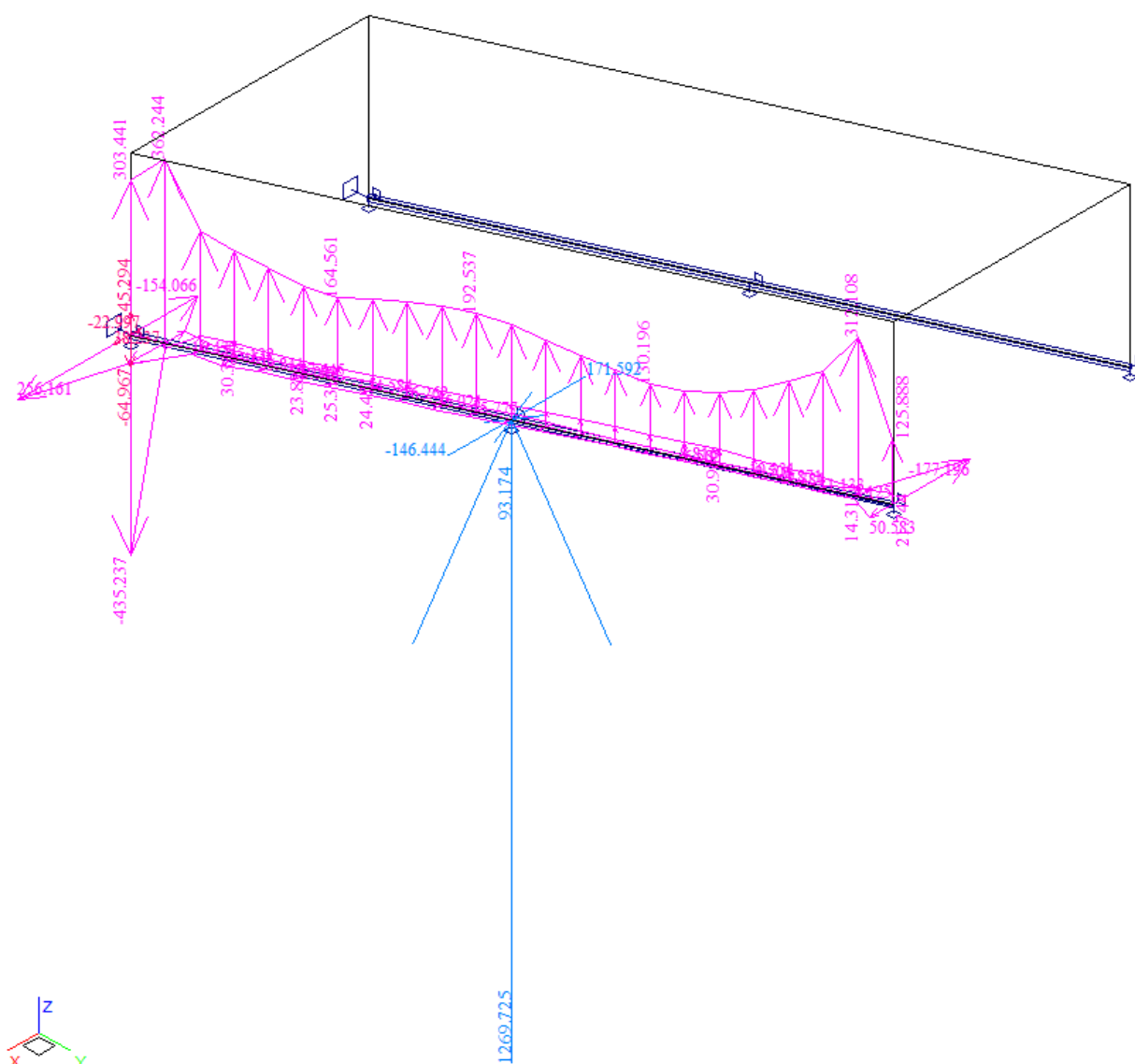
max/min Qy



max/min Vz



max/min Rz



6. Posouzení nosné konstrukce

6.1. Deska rámu

6.1.1. Posouzení na ohyb v MSU

Posouzení je provedeno na dimenzační momenty, které jsou převzaté ze strojové superpozice a zahrnují vliv kroucení podle vztahu:

$$\dim M_x = \text{sign}(m_{xx}) \cdot [\text{sign}(m_{xx}) + \text{abs}(m_{xy})]$$

$$\dim M_y = \text{sign}(m_{yy}) \cdot [\text{sign}(m_{yy}) + \text{abs}(m_{xy})]$$

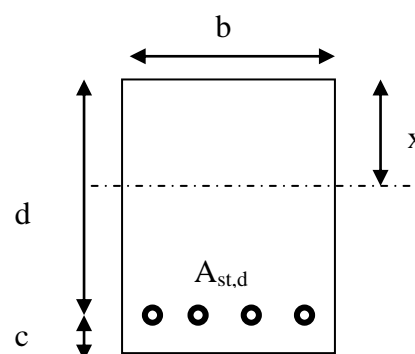
Návrh výztuže v železobetonovém průřezu je proveden v následující tabulce podle teorie mezních stavů:

Návrh plochy výztuže: $\lambda = 0.8$ $\eta = 1.0$

$$x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) < x_{bal} = d \cdot \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}}$$

$$A_{st,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd} \cdot r} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{x,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d \quad A_{x,min} = 0.0013 \cdot b \cdot d$$



Posouzení únosnosti:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad M_{Rd} = A_{st,d} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x)$$

Dolní podélná výztuž uprostřed rozpětí v poli

Namáhání		Návrh výztuže			
$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0.112	$A_{st,d}$	9	ϕ	16
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli			
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500
$h[\text{m}] =$	0.250	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435
$c[\text{m}] =$	0.060	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0	$E_s[\text{Mpa}] =$	200000
$d[\text{m}] =$	0.190				
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky					
$A_{xmin-f}[\text{m}^2] =$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[\text{m}^2] =$	0.000247	mimimální plocha výztuže
$x_{bal}[\text{m}] =$	0.117203	>	$x[\text{m}] =$	0.048244	omezení výšky tlačené oblasti
$A_{st,req}[\text{m}^2] =$	0.001509	<	$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0.001810	ověření návrhové plochy výztuže
$\mu_{min}[\%] =$	0.15	<	$\mu[\%] =$	0.95	<
					$\mu_{max}[\%] = 1.60$
Moment únosnosti					
$x[\text{m}] =$	0.057850		$M_{Rd}[\text{MNm}] =$	0.131	>
					$M_{ed}[\text{MNm}] = 0.112$

Horní podélná výztuž v rohu

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$	0.120		$A_{st,d}$	9	ϕ	16	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.190						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247	mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.052169	omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0.001632	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001810	ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.95	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.057850		$M_{Rd}[MNm]=$	0.131	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.120

Dolní příčná výztuž v poli

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$	0.065		$A_{st,d}$	7	ϕ	14	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.190						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247	mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.026650	omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000834	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001078	ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.57	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.034449		$M_{Rd}[MNm]=$	0.083	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.065

Horní příčná výztuž v rozích

Namáhání			Návrh výztuže					
M _{ed} [MNm]=	0.057		A _{st,d}	7	φ	14		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
b[m]=	1.000	f _{ctm} [MPa]=	2.9	f _{yk} [MPa]=	500	ε _{cu} =	0.0035	
h[m]=	0.250	f _{ck} [MPa]=	30.0	f _{yd} [MPa]=	435	λ=	0.800	
c[m]=	0.060	f _{cd} [MPa]=	17.0	E _s [Mpa]=	200000	η=	1.000	
d[m]=	0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
A _{xmin-f} [m²]=	0.000287		A _{xmin-μ} [m²]=	0.000247		mimimální plocha výztuže		
x _{bal} [m]=	0.117203	>	x[m]=	0.023191		omezení výšky tlačené oblasti		
A _{st.req} [m²]=	0.000725	<	A _{st,d} [m²]=	0.001078		ověření návrhové plochy výztuže		
μ _{minx} [%]=	0.15	<	μ[%]=	0.57	<	μ _{max} [%]=	1.60	
Moment únosnosti								
x[m]=	0.034449		M _{Rd} [MNm]=	0.083	>	M _{ed} [MNm]=	0.057	

Horní příčná výztuž v poli

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$ 0.018			$A_{st,d}$	7	ϕ	14	
Beton-průřez	Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[m]=$ 1.000	$f_{ctm}[MPa]=$ 2.9	$f_{yk}[MPa]=$ 500	$\varepsilon_{cu}=$ 0.0035				
$h[m]=$ 0.250	$f_{ck}[MPa]=$ 30.0	$f_{yd}[MPa]=$ 435	$\lambda=$ 0.800				
$c[m]=$ 0.060	$f_{cd}[MPa]=$ 17.0	$E_s[MPa]=$ 200000	$\eta=$ 1.000				
$d[m]=$ 0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$ 0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$ 0.000247	mimimální plocha výztuže				
$x_{bal}[m]=$ 0.117203	>	$x[m]=$ 0.007071	omezení výšky tlačené oblasti				
$A_{st.req}[m^2]=$ 0.000221	<	$A_{st,d}[m^2]=$ 0.001078	ověření návrhové plochy výztuže				
$\mu_{minx}[\%]=$ 0.15	<	$\mu[\%]=$ 0.57	<	$\mu_{max}[\%]=$ 1.60			
Moment únosnosti							
$x[m]=$ 0.034449		$M_{Rd}[MNm]=$ 0.083	>	$M_{ed}[MNm]=$ 0.018			

6.1.2. Posouzení na smyk

Návrh smykové výztuže je proveden na redukovanou výslednou smykovou sílu (neuvažují lokální extrém, ale izolínii v linii líce opěry) ze strojové superpozice:

$$Q_{dim} = \sqrt{q_x^2 + q_y^2} = \sqrt{380^2 + 175^2} = 418 \text{ kNm/m}$$

Návrh smykové výztuže je proveden dle ČSN EN 1992-1-1 kap.6.2.str.77 podle teorie mezních stavů:

beton

$$V_{Rd,c} = [C_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c \min} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1 + \sqrt{0.2/d} \leq 2.0 \quad \rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{vliv predpeti}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c \quad v_{\min} = 0.035 \cdot k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2} \quad k_1 = 0.15$$

svislá výztuž

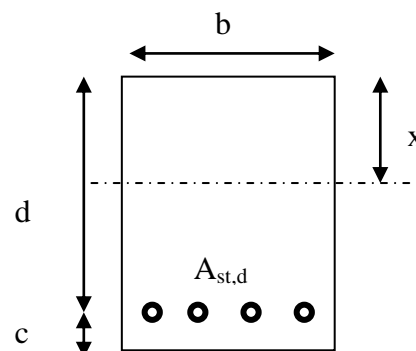
$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g \theta \quad (\theta = 22 - 45^\circ)$$

$$V_{Rd,\max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot g \theta + \tan \theta) \quad v_1 = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$$

šikmá výztuž

$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$V_{Rd,\max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$

**Extrém v rohu**

Namáhání		Ohybová výztuž						
$V_{ed}[\text{MN}] = 0.418$	9	ϕ	16			$A_{st,d}[\text{m}^2] = 0.001810$		
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli								
$b[\text{m}] = 1.000$	$f_{ctm}[\text{MPa}] = 2.9$	$f_{yk}[\text{MPa}] = 500$	$\varepsilon_{cu} = 0.0035$	$\theta[^\circ] = 45.0$				
$h[\text{m}] = 0.250$	$f_{ck}[\text{MPa}] = 30.0$	$f_{yd}[\text{MPa}] = 435$	$\lambda = 0.800$	$\alpha[^\circ] = 45.0$				
$c[\text{m}] = 0.060$	$f_{cd}[\text{MPa}] = 17.0$	$E_s[\text{Mpa}] = 200000$	$\eta = 1.000$	$k_{pom} = 2.03$				
$d[\text{m}] = 0.190$	$x[\text{m}] = 0.058$	$\sigma_{cp}[\text{Mpa}] = 0$	$\alpha_{cw} = 1.000$	$k = 2.00$				
Beton								
$V_{Rd,c}[\text{MN}] = 0.139$	>	$V_{Rd,c,\min}[\text{MN}] = 0.074$	$V_{Rd}[\text{MN}] = 0.139$	nutná smyková výztuž				
Třmínky	3	ϕ	6	$s[\text{m}] = 0.33$	$A_{sw}[\text{m}^2] = 0.000085$			
$V_{Rd,s}[\text{MN}] = 0.019$	<	$V_{Rd,\max}[\text{MN}] = 0.749$	$V_{Rd}[\text{MN}] = 0.158$	nutné ohyby				
Ohyby	3	ϕ	16	$s[\text{m}] = 0.25$	$A_{sw}[\text{m}^2] = 0.000603$			
$V_{Rd,s}[\text{MN}] = 0.298$	<	$V_{Rd,\max}[\text{MN}] = 0.374$	$V_{Rd}[\text{MN}] = 0.456$	vyhovuje				

6.2.1. Omezení trhlin a napětí

Výpočet trhlin je proveden podle ČSN EN 1992-1-1 kap.7.3.4. str.112. Výpočet omezení napětí je proveden dle ČSN EN 1992-2 EC2 část 2

$$\sigma_{c, char} = \frac{M_{char}}{A_c \cdot z} \leq k_c \cdot f_{ck} \quad \sigma_{s, char} = \frac{M_{char}}{A_{s1} \cdot z} \leq k_y \cdot f_{yk} \quad z = d - 0.4 \cdot x$$

$$w_k = s_{r, max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} \quad \rho_{p, eff} = \frac{A_s + \xi_1^2 \cdot A_p}{A_{c, eff}}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct, eff}}{\rho_{p, eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p, eff})}{E_s} \quad s_{r, max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi}{\rho_{p, eff}}$$

Dolní podélná výztuž uprostřed rozpětí v poli

$M_{char} [MNm] = 0.093$	$A_s [m^2] = 9$	$\phi = 16$	$A_s [m^2] = 0.001810$	$\sigma_s [Mpa] = 308$
$b [m] = 1.000$	$f_{ct, eff} [MPa] = 2.9$	$f_{yk} [MPa] = 500$	$x [m] = 0.057850$	$k_t = 0.600$
$h [m] = 0.250$	$f_{ck} [MPa] = 30.0$	$f_{yd} [MPa] = 435$	$\lambda = 0.800$	$k_1 = 0.800$
$c [m] = 0.060$	$f_{cd} [MPa] = 17.0$	$\varepsilon_{cu} = 0.0035$	$\eta = 1.000$	$k_2 = 0.500$
$d [m] = 0.190$	$E_{cm} [MPa] = 36000$	$E_s [MPa] = 200000$	$\alpha_e = 5.556$	$k_3 = 3.400$
$h_{c, eff} [m] = 0.064$	$A_p [m^2] = 0$	$\phi = 15.5$	$A_p [m^2] = 0.000000$	$k_4 = 0.425$
$A_{c, eff} [m^2] = 0.064$	$\xi = 0.500$	$\xi_1 = 0.718$	$\rho_{p, eff} = 0.028252$	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.001$
$s_{r, max} [mm] = 96$	$w_k [mm] = 0.11$	$<$	$w_{lim} [mm] = 0.3$	
$k_c = 0.600$	$k_y = 0.800$			
$\sigma_s [Mpa] = 308$	$<$	400	$\sigma_c [Mpa] = 12.043$	$<$
				18

6.2.2. Posouzení průhybů

Průhyby uprostřed rozpětí na kraji konstrukce jsou:

$$v_{max} = 1.5mm < v_{lim} = \frac{2700}{300} = 9.0mm$$

6.2.3. Posouzení na únavu

Posudek je proveden na namáhání od zatížení bez součinitele zatížení s únavovým zatížením 70% LM1.

$$M_{equ-min} = 19 \text{ kNm/m}$$

$$M_{equ-max} = 19 + 58 \cdot 0.7 = 59 \text{ kNm/m}$$

Únava betonu:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad \sigma_c = \frac{M}{b \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0.4x)} \quad \beta_{cc} = \exp \left[s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right]$$

$$t = \text{čas poč. cyklického zatížení} \quad k_1 = 0.85 (\text{pro } N = 10^6 \text{ cyklů})$$

$$s_{cement_tr.R} = 0.2 \quad s_{cement_tr.N} = 0.25 \quad s_{cement_tr.N} = 0.38$$

$$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc} \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

$$\text{metoda 1: } \sigma_{cd,max} + 0.43 \cdot \sqrt{1 - \frac{\sigma_{cd,min}}{\sigma_{cd,max}}} \leq 1$$

$$\text{metoda 2: } \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0.5 + 0.45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0.9 \text{ pro } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa } (\leq 0.8 \text{ pro } f_{ck} > 50 \text{ MPa})$$

Únava betonářské oceli

$$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,equ}(N^*) \leq \frac{\Delta \sigma_{RSK}(N^*)}{\gamma_{s,fat}} \quad \sigma_{s,equ} = \frac{M_{equ}}{A_s \cdot (d - 0.4 \cdot x)}$$

$$\gamma_{F,fat} = 1.0 \quad \gamma_{s,fat} = 1.0 \quad \Delta \sigma_{RSK}(N^*) = 162.5 \text{ MPa}$$

Podhled desky uprostřed rozpětí v podélném směru

M_{equ,max}[MNm]=	0.059	M_{equ,min}[MNm]=	0.019	9	φ	16
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli					A_{st,d}[m²=	0.001810
b[m]=	1.000	f _{ctm} [MPa]=	2.9	f _{yk} [MPa]=	λ =	0.800
h[m]=	0.250	f _{ck} [MPa]=	30.0	f _{yd} [MPa]=	η =	1.000
c[m]=	0.060	f _{cd} [MPa]=	17.0			
d[m]=	0.190				x[m]=	0.058
Beton:		σ _{cd,max} [MPa]=	7.6	σ _{cd,min} [MPa]=	β _{cc} =	1.099
s=	0.20	t[dni]=	100	k ₁ =	f _{cd,fat} [Mpa]=	14.0
podmínka 1	0.90	<	1.00		vyhovuje	
podmínka 2	0.55	<	0.58	<	0.8	vyhovuje
Ocel:		σ _{s,max} [MPa]=	195	σ _{s,min} [MPa]=		
γ _{F,fat} =	1.00	γ _{s,fat} =	1.00	Δσ _{RSK} [Mpa]=		
podmínka:	132	<	163		vyhovuje	

6.3. Stojka rámu

Stojka je navržena stejně, jako deska příčle, podle stejných vztahů, na extrémy ze superpozice zatěžovacích vztahů.

Vnější svislá výztuž v rámovém rohu stojky

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$	0.114		$A_{st,d}$	9	ϕ	16	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.190						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247		mimimální plocha výztuže	
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.049217		omezení výšky tlačené oblasti	
$A_{st,req}[m^2]=$	0.001540	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001810		ověření návrhové plochy výztuže	
$\mu_{minx}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.95	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.057850		$M_{Rd}[MNm]=$	0.131	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.114

Vnitřní svislá výztuž stojky

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$	0.029		$A_{st,d}$	3	ϕ	14	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.190						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247		mimimální plocha výztuže	
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.011501		omezení výšky tlačené oblasti	
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000360	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.000462		ověření návrhové plochy výztuže	
$\mu_{minx}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.24	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.014764		$M_{Rd}[MNm]=$	0.037	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.029

Vnější vodorovná výztuž stojky

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0.063		$A_{st,d}$	6	ϕ	14		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035	
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800	
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[Mpa]=$	200000	$\eta=$	1.000	
$d[m]=$	0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247	mimimální plocha výztuže			
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.025780	omezení výšky tlačené oblasti			
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000806	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.000924	ověření návrhové plochy výztuže			
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.49	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0.029528		$M_{Rd}[MNm]=$	0.072	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.063	

Vnitřní vodorovná výztuž stojky

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0.026		$A_{st,d}$	3	ϕ	14		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035	
$h[m]=$	0.250	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800	
$c[m]=$	0.060	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[Mpa]=$	200000	$\eta=$	1.000	
$d[m]=$	0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000247	mimimální plocha výztuže			
$x_{bal}[m]=$	0.117203	>	$x[m]=$	0.010285	omezení výšky tlačené oblasti			
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000322	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.000462	ověření návrhové plochy výztuže			
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.24	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0.014764		$M_{Rd}[MNm]=$	0.037	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.026	

8. Závěr

Rám bude z betonu třídy C30/37 vyztuženého výztuží 10505(R). Tloušťka rámových stojek (stěn) min.30cm, tloušťka rámové příčle (desky) min.25cm. Světlost otvoru 2.4m, výška otvoru cca 1.4m. Rámový roh bude konstruktivně upraven s náběhem pro dodržení krytí.

Výztuž jednotlivých prvků rámu navrhuji minimálně:

- Dolní podélná výztuž desky v poli $9\varnothing R16/m$
- Dolní příčná výztuž $7\varnothing R14/m$
- Horní podélná výztuž desky v rámovém rohu $9\varnothing R16/m$
- Horní příčná výztuž desky v rozích $7\varnothing R14/m$
- Vnější svislá výztuž stěny v rámovém rohu min. $9\varnothing R16/m$ (dle výztuže desky)
- Vnitřní svislá výztuž stěny v poli $6\varnothing R14/m$ (rozteč upravit dle výztuže do desky)
- Vnitřní i vnější vodorovná výztuž stěny min. $6\varnothing R14/m$
- Smyková výztuž desky sponami $9\varnothing R6/m^2$ doplněná ohyby $3\varnothing R16/m$
- Smyková výztuž stěny sponami $9\varnothing R6/m^2$

Podélná výztuž bude kladena kolmo na opěry, v krajních částech s vějířovitým přechodem do šikmého směru, přičemž osová rozteč prutů bude dodržena ve směru kolmo na osu mostu. Podobně u příčné výztuže desky bude dodržena rozteč ve směru osy mostu, tedy v šikmém směru.

Vzhledem k délce do 12m a dostatečnému stupni vyztužení není nutno provádět mezilehlé dilatační ani pracovní spáry.

Založení bude provedeno na celkovou šířku základu min.90cm, přičemž se předpokládá betonáž do kontaktu s výkopem. Mírná šikmost stěny výkopu není na závadu, nutno ale dodržet šířku dna min.60cm. Výztuž základu se předpokládá stejná jako u stěny, resp. výztuž stěny bude spuštěna do výkopu společně s konstruktivně doplněnými třmínky a podélnými pruty.

Výztuž římsy bude provedena v souladu s platnými vzorovými listy.

V Liberci, dne 17.5.2019
Vypracoval Ing.T.Humpal