

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD.....	2
1.1.	VŠEOBECNĚ	2
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	2
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
1.3.1.	Obecné předpoklady výpočtu.....	2
1.3.2.	Návrhové materiálové charakteristiky nosné konstrukce	3
2.	GEOMETRIE.....	4
2.1.	TVAR KONSTRUKCE	5
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE	7
3.	ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	10
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	10
3.1.1.	Vlastní tíha nosné konstrukce	10
3.1.2.	Ostatní stálá zatížení	10
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ	10
3.2.1.	Nahodilé zatížení sněhem	10
3.2.2.	Nahodilé zatížení větrem.....	10
3.2.3.	Nahodilé zatížení teplotou	11
3.2.4.	Nahodilé zatížení dopravou	11
3.2.4.1.	Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů	11
3.2.4.2.	Model zatížení 1 (LM1)	12
3.2.4.3.	Model zatížení 2 (LM2)	13
3.2.4.4.	Model zatížení 3 (LM3)	13
3.2.4.5.	Model zatížení 4 (LM4 zatížení davem lidí)	13
3.2.4.6.	Brzdné a rozjezdové síly	13
3.2.4.7.	Odstředivé a jiné příčné síly.....	14
3.2.4.8.	Nahodilá zatížení na únavu	14
4.	SESTAVENÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY	14
5.	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL.....	18
5.1.	REKAPITULACE VNITŘNÍCH SIL	18
5.2.	PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL	19
5.3.	SUPERPOZICE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ.....	22
6.	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	28
6.1.	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE PODLE MSU	28
6.1.1.	Posouzení na ohyb	28
6.1.2.	Posouzení na smyk.....	32
6.2.	POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE PODLE MSP	33
6.2.1.	Omezení trhlin a napětí	33
6.2.2.	Posouzení průhybů	33
6.2.3.	Posouzení na únavu	34
7.	SPODNÍ STAVBA	35
7.1.	NÁVRH ULOŽENÍ	35
7.2.	ÚLOŽNÉ PRAHY	35
8.	ZÁVĚR.....	36

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o návrh nového přemostění řeky Mandavy v Rumburku ul. Potoční u čp.7. Most je navržený v místě původní konstrukce.

1.2. Popis konstrukce

Nový most je charakteru desky o jednom prostě uloženém poli vějířovitého půdorysu. Nosná konstrukce je navržena jako železobetonová monolitická deska. Tloušťka desky je proměnná po šířce desky z důvodu střechovitého spádu min. tl. 300mm.

Spodní stavbu tvoří původní kamenné opěry, které budou částečně nahrazeny železobetonovým prahem kotveným do původní opěry.

Mostní svršek je opatřen monolitickou železobetonovou římsou se zábradlím.

1.3. Předpoklady výpočtu

1.3.1. Obecné předpoklady výpočtu

Předpokládá se betonáž nosné konstrukce na skruži jako celek bez vytváření pracovních spar.

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.

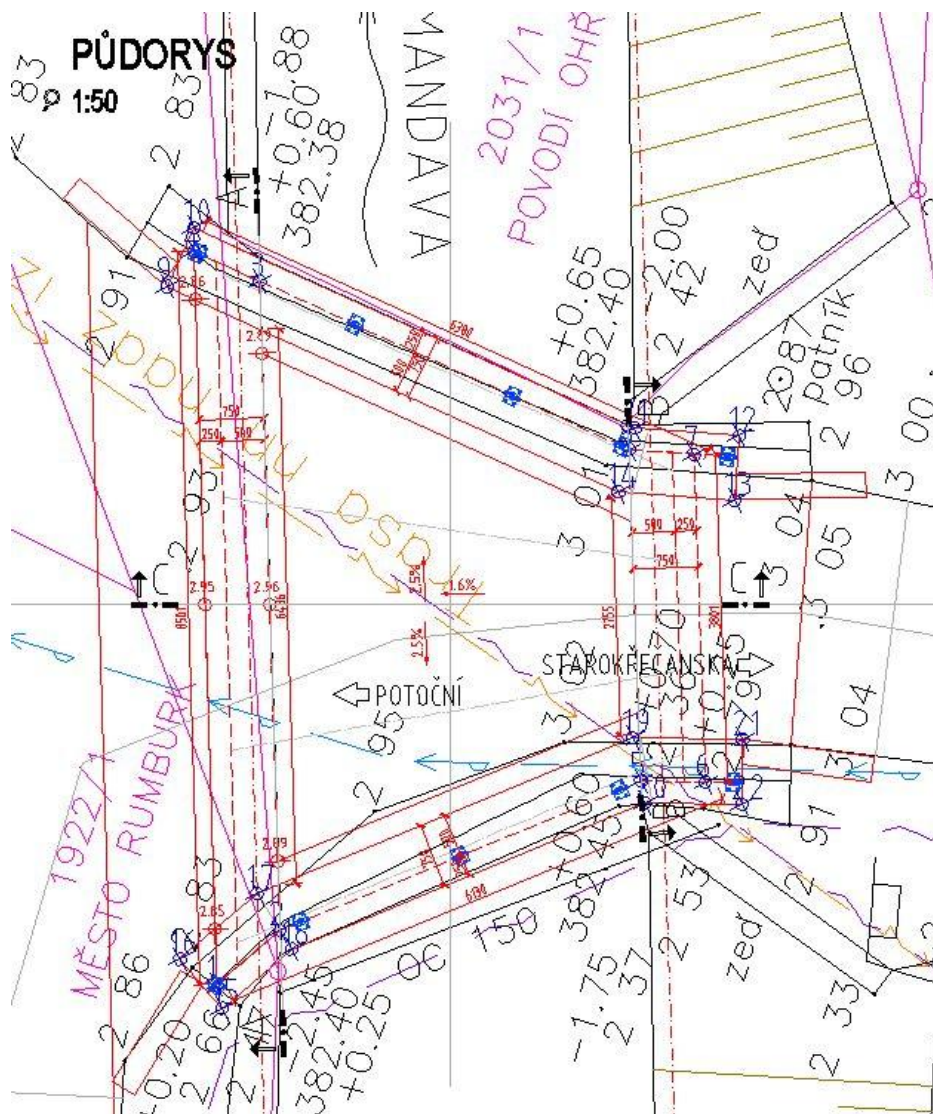
S 4			pozn.	základní třída konstrukce životnost 50 let
+2 třídy	2		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	návrhová životnost 100 let
-1 třídy	-1		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	zajištění zvláštní kontroly kvality výroby betonu
S 5				výsledná třída konstrukce
$c_{min,dur}= 40$	mm		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 4.4N	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 kolmá deska prostě uložená s tloušťkou odpovídající navrhovanému tvaru.

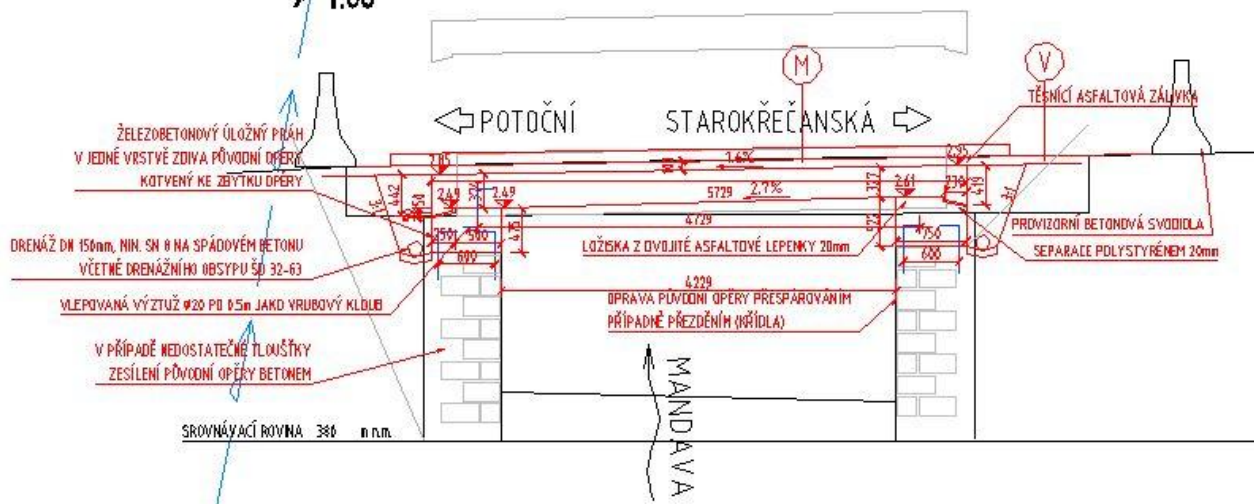
2.1. Tvar konstrukce

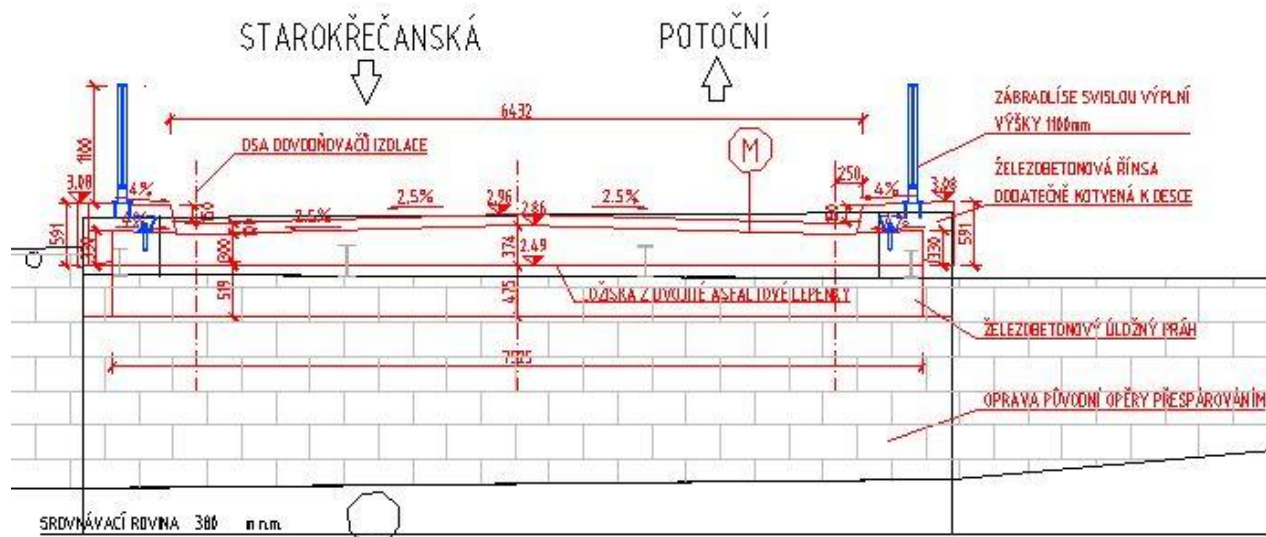
Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované dokumentace.



PODÉLNÝ ŘEZ C-C STŘEDEM MOSTU

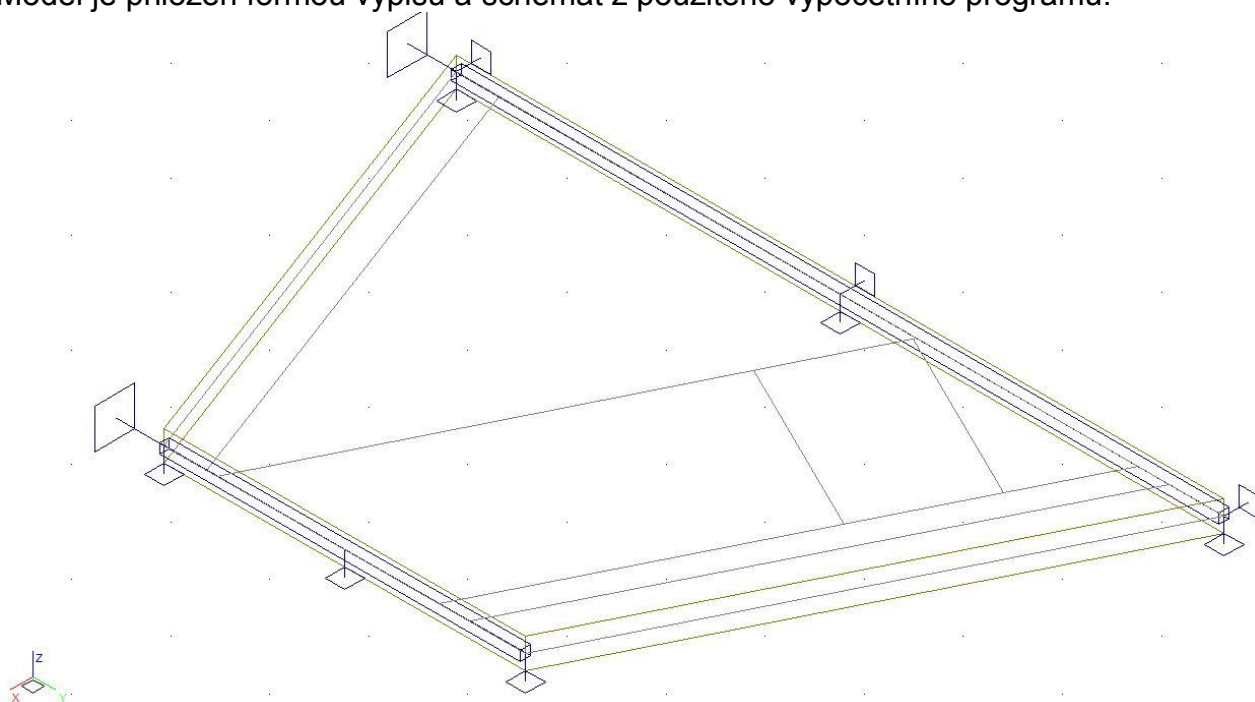
1:50





2.2. Model nosné konstrukce

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



Údaje o konstrukci

Jméno projektu RumburkM5

Autor projektu JH

Popis projektu

Rozměr projektu

Prostor

Datum 26.4.2019

Čas 10:10

Prutů 0
Ploch 1
Zatížení 43
Podpor 4
Bodů 0
Liníí 36
Ploch 0
Kontaktů 0
Materiálů 1
Průřezů 0
Tloušťek 1
Podloží 0
Skupin 2
Zat. stavů 32

Údaje o konstrukci

Geometrie - délky m
Geometrie - úhly deg
Průřezy - délky m
Zatížení, výsledky - síly kN
Zatížení, výsledky - napětí kPa
Zatížení, výsledky - délky m
Deformace - posuny m
Deformace - natočení deg
Čas sec
Teplota °C
Hmota t

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
B35	BETON	3.450e+07	0.200	2.500	1.000e-05			0.100

Výpis zadanych tloušťek:

Označení	Materiál	Tloušťka [m]
deska	*B35	0.300

Výpis zat. stavů, kombinací a obalových křivek:

Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G0	1.350	vl.t	Perm - stálé	0	Perm	Ne
G1	1.350	ostatní stálé	Perm - stálé	0	Perm	Ne
LM4	1.500	dav	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_1	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_2	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_3	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_4	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_5	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_1	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_2	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_3	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_4	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_5	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano

Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
KZ	min/max	KZ0001, KZ0002, KZ0003, KZ0004, KZ0005, KZ0006
	KZ0001	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1$
	KZ0002	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot LM1_2$
	KZ0003	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot LM4$
	KZ0004	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot LM2_5$
	KZ0005	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot LM1_3$
	KZ0006	$1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot LM1_1$

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.

$$g_{deska} = 0.3 \cdot 25 = 7.5 \text{ kNm/m}^2$$

3.1.2. Ostatní stálá zatížení

Zatížení jsou definována následovně.

$$g_{vozovka} = 0.1 \cdot 25 = 2.5 \text{ kNm/m}^2$$

$$g_{římسا} = (0.25 \cdot 0.8 + 0.25 \cdot 0.4) \cdot 25 = 7.5 \text{ kNm/m}^2$$

$$g_{zábradlí} = 1 \text{ kN/m}$$

3.2. Nahodilá zatížení

3.2.1. Nahodilé zatížení sněhem

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

3.2.2. Nahodilé zatížení větrem

Vzhledem k velikosti a tvaru mostu nemá 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 -52°C a oteplení o $+48^{\circ}\text{C}$.

	3	typ	EN 1991-1-5, 6.1.1, str 15	stanovení typu konstrukce mostu
$T_{\min}=$	-32.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.2, str 15, NA2.20 str 37, obr NA2 str 39	minimální teplota vzduchu ve stínu
$T_{\max}=$	34.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.2, str 15, NA2.20 str 37, obr NA1 str 39	maximální teplota vzduchu ve stínu
$T_{e,\min}=$	-22.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_{e,\max}=$	38.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_0=$	10.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, NA 2.21	výchozí teplota, teplota nosné konstrukce v době zabudování
$\Delta T_{N,\text{noc}}=T_{e,\min}-T_0=$	-32.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, str 18	charakteristická hodnota max rozsahu rovnoměrné složky teploty pro výpočet zkrácení
$\Delta T_{N,\text{exp}}=T_{e,\max}-T_0=$	28.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, str 18	charakteristická hodnota max rozsahu rovnoměrné složky teploty pro výpočet
Zatížení pro ložiska a dilatační spáry				
$\Delta T_{N,\text{noc}}-20=$	-52.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{exp}}+20=$	48.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{noc}}-10=$	-42.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{exp}}+10=$	38.0	$^{\circ}\text{C}$	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota

Rozdílové složky teploty se na tento typ konstrukce neuplatní.

3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

3.2.4.1. Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů

Rozdělení je důležité pro správnou volbu zatěžovacích schémat.

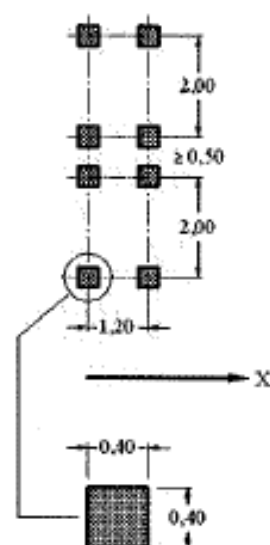
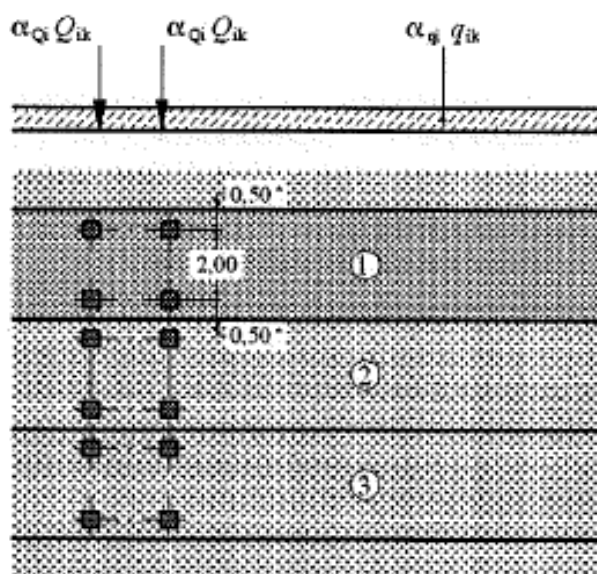
Zatěžovací pruhu byly přizpůsobeny půdorysnému tvaru konstrukce

w=	2.7 m		skutečná šířka vozovky na mostě
w=	2.3 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
	0.45 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.

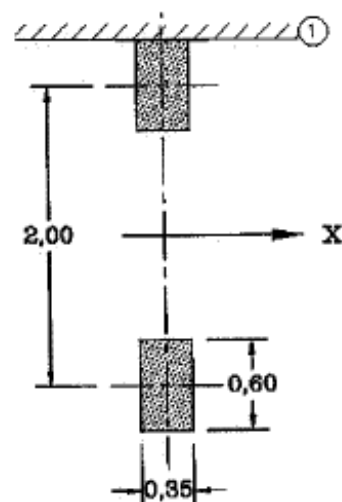
umístění	Soustředěné zatížení				Rovnoměrné zatížení		
	Q_{ik} [kN]	α_{Qi}	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i$ [kN]	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i / 0.4 \cdot 0.4$ [kN/m ²]	q_{ik} [kN/m ²]	α_{qi}	$\alpha_{qi} \cdot q_i$ [kN/m ²]
Pruh č.1	300	0.8	240	1500	9	0.8	7.2
Pruh č.2	200	0.8	160	1000	2.5	1	2.5
Pruh č.3	100	0.8	80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

Model LM3 nebyl uvažován z důvodu proporcí mostu.

3.2.4.5. Model zatížení 4 (LM4 zatížení davem lidí)

Uvažuji zatížení davem lidí 5kN/m².

$q_{fk} =$	5	kN/m ²	EN 1991-2, str 3, str 52	charakteristické zatížení na chodníku
$L =$	5	m	EN 1991-2, str 52	zatěžovací délka
$q_{fk} = 20 + 120 / (L + 30) =$	5.4	kN/m ²	EN 1991-2, str 52	$2.5 \text{ kN/m}^2 \leq q_{fk} \leq 5.0 \text{ kN/m}^2$

3.2.4.6. Brzdné a rozjezdové síly

Uvažuji brzdné síly pro návrh spodní stavby

$Q_{1k} =$	300	kN	EN 1991-2, str 32	charakteristické hodnoty model zatížení 1
$q_{1k} =$	9	kN/m ²	EN 1991-2, str 32	charakteristické hodnoty model zatížení 1
$\alpha_{Q1} =$	0.8		EN 1991-2, str 143, NA 2.12	
$\alpha_{q1} =$	0.8		EN 1991-2, str 143, NA 2.12	
$w_1 =$	2.25	m	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max. 3.0m
$L =$	5	m	EN 1991-2, str 36	délka nosné konstrukce nebo uvažované části
$Q_{1k} = 0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L =$	296.1	kN	EN 1991-2, str 36	uvažuje se v úrovni povrchu vozovky $180 \cdot \alpha_{Q1} \text{ kN} \leq Q_{1k} \leq 900 \text{ kN}$

3.2.4.7. Odstředivé a jiné příčné síly

Není rozhodující, neuvažují.

3.2.4.8. Nahodilá zatížení na únavu

Uvažují zatížení LM1 s případnou redukcí.

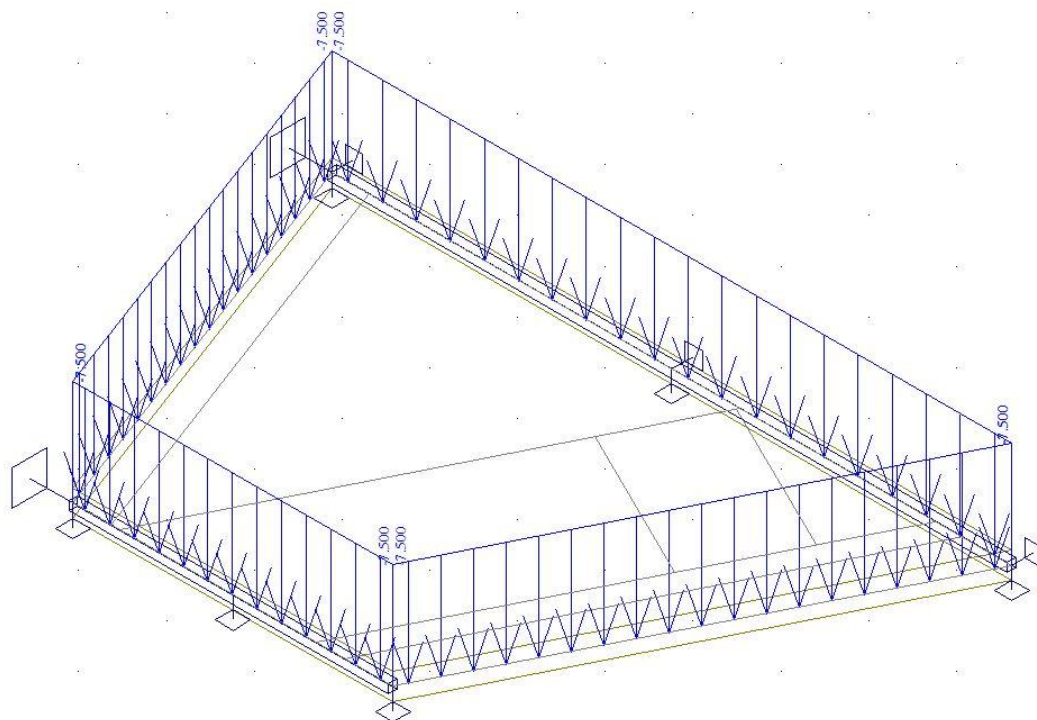
4. Sestavené zatěžovací stavy

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.

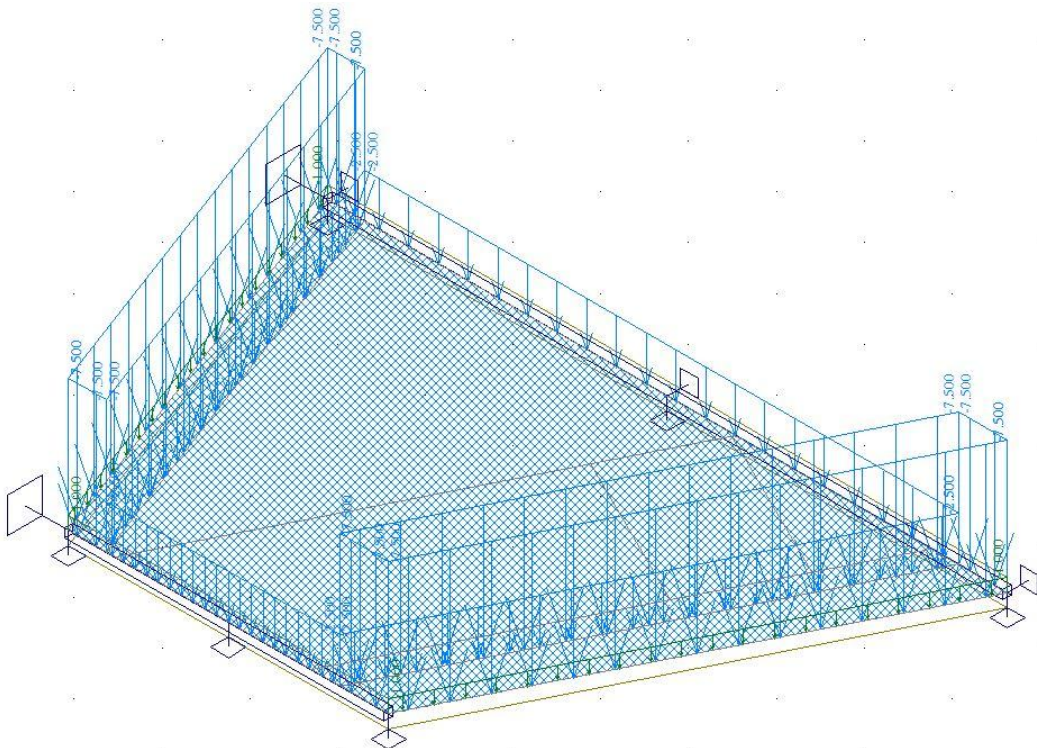
Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G0	1.350	vl.t	Perm - stálé	0	Perm	Ne
G1	1.350	ostatní stálé	Perm - stálé	0	Perm	Ne
LM4	1.500	dav	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_1	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_2	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_3	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_4	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM1_5	1.500	TS+UDL	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_1	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_2	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_3	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_4	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano
LM2_5	1.500	ideální2náp	Short - krátkodobé	0	Short !	Ano

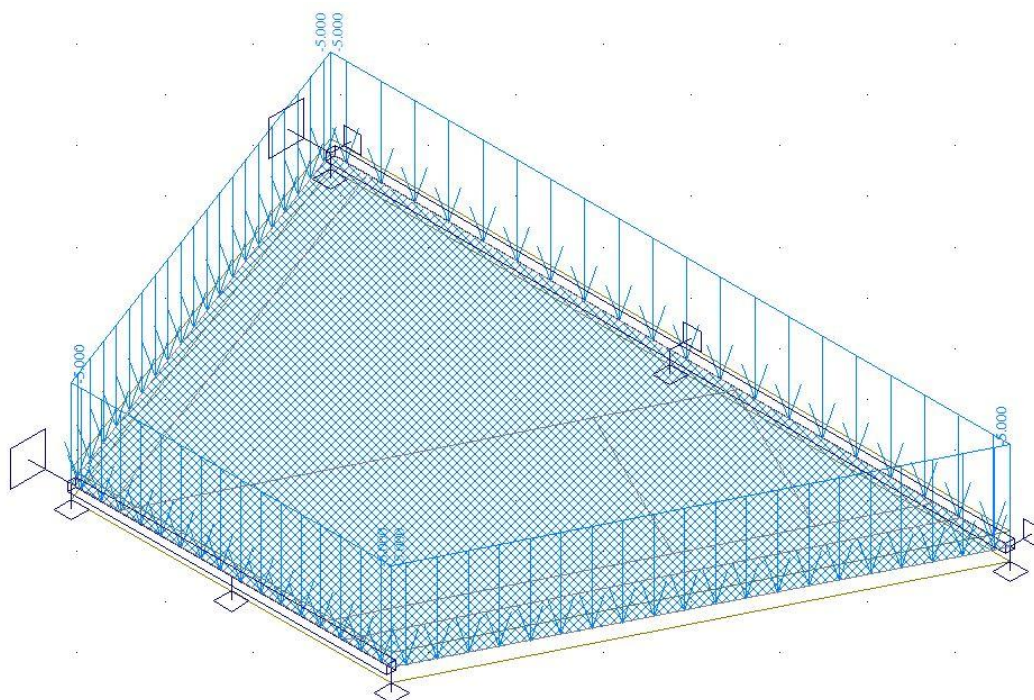
G0 1.350 vlt Perm - stálé 0 Perm Ne



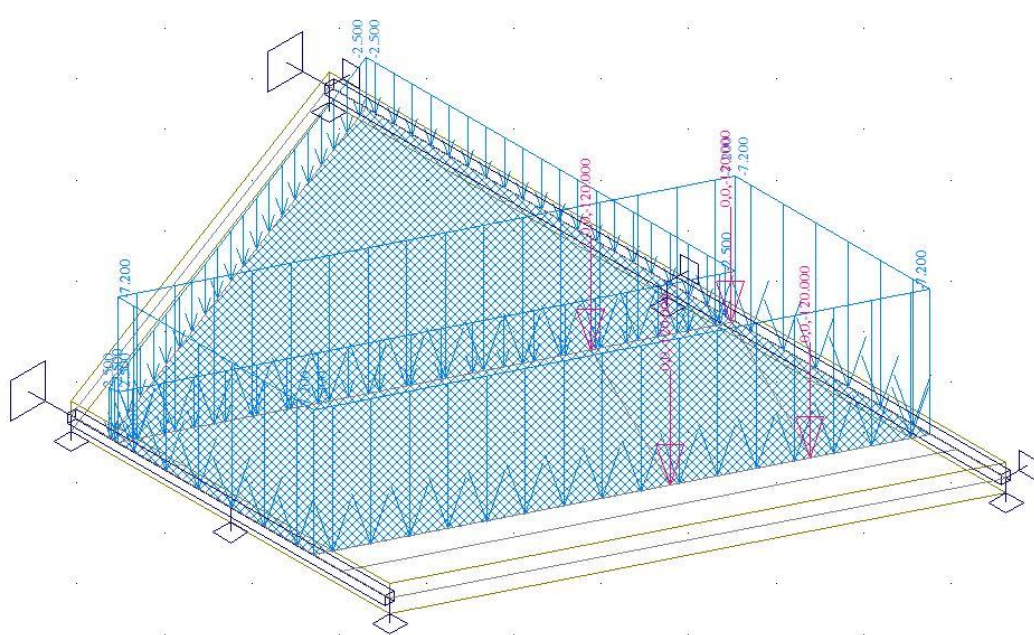
G1 1.350 ostatní stálé Perm - stálé 0 Perm Ne



LM4 1.500 dav Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



LM1_1 1.500 TS+UDL Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



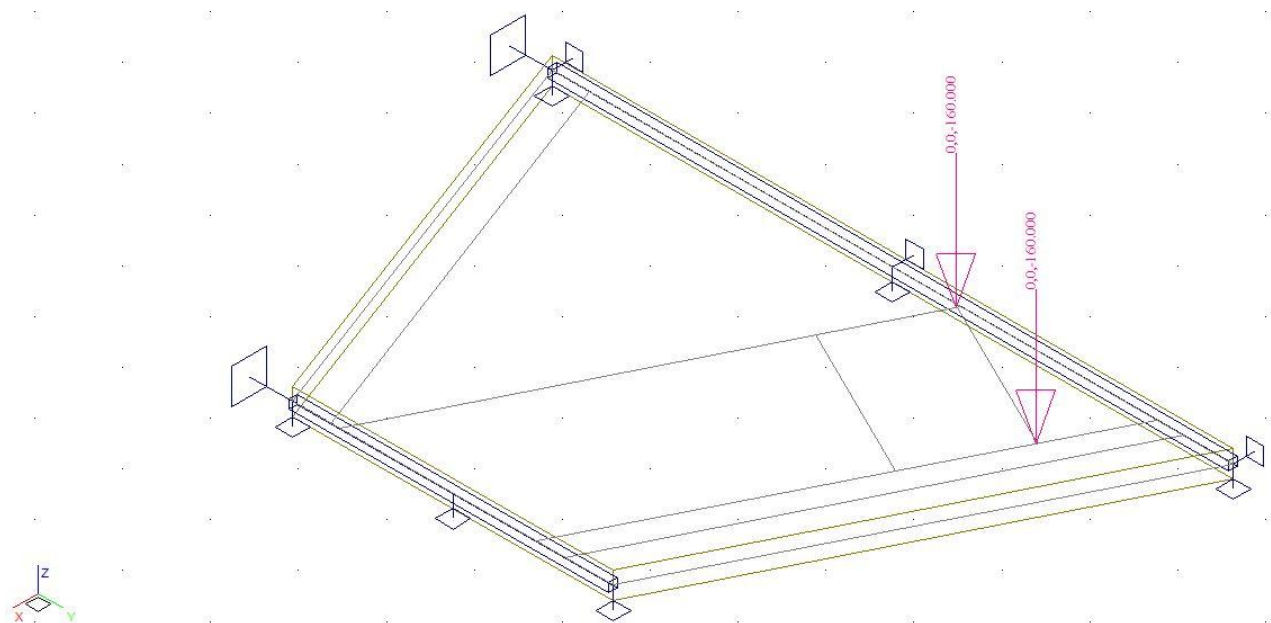
LM2_1 1.500

ideální2náp

Short - krátkodobé 0

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

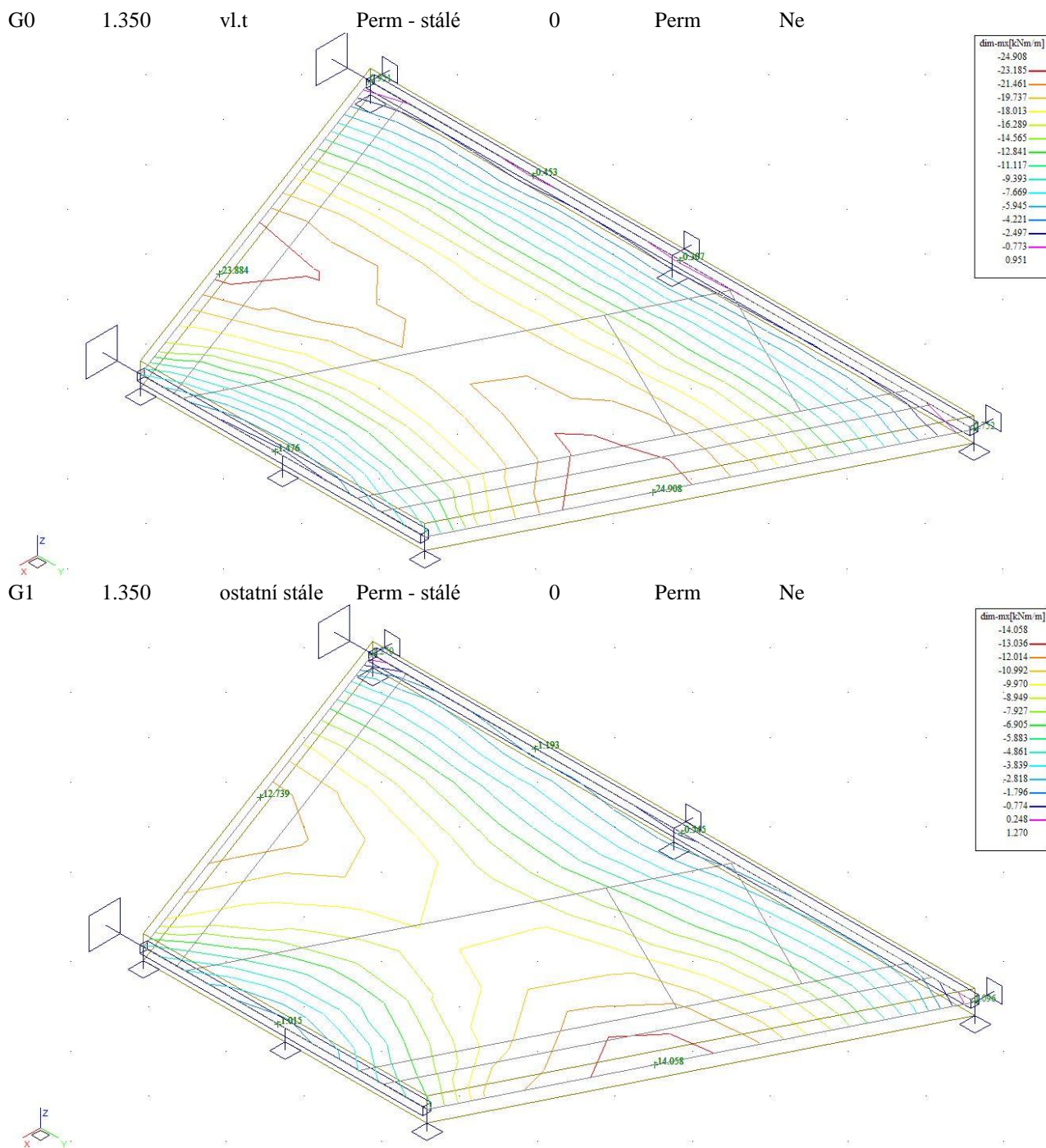
Rekapitulace je provedena pouze pro vybrané vnitřní síly tak, aby bylo možné ověřit správnost superpozice. Ostatní vnitřní síly jsou zohledněny ve strojové superpozici.

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

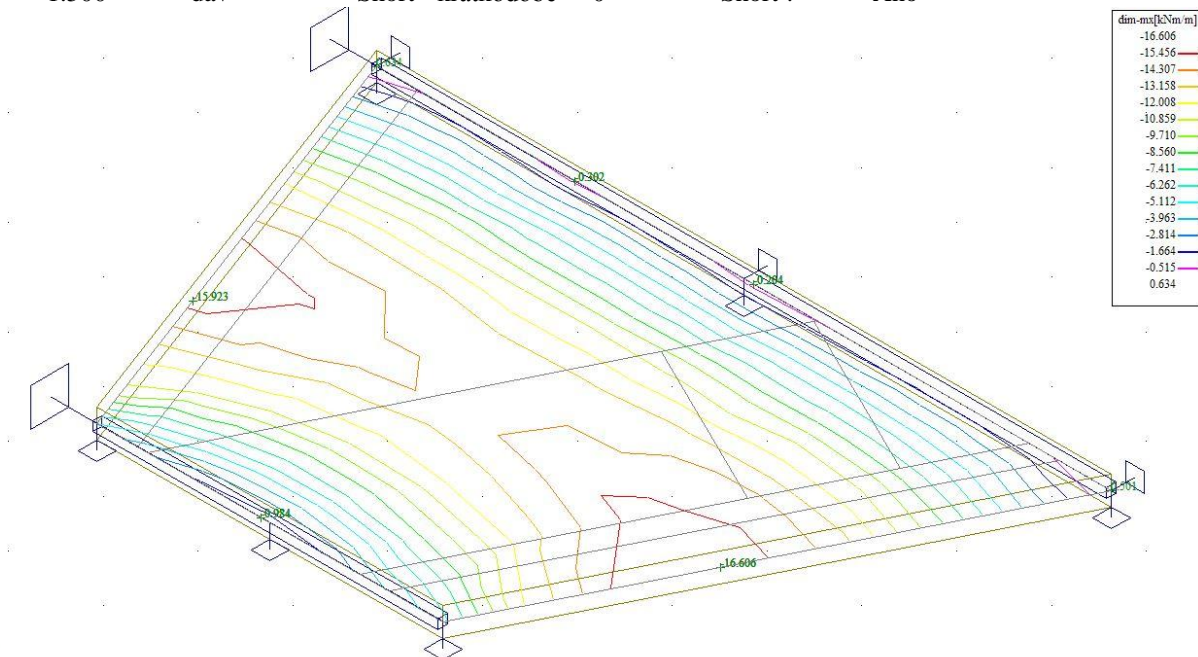
G0	24.9	1.35	1.00	1.00	34
G1	14.1	1.35	1.00	1.00	19
LM1	131.6	1.50	1.00	1.00	197
LM2	107.0	1.50	1.00	1.00	160
LM4	16.6	1.50	1.00	1.00	25
hl_komb	171				250

5.2. Průběh vnitřních sil

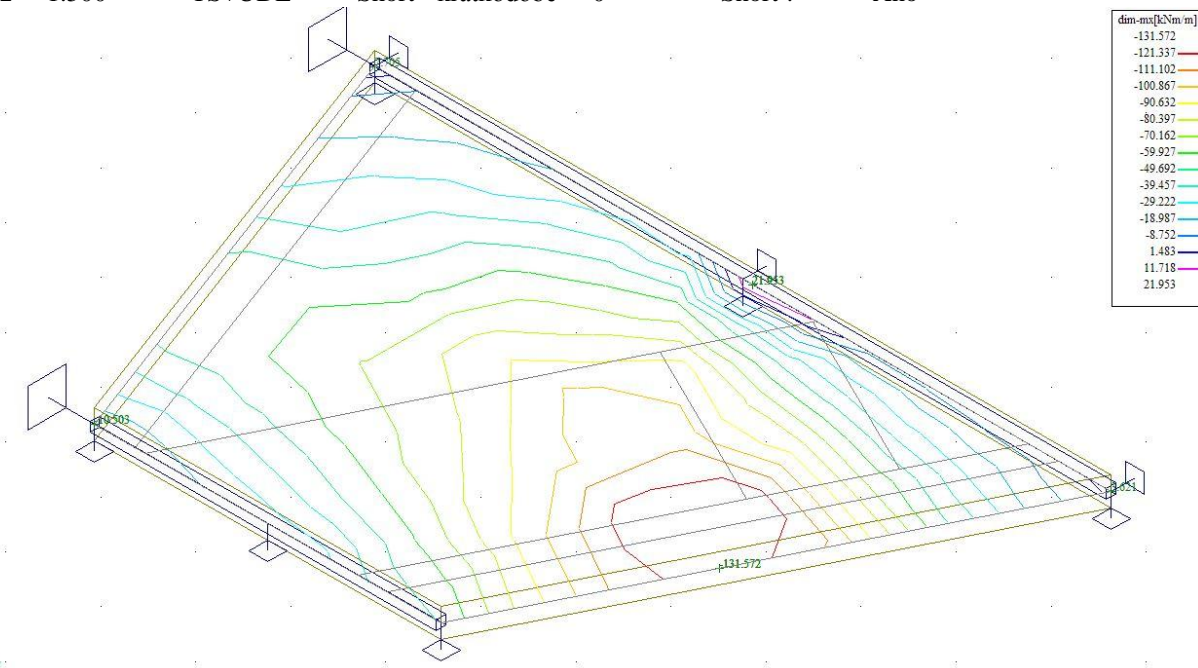
Přiloženy jsou pouze průběhy podélných dimenzačních ohybových momentů v rozhodujících zatěžovacích stavech.



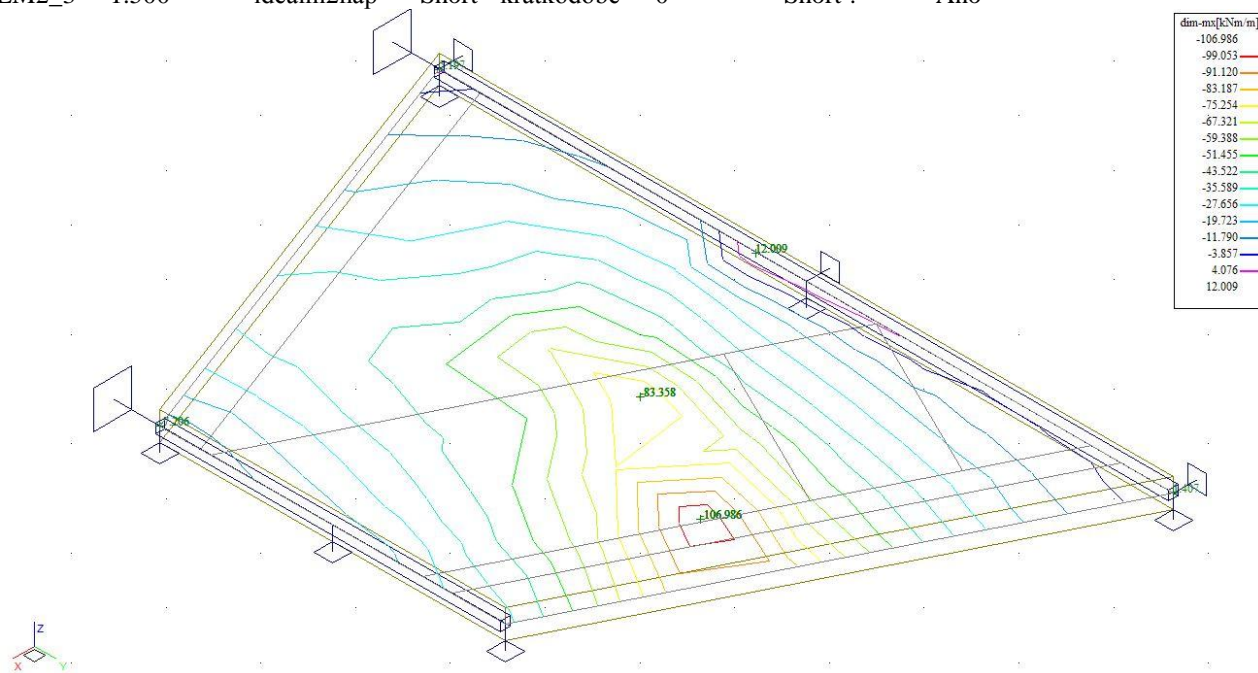
LM4 1.500 dav Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



LM1_2 1.500 TS+UDL Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



LM2_3 1.500 ideální2náp Short - krátkodobé 0 Short ! Ano



5.3. Superpozice zatěžovacích stavů

Superpozice je provedena strojovým výpočtem pro všechny vnitřní síly v konstrukci se započtením vlastní tíhy nosné konstrukce, ostatního stálého zatížení a nahodilého zatížení včetně dynamického součinitele podle následujícího schématu. Pro potřeby kombinace byly jednotlivé zatěžovací stavy LM1 zkombinovány s příslušným rovnoměrným zatížením.

$$M_{\min}^{\max} = M_{\text{vl.tíha}} + M_{\text{ost.stálé}} + \delta \cdot M_{\min}^{\max} M_{\text{nahodilé}}$$

Výpis kombinací zatěžovacích stavů :

Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
KZ	min/max	KZ0001, KZ0002, KZ0003, KZ0004, KZ0005, KZ0006
	KZ0001	1.35*G0+1.35*G1
	KZ0002	1.35*G0+1.35*G1+1.50*LM1_2
	KZ0003	1.35*G0+1.35*G1+1.50*LM4
	KZ0004	1.35*G0+1.35*G1+1.50*LM1_3
	KZ0005	1.35*G0+1.35*G1+1.50*LM2_5
	KZ0006	1.35*G0+1.35*G1+1.50*LM1_1

Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny plochy, všechny výsledky, celkové extrémy

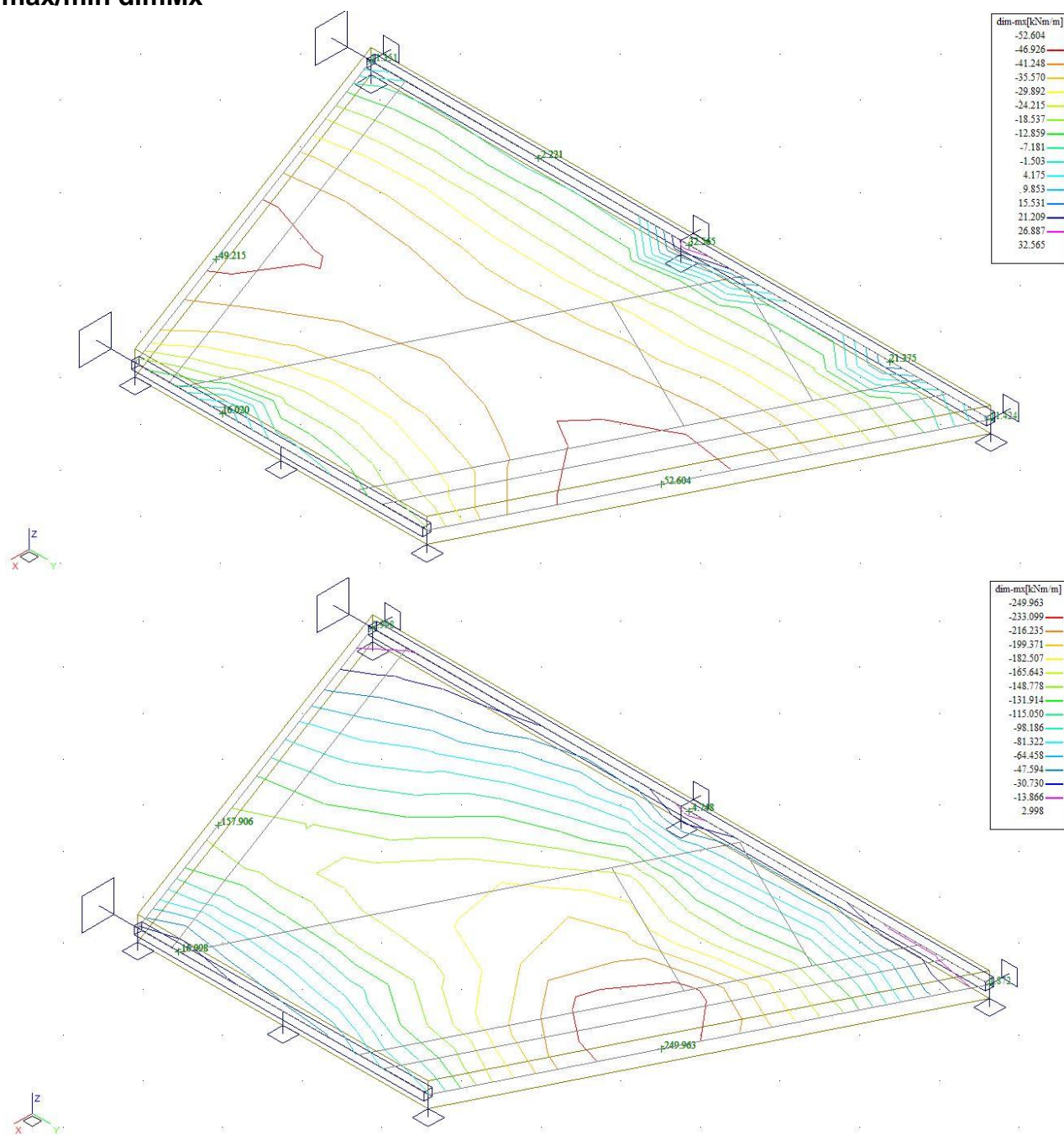
Vnitřní síly vypsány pro : všechny výsledky
osy veličiny lokální

mx, my, mxy, dim-mx, dim-my [kNm/m] ohybové momenty v lokálních osách
qx, qy [kN/m] smykové síly v lokálních osách

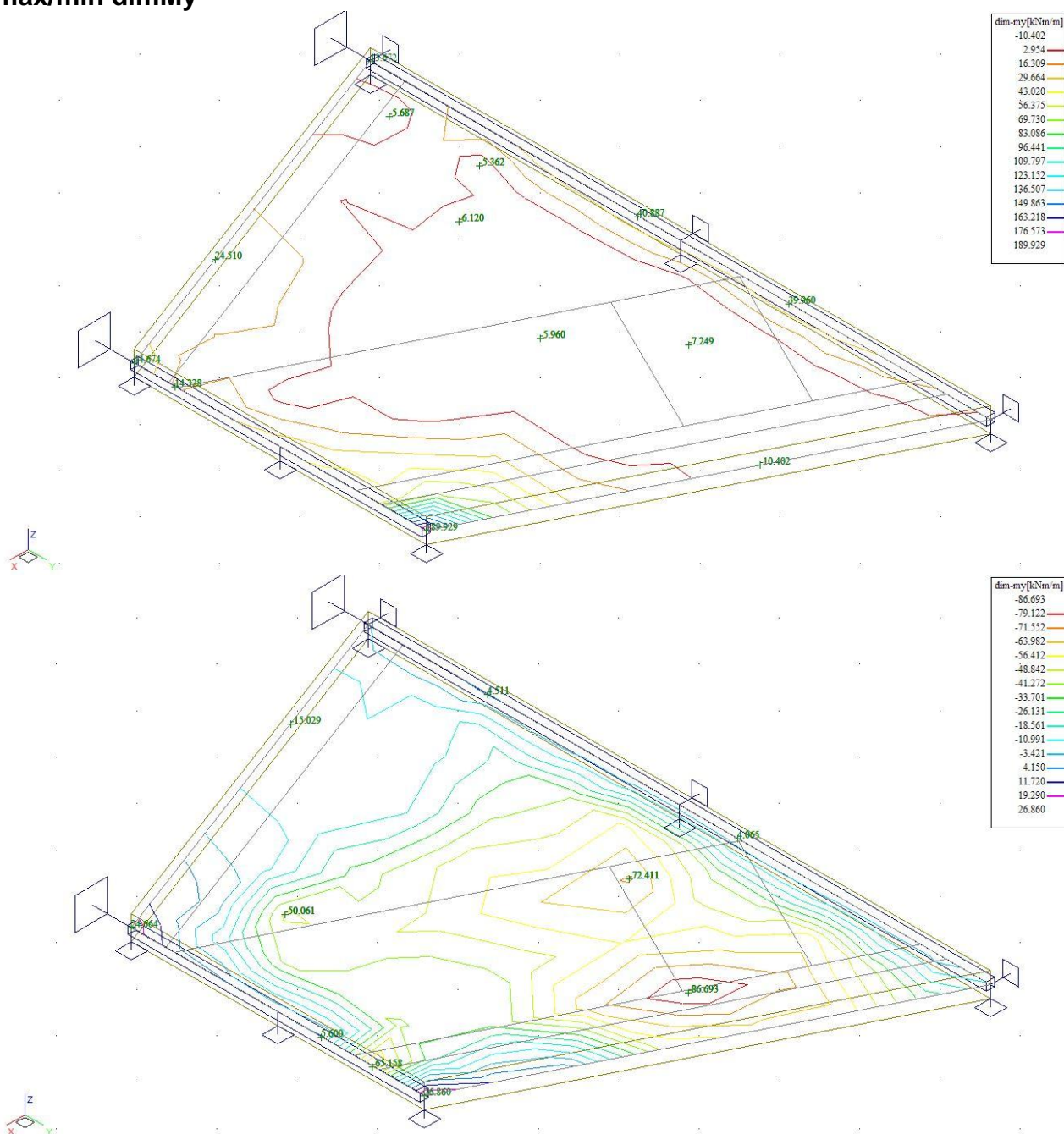
Typ obalové křivky : min/max

ID plochy	Uzel	Poloha [m]	Výsl.		dim-mx [kNm/m]	dim-my [kNm/m]	qx [kN/m]	qy [kN/m]
1	64	0.390, 2.904, 0.000	KZ0002	A	-249.963	-48.789	18.537	52.733
1	52	-2.367, 0.494, 0.000	KZ0002	B	32.565	36.995	-165.138	7.383
1	65	-0.409, 2.468, 0.000	KZ0002	C	-240.850	-86.693	-48.998	23.622
1	48	2.354, 1.934, 0.000	KZ0002	D	-96.258	189.929	202.926	50.274
1	53	-1.911, 0.823, 0.000	KZ0002	E	-79.605	-46.163	-176.087	13.299
1	48	2.354, 1.934, 0.000	KZ0004	F	-82.527	153.582	253.092	28.348
1	42	-1.134, 0.073, 0.000	KZ0002	G	-149.095	-51.688	-75.260	-48.071
1	69	-0.440, 3.313, 0.000	KZ0002	H	-207.881	-61.061	-56.528	75.841

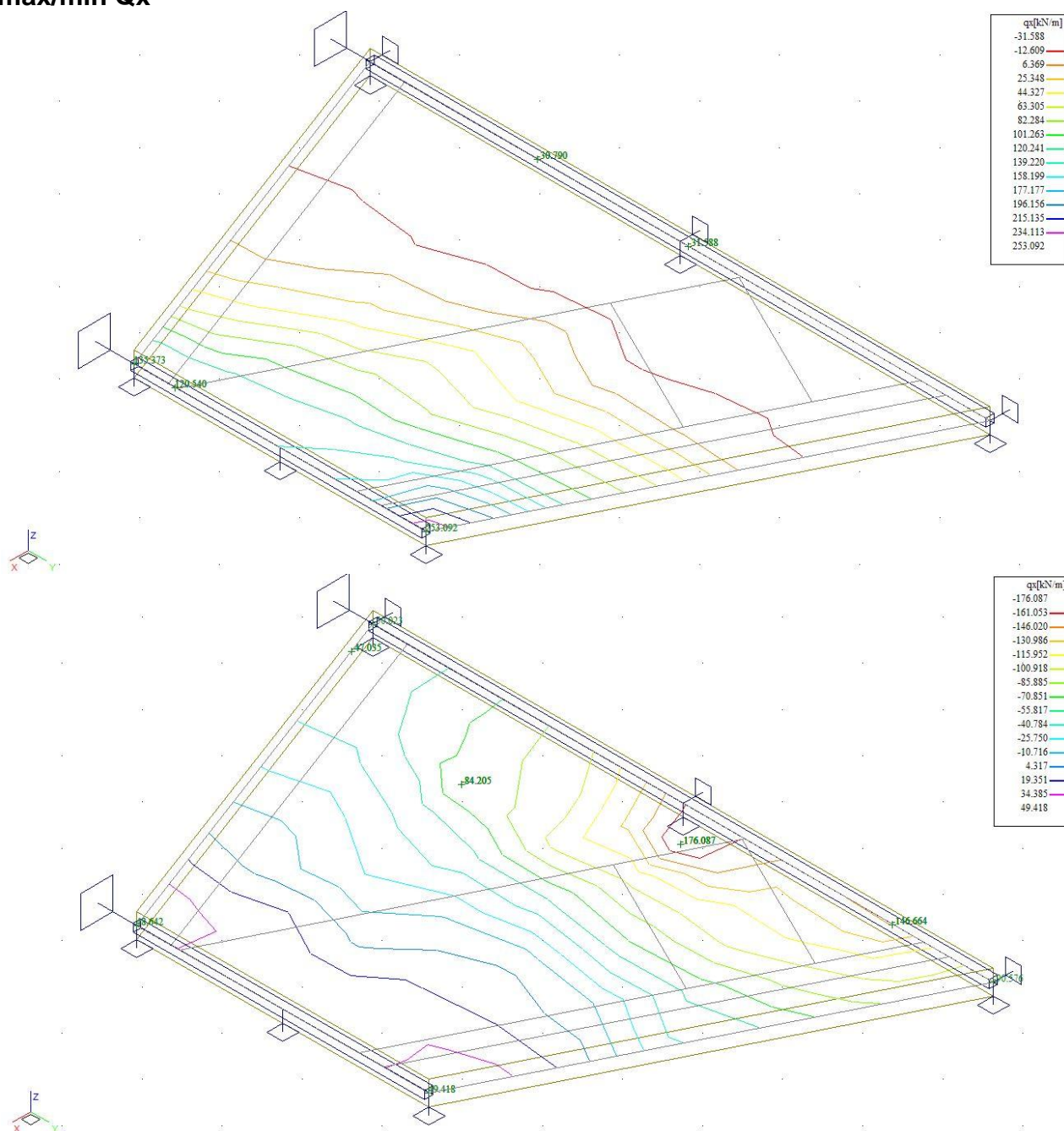
max/min dimMx



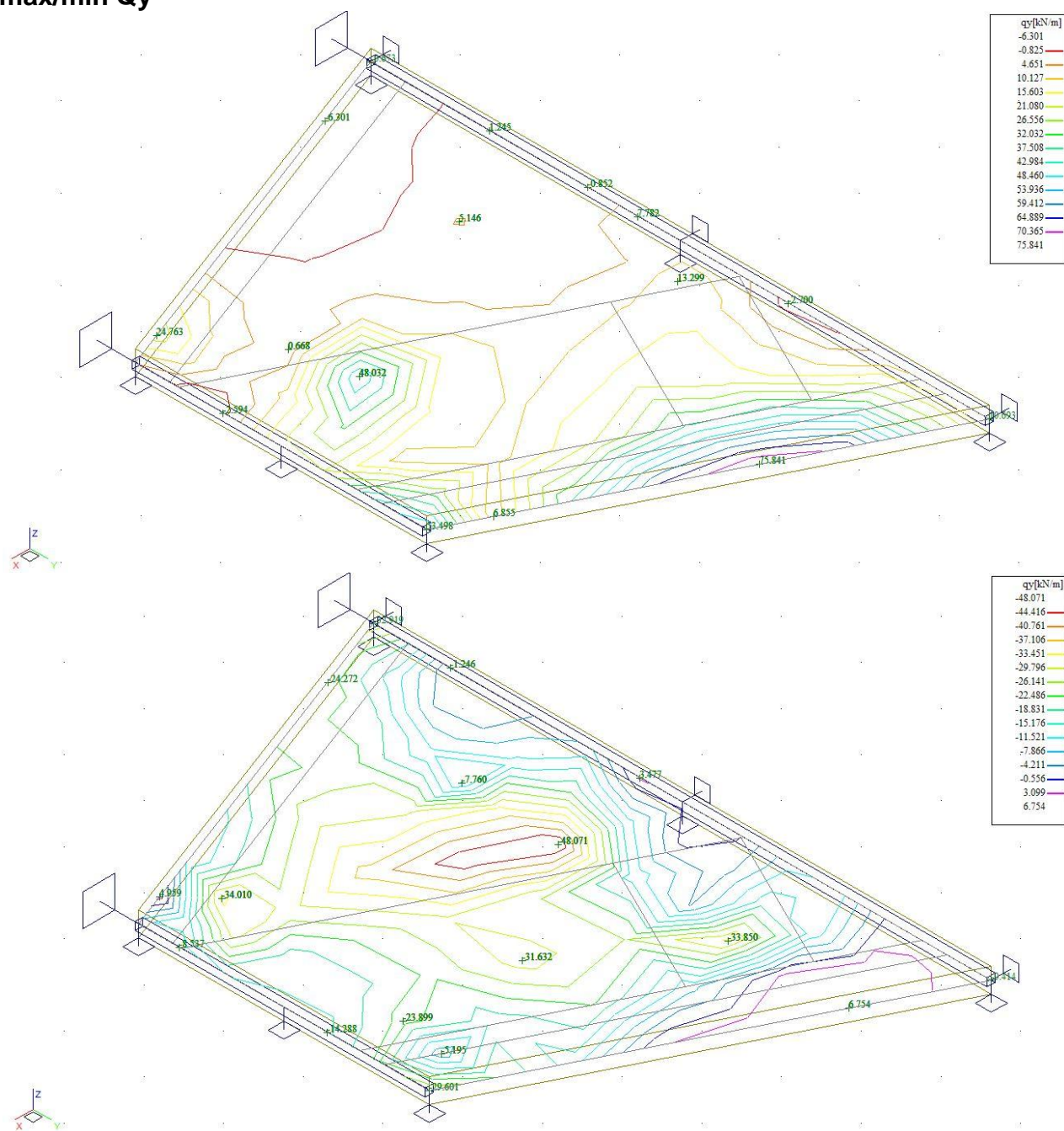
max/min dimMy



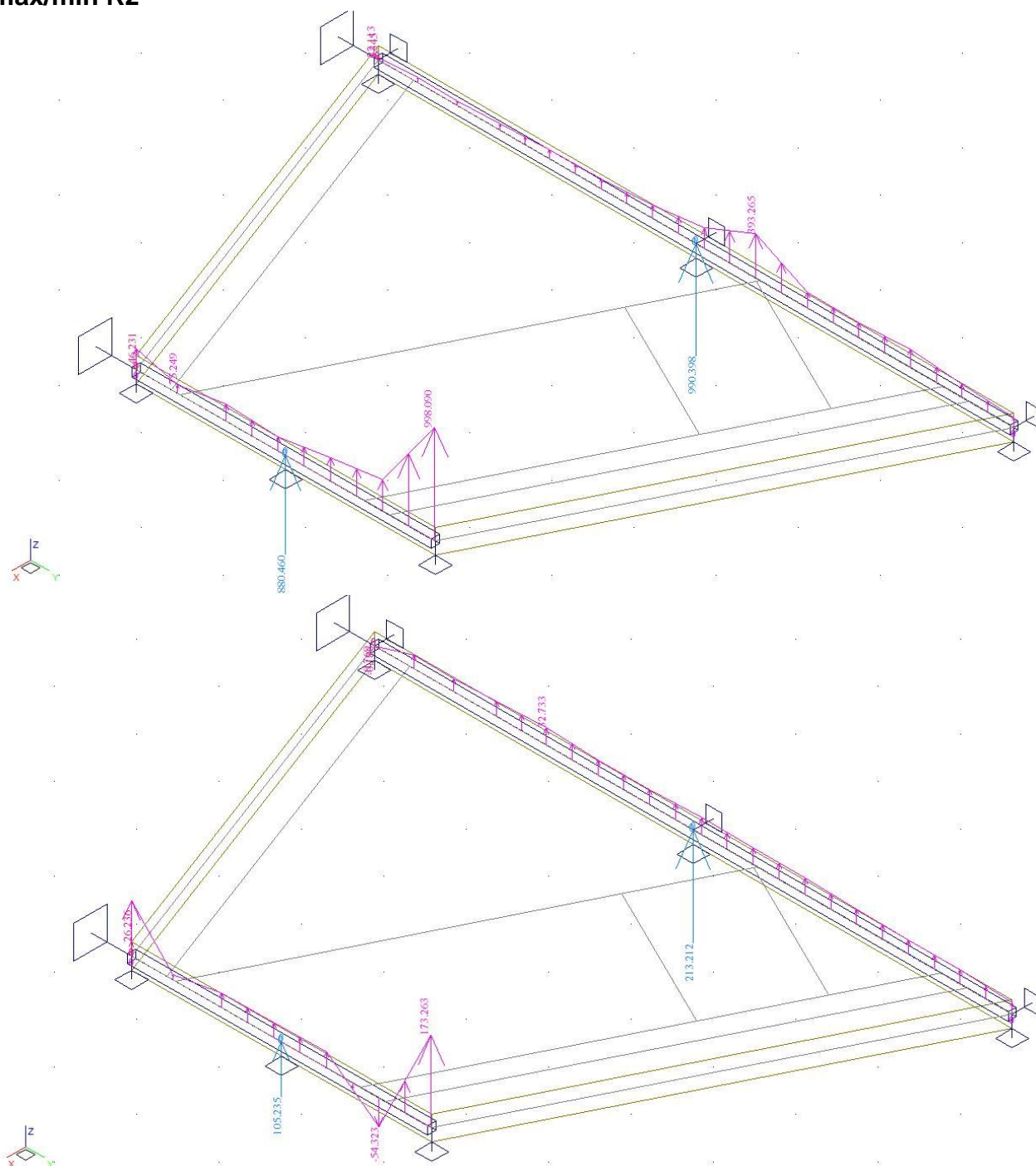
max/min Qx



max/min Qy



max/min Rz



6. Posouzení nosné konstrukce

6.1. Posouzení nosné konstrukce podle MSU

6.1.1. Posouzení na ohyb

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

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

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

Výpočet napětí v železobetonovém průřezu je proveden v následující tabulce podle teorie mezních stavů:

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

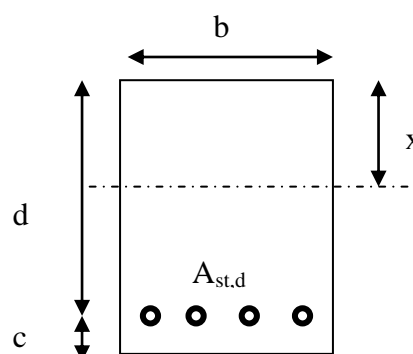
$$x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) < x_{bal} = d \cdot \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}}$$

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

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

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				
$M_{ed}[MNm]=$	0.250		$A_{st,d}$	9	ϕ	20	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.300	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.050	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.250						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000377		$A_{xmin-\ell\ell}[m^2]=$	0.000325		mimimální plocha výztuže	
$x_{bal}[m]=$	0.154215	>	$x[m]=$	0.085123		omezení výšky tlačené oblasti	
$A_{st,req}[m^2]=$	0.002663	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.002827		ověření návrhové plochy výztuže	
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	1.13	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.090391		$M_{Rd}[MNm]=$	0.263	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.250

Horní podélná výztuž

Namáhání			Návrh výztuže				
$M_{ed}[MNm]=$	0.032		$A_{st,d}$	9	ϕ	12	
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli					
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035
$h[m]=$	0.300	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800
$c[m]=$	0.050	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000
$d[m]=$	0.250						
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky							
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000377		$A_{xmin-\ell\ell}[m^2]=$	0.000325		mimimální plocha výztuže	
$x_{bal}[m]=$	0.154215	>	$x[m]=$	0.009558		omezení výšky tlačené oblasti	
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000299	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001018		ověření návrhové plochy výztuže	
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.41	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60
Moment únosnosti							
$x[m]=$	0.032541		$M_{Rd}[MNm]=$	0.105	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.032

Dolní příčná výztuž v poli

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0.087		$A_{st,d}$	9	ϕ	12		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035	
$h[m]=$	0.300	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800	
$c[m]=$	0.050	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[Mpa]=$	200000	$\eta=$	1.000	
$d[m]=$	0.250							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000377		$A_{xmin-\ell\ell}[m^2]=$	0.000325		mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0.154215	>	$x[m]=$	0.026732		omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000836	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001018		ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{minx}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.41	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0.032541		$M_{Rd}[MNm]=$	0.105	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.087	

Horní příčná výztuž

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0.080		$A_{st,d}$	9	ϕ	12		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[m]=$	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$	2.9	$f_{yk}[MPa]=$	500	$\varepsilon_{cu}=$	0.0035	
$h[m]=$	0.300	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800	
$c[m]=$	0.050	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[Mpa]=$	200000	$\eta=$	1.000	
$d[m]=$	0.250							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000377		$A_{xmin-\ell\ell}[m^2]=$	0.000325		mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0.154215	>	$x[m]=$	0.024489		omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0.000766	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001018		ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{minx}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.41	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0.032541		$M_{Rd}[MNm]=$	0.105	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.080	

Horní příčná výztuž v tupém rohu

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0.140		$A_{st,d}$	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	
$h[m]=$	0.300	$f_{ck}[MPa]=$	30.0	$f_{yd}[MPa]=$	435	$\lambda=$	0.800	
$c[m]=$	0.050	$f_{cd}[MPa]=$	17.0	$E_s[MPa]=$	200000	$\eta=$	1.000	
$d[m]=$	0.250							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0.000377		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0.000325		mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0.154215	>	$x[m]=$	0.044319		omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0.001386	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0.001810		ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{min}[\%]=$	0.15	<	$\mu[\%]=$	0.72	<	$\mu_{max}[\%]=$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0.057850		$M_{Rd}[MNm]=$	0.178	>	$M_{ed}[MNm]=$	0.140	

6.1.2. Posouzení na smyk

Návrh smykové výztuže je proveden na průměrnou výslednou smykovou sílu ze strojové superpozice stanovenou podle vztahu:

$$\dim Q = \sqrt{q_{xz}^2 + q_{yz}^2} = \sqrt{181^2 + 70^2} = 194 \text{ kN}$$

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

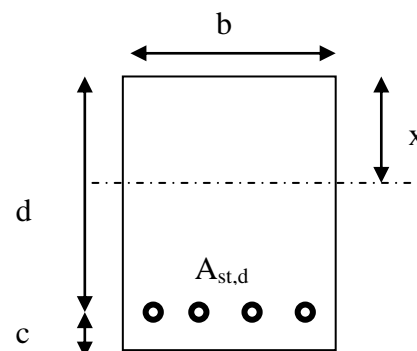
$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad (\theta = 22 - 45^\circ)$$

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

šikmá výztuž

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

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



Namáhání		Ohybová výztuž							
V _{ed} [MN]=	0.194	9	ϕ	20		A _{st,d} [m²]=	0.002827		
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli									
b[m]=	1.000	f _{ctm} [MPa]=	2.9	f _{yk} [MPa]=	500	ε _{cu} =	0.0035	θ[°]=	45.0
h[m]=	0.300	f _{ck} [MPa]=	30.0	f _{yd} [MPa]=	435	λ=	0.800	α[°]=	45.0
c[m]=	0.050	f _{cd} [MPa]=	17.0	E _s [Mpa]=	200000	η=	1.000	k _{pom} =	1.89
d[m]=	0.250	x[m]=	0.090	σ _{cp} [Mpa]=	0	α _{cw} =	1.000	k=	1.89
Beton									
V _{Rd,cl} [MN]=	0.184	>	V _{Rd,min} [MN]=	0.091	V _{Rd} [MN]=	0.184	nutná smyková výztuž		
Spony		3	ϕ	6	s[m]=	0.33	A _{sw} [m²]=	0.000085	
V _{Rd,sl} [MN]=	0.024	<	V _{Rd,max} [MN]=	0.960	V _{Rd} [MN]=	0.208	vyhovuje bez ohybů		
Ohyby		0	ϕ	25	s[m]=	0.25	A _{sw} [m²]=	0.000000	
V _{Rd,sl} [MN]=	0.000	<	V _{Rd,max} [MN]=	0.480	V _{Rd} [MN]=	0.208	vyhovuje		

6.2. Posouzení nosné konstrukce podle MSP

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

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

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

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

M_{char}[MNm]= 0.171	A_s[m²]= 9	φ 20	A_s[m²]= 0.002827	σ_s[Mpa]= 283
b[m]= 1.000	f_{ct, eff}[MPa]= 2.9	f_{yk}[MPa]= 500	x[m]= 0.090391	k_t= 0.600
h[m]= 0.300	f_{ck}[MPa]= 30.0	f_{yd}[MPa]= 435	λ= 0.800	k₁= 0.800
c[m]= 0.050	f_{cd}[MPa]= 17.0	ε_{cu}= 0.0035	η= 1.000	k₂= 0.500
d[m]= 0.250	E_{cm}[Mpa]= 36000	E_s[Mpa]= 200000	α_e= 5.556	k₃= 3.400
h_{c, eff}[m]= 0.070	A_p[m²]= 0	φ 15.5	A_p[m²]= 0.000000	k₄= 0.425
A_{c, eff}[m²]= 0.070	ξ= 0.500	ξ₁= 0.803	ρ_{p, eff}= 0.040467	ε_{sm}-ε_{cm}= 0.001
s_{r, max}[mm]= 84	w_{kl}[mm]= 0.10	<	w_{lim}[mm]= 0.3	
k_c= 0.600	k_y= 0.800			
σ_s[Mpa]= 283	< 400		σ_c[Mpa]= 11.058	< 18

6.2.2. Posouzení průhybů

Průhyby uprostřed rozpětí na kraji konstrukce jsou:

$$v_g = 1.191 \text{ mm}$$

$$v_p = v_{max} - v_g = 5.024 - 1.191 = 3.833 \text{ mm}$$

$$v_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{4750}{300} = 15.83 \text{ mm} > v_{max} = 3.833 \text{ mm}$$

6.2.3. Posouzení na únavu

Posudek je proveden na namáhání od zatížení bez součinitele zatížení. To je v daném případě určeno pouze pro podélné momenty z extrémů strojové superpozice následovně:

S ohledem na malou inzenzitu zatížením uvažuji únavové zatížení redukcí LM1 na 50% namísto normou požadovaných 70%.

$$M_{equ-max} = 24.9 + 14.1 + 131.6 \cdot 0.5 = 105 \text{ kNm/m}$$

$$M_{equ-min} = 39 \text{ kNm/m}$$

Únava betonu:

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

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

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

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

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

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

Únava betonářské oceli

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

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

$M_{equ,max}[\text{MNm}] =$	0.105	$M_{equ,min}[\text{MNm}] =$	0.039		9	ϕ	20
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli						$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0.002827
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500	$\lambda =$	0.800
$h[\text{m}] =$	0.300	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435	$\eta =$	1.000
$c[\text{m}] =$	0.050	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0				
$d[\text{m}] =$	0.250					$x[\text{m}] =$	0.090
Beton:		$\sigma_{cd,max}[\text{MPa}] =$	6.8	$\sigma_{cd,min}[\text{MPa}] =$	2.5	$\beta_{cc} =$	1.099
$s =$	0.20	$t[\text{dni}] =$	100	$k_1 =$	0.85	$f_{cd,fat}[\text{MPa}] =$	14.0
podmínka 1	0.83	<	1.00			vyhovuje	
podmínka 2	0.49	<	0.58	<	0.8	vyhovuje	
Ocel:		$\sigma_{s,max}[\text{MPa}] =$	174	$\sigma_{s,min}[\text{MPa}] =$	65		
$\gamma_{F,fat} =$	1.00	$\gamma_{s,fat} =$	1.00	$\Delta \sigma_{RSK}[\text{MPa}] =$	162.5		
podmínka:	109	<	163			vyhovuje	

7. Spodní stavba

7.1. Návrh uložení

Rekapitulace reakcí je provedena ze strojové superpozice následovně. Předpokládá se přitom rovnoměrný roznoš návrhových reakcí na celou šířku opěry.

Levobřežní

$$R_{max} = \frac{924}{7.5} = 123.2 \text{ kN/m}$$

$$R_{min} = \frac{202}{7.5} = 27 \text{ kN/m}$$

Pravobřežní

$$R_{max} = \frac{754}{3.2} = 236 \text{ kN/m}$$

$$R_{min} = \frac{158.9}{3.2} = 49 \text{ kN/m}$$

$$H_{podelně} = \frac{296}{7.5+3.2} = 27.7 \text{ kN/m}$$

Výpočet posunů v uložení je proveden za předpokladu plovoucího uložení:

$$v_{oteplení,pod} = 4.75 \cdot 0.000012 \cdot 48 = 0.0027 \text{ m}$$

$$v_{ochlazení,pod} = -4.75 \cdot 0.000012 \cdot 52 = -0.0030 \text{ m}$$

$$v_{smrštění,pod} = -4.75 \cdot 0.000012 \cdot 15 = -0.0009 \text{ m}$$

S ohledem na velikost posunů a reakcí navrhuji dvojitou asfaltovou lepenku.

7.2. Úložné prahy

Úložné prahy z C30/37 budou s ohledem na charakter uložení nosné konstrukce vyztuženy konstruktivně 8φR14 u obou povrchů se dvoustřížnými třmínky φR12 po 125mm.

8. Závěr

Nosná konstrukce vyhovuje z betonu třídy C30/37 vyztuženého výztuží 10505(R) dle kapitoly „Posouzení nosné konstrukce“.

Dolní podélnou výztuž navrhuji z $9\phi R20/m$, příčná vyhovuje min. ze $9\phi R12/m$. Horní výztuž v obou směrech vyhovuje z $9\phi R12/m$, v tupých rozích navrhuji z důvodu zvedání rohů $9\phi R16/m$. Smyková výztuž bude realizována sponami v počtu $9\phi R6/m^2$. Výztuž bude kladena kolmo k momentům (dáno nepravidelným tvarem konstrukce).

Uložení navrhuji na dvojitou asfaltovou lepenku na úložných prazích z C30/37.

Výztuž úložných prahů navrhuji konstruktivní z $8\phi R14$ u obou povrchů se dvoustřížnými třmínky $\phi R12$ po 125mm, práh funguje jako roznášecí uložení a kotvený do původních opěr.

V Liberci, dne 9.5.2019
Vypracoval Ing.J.Humpal