

# Statický výpočet

## Obsah:

<b>1.</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>2</b>
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
<b>2.</b>	<b>GEOMETRIE.....</b>	<b>4</b>
2.1.	TVAR KONSTRUKCE .....	5
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE .....	7
<b>3.</b>	<b>ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE .....</b>	<b>12</b>
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ .....	12
3.1.1.	<i>Vlastní tíha nosné konstrukce .....</i>	12
3.1.2.	<i>Ostatní stálá zatížení .....</i>	12
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ .....	13
3.2.1.	<i>Nahodilé zatížení sněhem .....</i>	13
3.2.2.	<i>Nahodilé zatížení větrem.....</i>	13
3.2.3.	<i>Nahodilé zatížení teplotou .....</i>	13
3.2.4.	<i>Nahodilé zatížení dopravou .....</i>	13
3.2.4.1.	<i>Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů .....</i>	13
3.2.4.2.	<i>Model zatížení 1 (LM1) .....</i>	14
3.2.4.3.	<i>Model zatížení 2 (LM2) .....</i>	14
3.2.4.4.	<i>Model zatížení 3 (LM3) .....</i>	15
3.2.4.5.	<i>Zatížení davem lidí .....</i>	15
3.2.4.6.	<i>Brzdné a rozjezdové síly .....</i>	15
3.2.4.7.	<i>Přetížení předpolí.....</i>	15
3.2.4.8.	<i>Odstředivé a jiné příčné síly.....</i>	15
3.2.4.9.	<i>Nahodilá zatížení na únavu .....</i>	16
<b>4.</b>	<b>SESTAVENÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY .....</b>	<b>17</b>
<b>5.</b>	<b>VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL.....</b>	<b>22</b>
5.1.	REKAPITULACE VNITŘNÍCH SIL .....	22
5.2.	PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL .....	22
5.3.	SUPERPOZICE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ.....	25
<b>6.</b>	<b>POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE .....</b>	<b>34</b>
6.1.	HLAVNÍ NOSNÍKY .....	36
6.2.	DESKA MOSTOVKY .....	39
6.2.1.	<i>Výpočet vnitřních sil .....</i>	39
6.2.2.	<i>Posouzení na ohyb .....</i>	39
6.2.3.	<i>Posouzení na smyk .....</i>	41
6.2.4.	<i>Omezení trhlin a napětí .....</i>	42
6.2.5.	<i>Posouzení na únavu .....</i>	43
<b>7.</b>	<b>SPODNÍ STAVBA .....</b>	<b>45</b>
7.1.	OPĚRY .....	45
7.2.	NÁVRH LOŽISEK .....	50
<b>8.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>51</b>

## 1. Úvod

### 1.1. Všeobecně

Stavba se nachází v intravilánu města Rumburk v oblasti Horní Jindřichov. Stávající konstrukce převádí pěší, osobní a těžkou dopravu přes Mandavu na spojnici ulic U Potoka a V.Kováře. Je navržena kompletní demolice a náhrada stávající konstrukce předpjatými prefabrikovanými trámy tvaru „T“ se spřahující železobetonovou deskou. Nosníky budou uloženy na nově budované spodní stavbě tvořené plošně založenými železobetonovými opěrami.

### 1.2. Popis konstrukce

Nová nosná konstrukce je navržena jako železobetonová spražená beton – beton z T průřezů a desky. Nová konstrukce respektuje stávající rozměrové a šířkové uspořádání, zachovává průtočný profil.

Rozpětí mostu činí 10.0m, šířka nosné konstrukce 5.0m a šířka mostu včetně říms 5.5m. Nosnou konstrukci tvoří betonové prefabrikované T průřezy výšky 450mm(+100mm deska T průřezu) a šířky 400mm(1670mm – deska T průřezu) spřažené s deskou tl. min 200mm. Deska je v podélném směru konstantní tloušťky, v příčném směru vlivem spádování proměnná.

Spodní stavbu tvoří železobetonové opěry tloušťky 1000mm.

Mostní svršek je opatřen monolitickou železobetonovou římsou opatřenou lícními prefabrikáty a zábradlím výšky 1.1m.

### 1.3. Předpoklady výpočtu

#### 1.3.1. Obecné předpoklady výpočtu

Předpokládá se betonáž desky za provizorního podepření nebo na skruži.

Most je kolmý.

Vliv proměnné tloušťky desky v příčném směru na přerozdělení namáhání je zanedbatelný, v modelu uvažuji s konstantní tloušťkou desky.

### 1.3.2. Návrhové materiálové charakteristiky nosné konstrukce

**Beton: C 30/37-XD1, XF2 (CZ) – CI 0.40 – D<sub>max</sub>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
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>17.0</b>	<b>Mpa</b>		
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>21.25</b>	<b>Mpa</b>		

**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
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>1.3</b>	<b>Mpa</b>		
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>1.7</b>	<b>Mpa</b>		

## Betonářská výztuž: 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.

<b>S 4</b>			EN 1992-1-1, 4.4.1.2-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
<b>S 5</b>				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	

### Předpínací výztuž – tvrdá:

Lana  $\phi 15.7mm$  - průřezová plocha  $150mm^2$

Jmenovitá pevnost 1770MPa

Jmenovitá smluvní mez 0.2 1570MPa

## 2. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z přiložených schémat.

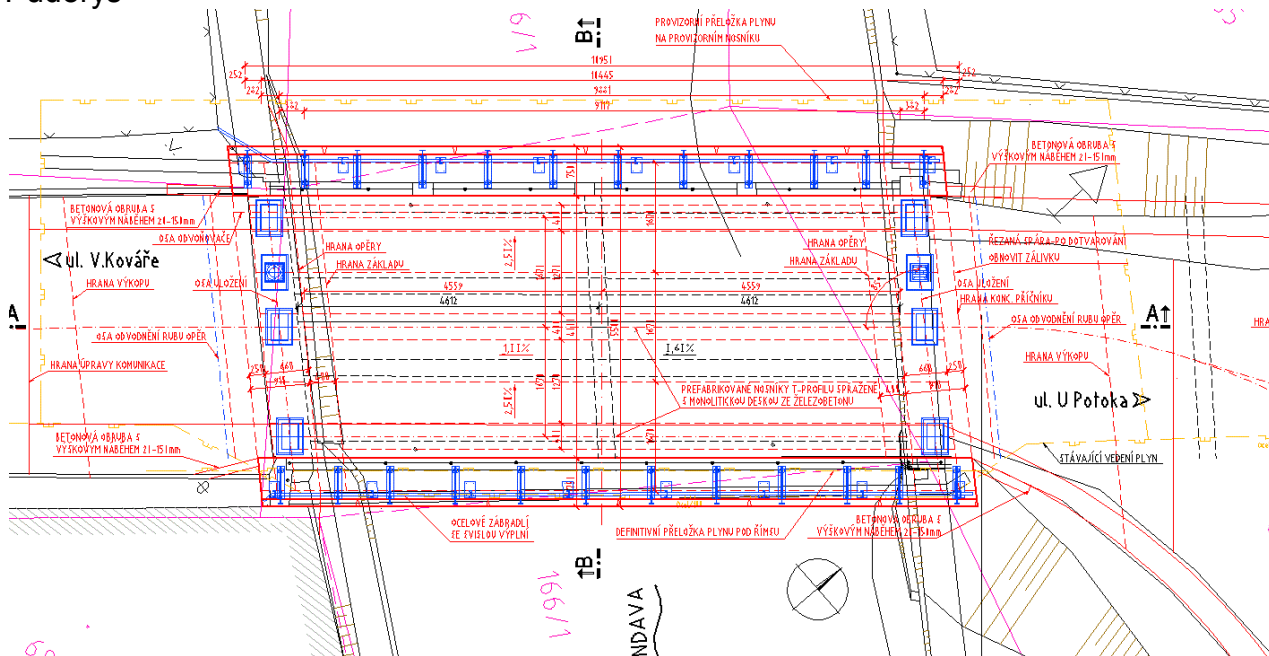
Model nosné konstrukce je zvolen spřažený předpjatý „T“ průřez s deskou.

Vstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství dat uvedeny pouze základní, kompletní vstupy i výstupy jsou archivovány u zpracovatele.

## 2.1. Tvar konstrukce

Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované dokumentace.

Půdorys



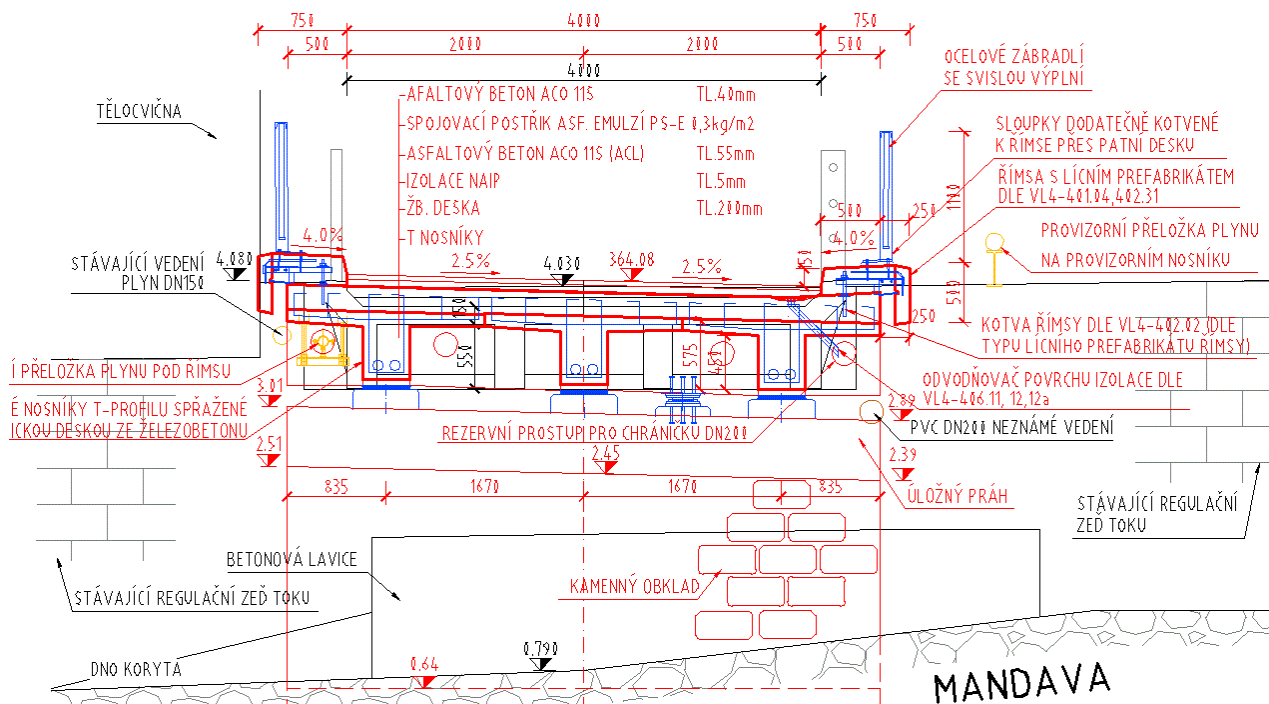
Příčný řez

## PRÍČNÝ ŘEZ B-B

1:50

ul. U Potoka

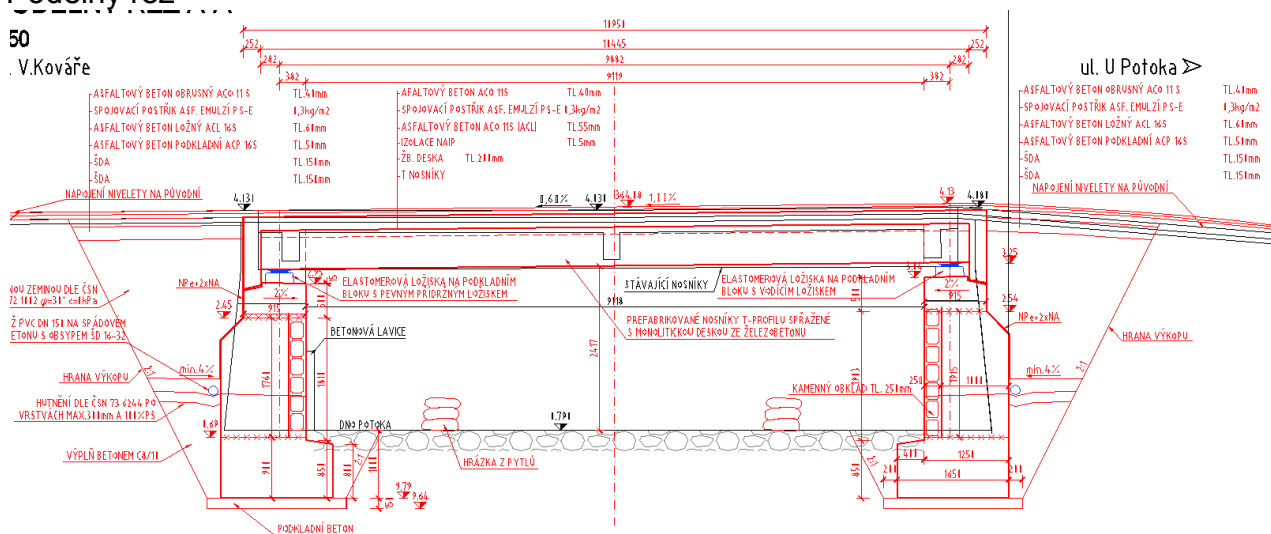
ul. V.Kováře



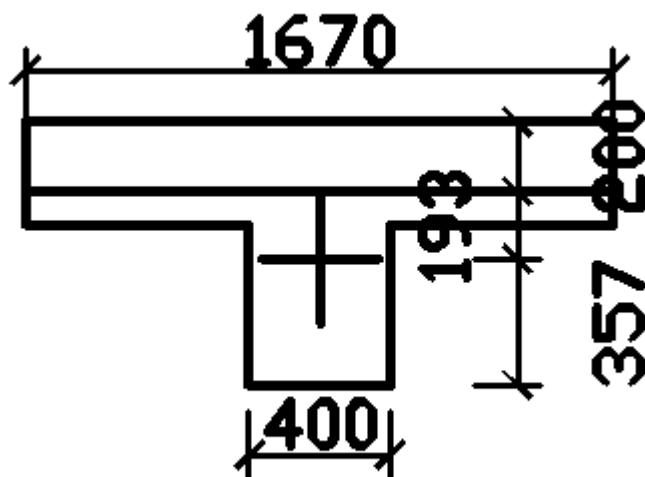
## Podélný řez

50

V.Kováře



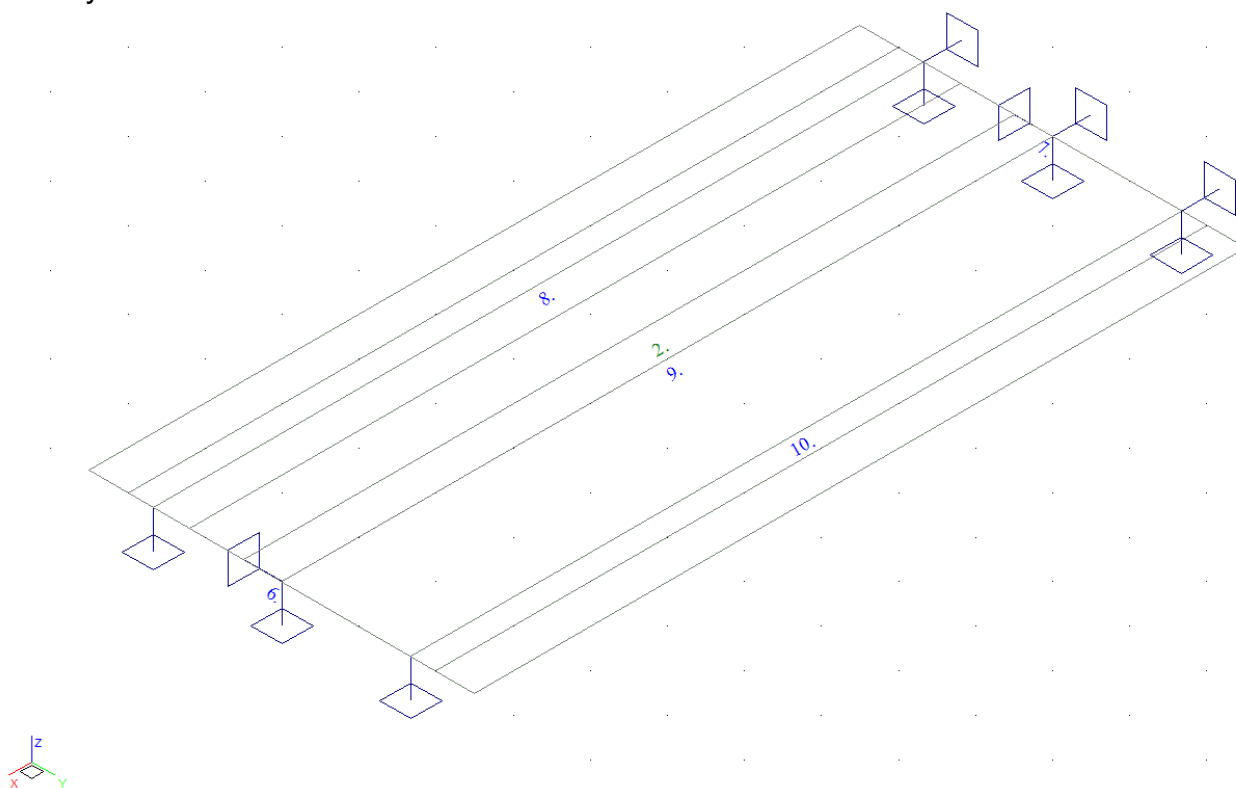
## Průřez konstrukce



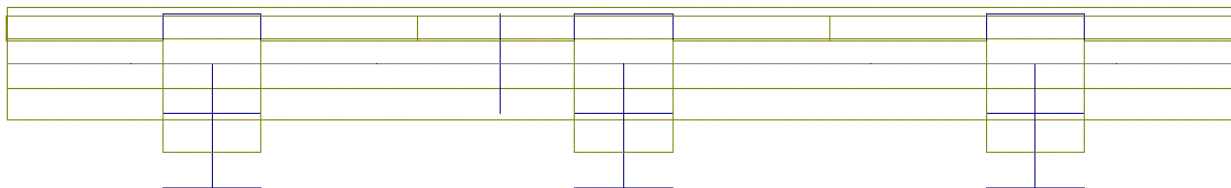
## 2.2. Model nosné konstrukce

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

Drátový model v axonometrii



### Model v příčném řezu



### Model v podélném řezu



## Údaje o konstrukci

Jméno projektu M33

Autor projektu JH

Popis projektu

Rozměr projektu      Prostor

Datum 27.7.2018

Čas 6:59

Prutů	10
Ploch	3
Zatížení	92
Podpor	6
Bodů	0
Linií	1000
Ploch	0
Kontaktů	30
Materiálů	1
Průřezů	2
Tloušťek	1
Podloží	0
Skupin	3
Zat. stavů	31

## 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 zadaných materiálů:

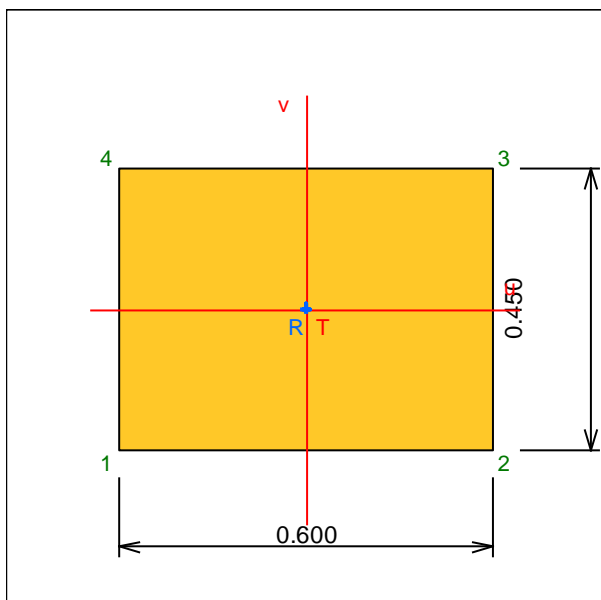
E1, E2	[kPa]	moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál)
ni		Poissonův součinitel
gama	[t/m3]	objemová hmotnost
K1, K2	[kN/m3]	koeficienty tepelné roztažnosti
útlum		dekrement útlumu



Materiál	Typ	E 1 [kPa]	ni	gama [t/m3]	K 1 [kN/m3]	E 2 [kPa]	K 2 [kN/m3]	útlum
B40	BETON	3.600e+07	0.200	2.500	1.000e-05			0.100

## Výpis zadaných průřezů:

Průřez : koncpricnik



Typ : monolitický

Rozměry :

výška :  $h = 0.45$  m

šířka :  $b = 0.6$  m

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha :  $A = 0.27$  m<sup>2</sup>

první hlavní moment setrvačnosti :  $I_u = 0.00455625$  m<sup>4</sup>

druhý hlavní moment setrvačnosti :  $I_v = 0.0081$  m<sup>4</sup>

moment setrvačnosti k ose Y :  $I_y = 0.00455625$  m<sup>4</sup>

moment setrvačnosti k ose Z :  $I_z = 0.0081$  m<sup>4</sup>

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : 0 deg

"teplotní koeficient" Temp Y :  $TempY = 0.010125$  m<sup>3</sup>

"teplotní koeficient" Temp Z :  $TempZ = 0.0135$  m<sup>3</sup>

koeficient smykové poddajnosti Y :  $A_y/A = 0.833333$

koeficient smykové poddajnosti Z :  $A_z/A = 0.833333$

poloha těžiště vztažená k zadávacím souř. osám :  $e_y = 0$  m:  $e_z = 0$  m

poloha těžiště vztažená k prvnímu vrcholu prvního průřezu :  $e_y = 0.3$  m:  $e_z = 0.225$  m

moment tuhosti v prostém kroucení :  $I_k = 0.0104976$  m<sup>4</sup>

modul průřezu :  $W_y = 0.02025$  m<sup>3</sup>:  $W_z = 0.027$  m<sup>3</sup>

poloměr setrvačnosti :  $i_y = 0.129904$  m:  $i_z = 0.173205$  m

plastický průřezový modul :  $W_{pl.y} = 0.030375$  m<sup>3</sup>:  $W_{pl.z} = 0.0405$  m<sup>3</sup>

Další údaje o průřezu :

natočení průřezu :  $\alpha = 0$  deg

poloha referenčního bodu :  $y = 0$  m:  $z = 0$  m

přiřazený materiál : B40

objem 1 metru průřezu : 0.27 m<sup>3</sup>

plocha 1 metru průřezu - vnější : 2.1 m<sup>2</sup>

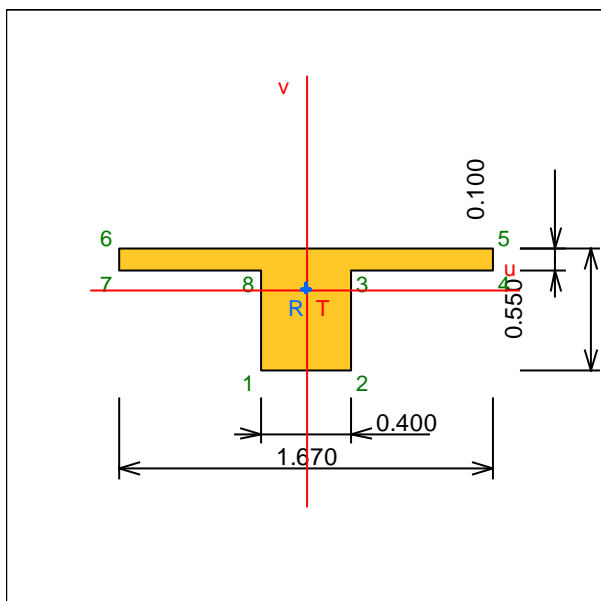
hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál : 0.675 t

Souřadnice vrcholů průřezu:

Vrchol č. 1 :  $y = -0.3$  m:  $z = -0.225$  m

Vrchol č. 2 :  $y = 0.3$  m:  $z = -0.225$  m

Vrchol č. 3 :  $y = 0.3 \text{ m}$ ;  $z = 0.225 \text{ m}$ 

 Vrchol č. 4 :  $y = -0.3 \text{ m}$ ;  $z = 0.225 \text{ m}$ 
**Průřez : hlnosník**


Typ : monolitický

Rozměry :

 výška :  $h = 0.55 \text{ m}$ 

 šířka :  $b = 1.67 \text{ m}$ 

 tloušťka stojiny :  $t_h = 0.4 \text{ m}$ 

 tloušťka horní příruby :  $t_b = 0.1 \text{ m}$ 

Průřezové charakteristiky :

 průřezová plocha :  $A = 0.347 \text{ m}^2$ 

 první hlavní moment setrvačnosti :  $I_u = 0.00972793 \text{ m}^4$ 

 druhý hlavní moment setrvačnosti :  $I_v = 0.0412122 \text{ m}^4$ 

 moment setrvačnosti k ose Y :  $I_y = 0.00972793 \text{ m}^4$ 

 moment setrvačnosti k ose Z :  $I_z = 0.0412122 \text{ m}^4$ 

 odklon hlavních os momentu setrvačnosti :  $0 \text{ deg}$ 

 "teplotní koeficient" Temp Y :  $\text{TempY} = 0.0176871 \text{ m}^3$ 

 "teplotní koeficient" Temp Z :  $\text{TempZ} = 0.024678 \text{ m}^3$ 

 koeficient smykové poddajnosti Y :  $A_y/A = 0.667883$ 

 koeficient smykové poddajnosti Z :  $A_z/A = 0.581874$ 

 poloha těžiště vztažená k zadávacím souř. osám :  $e_y = 0 \text{ m}$ ;  $e_z = 0.0823487 \text{ m}$ 

 poloha těžiště vztažená k prvnímu vrcholu prvního průřezu :  $e_y = 0.2 \text{ m}$ ;  $e_z = 0.357349 \text{ m}$ 

 moment tuhosti v prostém kroucení :  $I_k = 0.01229 \text{ m}^4$ 

 modul průřezu :  $W_yh = 0.050495 \text{ m}^3$ ;  $W_yd = 0.0272225 \text{ m}^3$ ;  $W_z = 0.0493559 \text{ m}^3$ 

 poloměr setrvačnosti :  $i_y = 0.167435 \text{ m}$ ;  $i_z = 0.344626 \text{ m}$ 

 plastický průřezový modul :  $W_{pl.y} = 0.0487439 \text{ m}^3$ ;  $W_{pl.z} = 0.0877225 \text{ m}^3$ 

Další údaje o průřezu :

 natočení průřezu :  $\alpha = 0 \text{ deg}$ 

 poloha referenčního bodu :  $y = 0 \text{ m}$ ;  $z = 0 \text{ m}$ 

přiřazený materiál : B40

 objem 1 metru průřezu :  $0.347 \text{ m}^3$ 

 plocha 1 metru průřezu - vnější :  $4.44 \text{ m}^2$ 

 hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál :  $0.8675 \text{ t}$ 

Souřadnice vrcholů průřezu:

 Vrchol č. 1 :  $y = -0.2 \text{ m}$ ;  $z = -0.357349 \text{ m}$ 

 Vrchol č. 2 :  $y = 0.2 \text{ m}$ ;  $z = -0.357349 \text{ m}$ 

 Vrchol č. 3 :  $y = 0.2 \text{ m}$ ;  $z = 0.0926513 \text{ m}$ 

 Vrchol č. 4 :  $y = 0.835 \text{ m}$ ;  $z = 0.0926513 \text{ m}$

Vrchol č. 5 :  $y = 0.835$  m:  $z = 0.192651$  m

Vrchol č. 6 :  $y = -0.835$  m:  $z = 0.192651$  m

Vrchol č. 7 :  $y = -0.835$  m:  $z = 0.0926513$  m

Vrchol č. 8 :  $y = -0.2$  m:  $z = 0.0926513$  m

### Výpis zadaných tloušťek:

Označení Materiál Tloušťka

[m]

deska \*B40 0.200

### Výpis prutových dílců - parametry prutů:

Prut	Typ prutu	Průřez 1	Působení	Délka [m]	Objem [m3]	Skupina
6	Obecný	koncpricnik	Běžný	5.000	1.350	0
7	Obecný	koncpricnik	Běžný	5.000	1.350	0
8	Obecný	hlnosnik	Běžný	10.000	3.470	0
9	Obecný	hlnosnik	Běžný	10.000	3.470	0
10	Obecný	hlnosnik	Běžný	10.000	3.470	0

### Výpis plošných dílců - parametry ploch:

Plocha	Typ plochy	Deska	Tloušťka [m]	Objem [m3]	Skupina
2	Rovinná deska	Tenká deska	0.200	10.000	0

### 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.

$$q_{deska} = 0.25 \cdot 25 = 5.0 \text{ kN/m}^2$$
$$q_T = 25 \cdot (0.4 \cdot 0.45 + 1.7 \cdot 0.1) = 8.75 \text{ kN/m}$$

##### 3.1.2. Ostatní stálá zatížení

Zatížení mostním svrškem jsou definována následovně.

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

$$q_{řfmsy} = 0.25 \cdot 25 = 6.25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{zábr} = 1.0 \text{ kN/m}$$

Smršťování betonu uvažuji jako rovnoměrné ochlazení desky mostovky o teplotní rozdíl 15°C.

## 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. Navíc se předpokládá odklizení sněhu při provozování mostu.

### 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

	3	typ	EN 1991-1-5, 6.1.1, str 15	stanovení typu konstrukce mostu
$T_{\min} =$	-32.0	°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	°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	°C	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_{e,\max} =$	38.0	°C	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_0 =$	10.0	°C	EN 1991-1-5, NA 2.21	výchozí teplota, teplota nosné konstrukce v době zabudování
$\Delta T_{N,noc} = T_{e,\min} - T_0 =$	-32.0	°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, str 18	charakteristická hodnota max rozsahu rovnoměrné složky teploty pro výpočet zkrácení
$\Delta T_{N,exp} = T_{e,\max} - T_0 =$	28.0	°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				
$\Delta T_{N,noc} - 20 =$	-52.0	°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,exp} + 20 =$	48.0	°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,noc} - 10 =$	-42.0	°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota
$\Delta T_{N,exp} + 10 =$	38.0	°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota

Rovnoměrná složka teploty na celou konstrukci je uvažována při návrhu dilatace jako ochlazení o -52°C a oteplení o +48°C.

S ohledem na statický systém je vliv nerovnoměrného oteplení či ochlazení zanedbáván, namáhání je přibližně stejné, jako v případě smrštění.

### 3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

#### 3.2.4.1. Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů

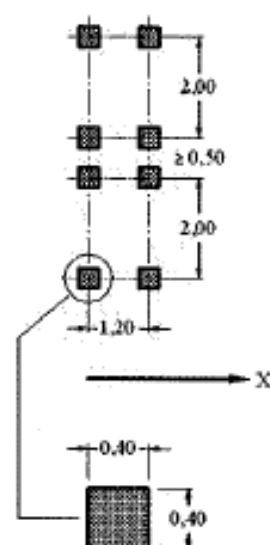
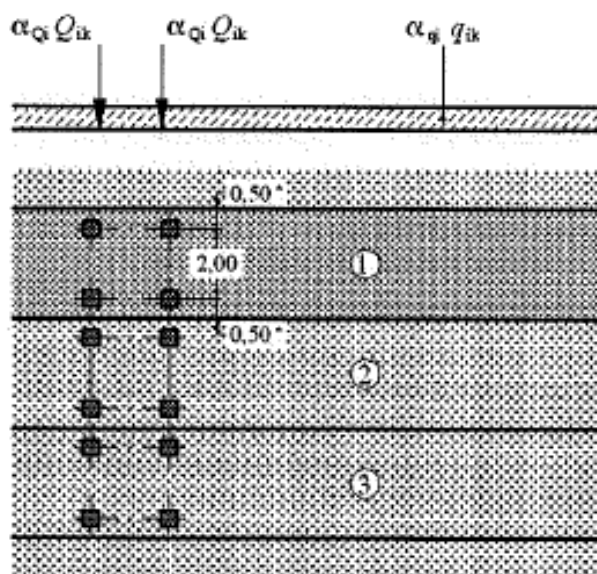
Rozdělení je důležité pro správnou volbu zatěžovacích schémat.

w=	4 m		skutečná šířka vozovky na mostě
w=	3,00 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
	1 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.

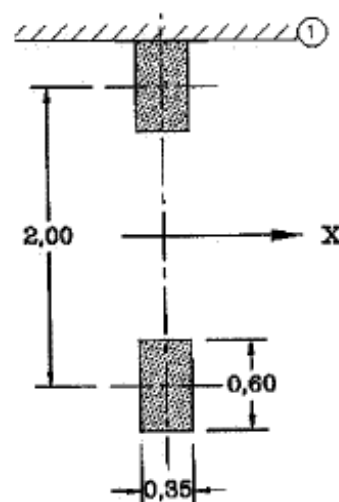
umístění	Soustředěné zatížení				Rovnoměrné zatížení		
	$Q_{ik}$ [kN]	$\alpha_{Qi}$	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i$ [kN]	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i / 0.4 \cdot 0.4$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha_{qi}$	$\alpha_{qi} \cdot q_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č.1	300	0.8	240	1500	9	0.8	7.2
Pruh 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)

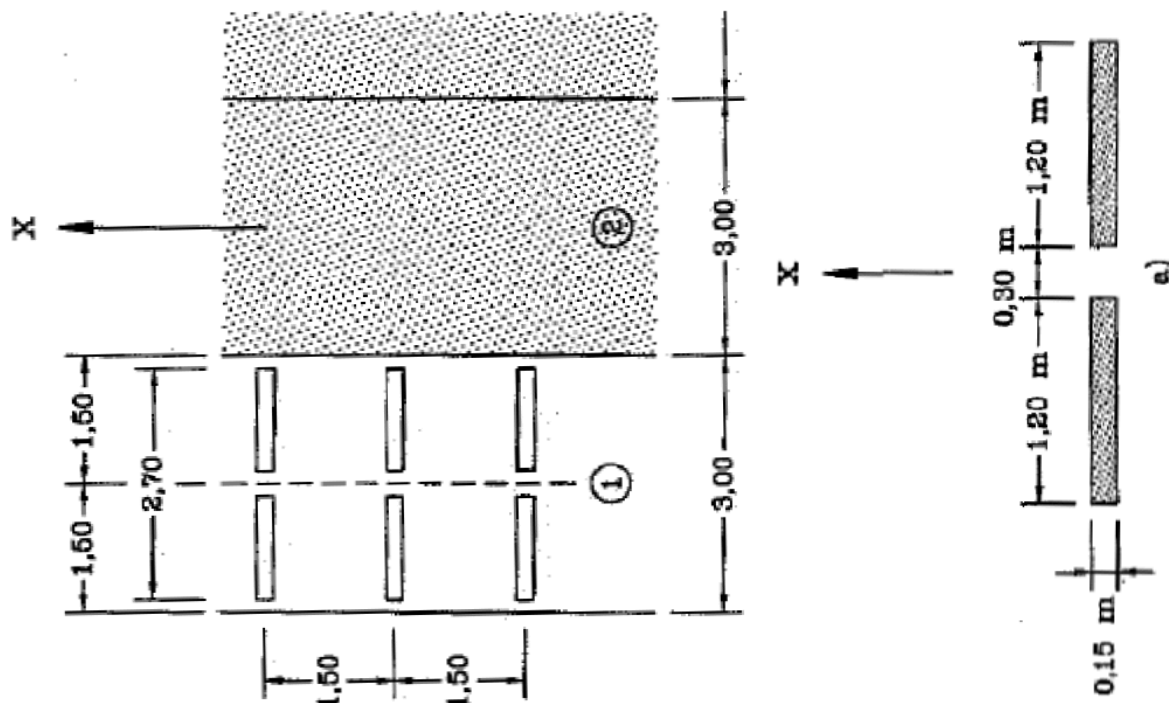
Zatížení ideální nápravou.

umístění	Soustředěné 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 <sup>2</sup> ]
	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. Zatížení davem lidí

Zatížení davem lidí 5kN/m<sup>2</sup> není v tomto případě rozhodující a není uvažováno.

### 3.2.4.6. Brzdné a rozjezdové síly

Uvažuji tyto brzdné síly

$Q_{1k} =$	300	kN	EN 1991-2, str 32	charakteristické hodnoty model zatížení 1
$q_{1k} =$	9	kN/m <sup>2</sup>	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	
$w_1 =$	3	m	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max. 3.0m
$L =$	10	m	EN 1991-2, str 36	délka nosné konstrukce nebo uvažované části
$Q_{lk} = 0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L =$	309,6	kN	EN 1991-2, str 36	uvažuje se v úrovni povrchu vozovky $180 \cdot \alpha_{Q1} \text{ kN} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$

### 3.2.4.7. Přetížení předpolí

Přetížení předpolí nahodilým zatížením uvažuji pro posouzení opěr hodnotou přetížení povrchu 35kPa redukováno na klidový boční tlak součinitelem klidového tlaku.

$$p = 35 \cdot (1 - \sin 30^\circ) = 17.5 \text{ kPa}$$

### 3.2.4.8. Odstředivé a jiné příčné síly

Odstředivé ani jiné příčné síly nejsou rozhodující, neuvažuji s nimi. Most je v přímé a prostorové uspořádání ani nedovoluje rychlou jízdu.

**3.2.4.9. Nahodilá zatížení na únavu**

Uvažuji zatížení LM1 s odpovídající redukcí.



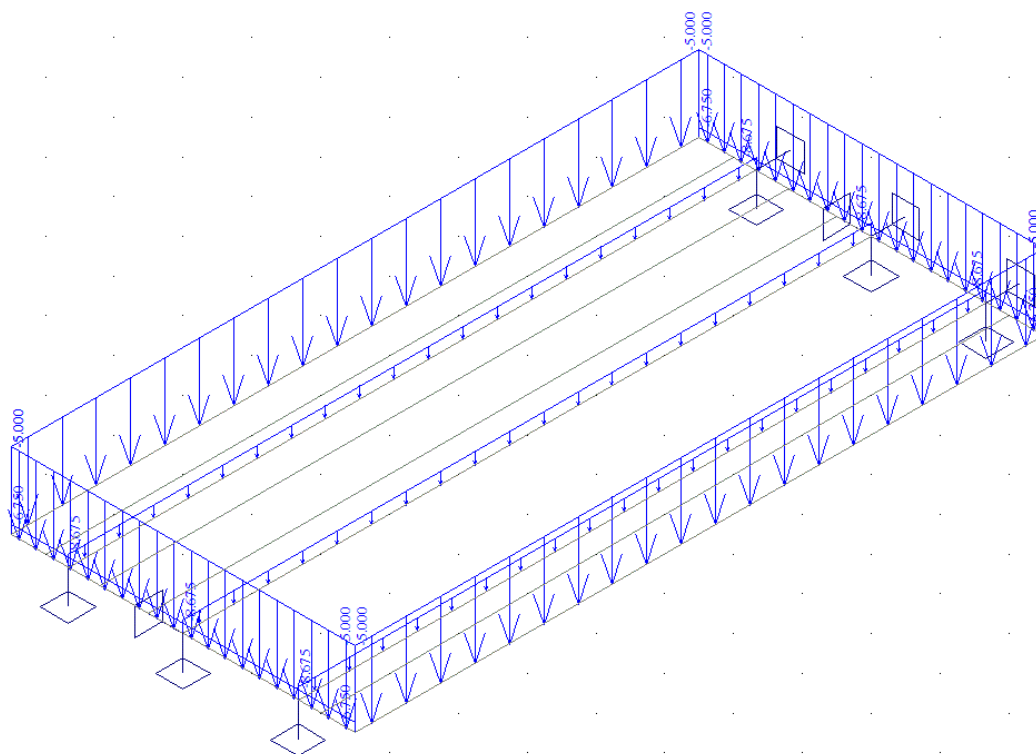
## 4. Sestavené zatěžovací stavy

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.

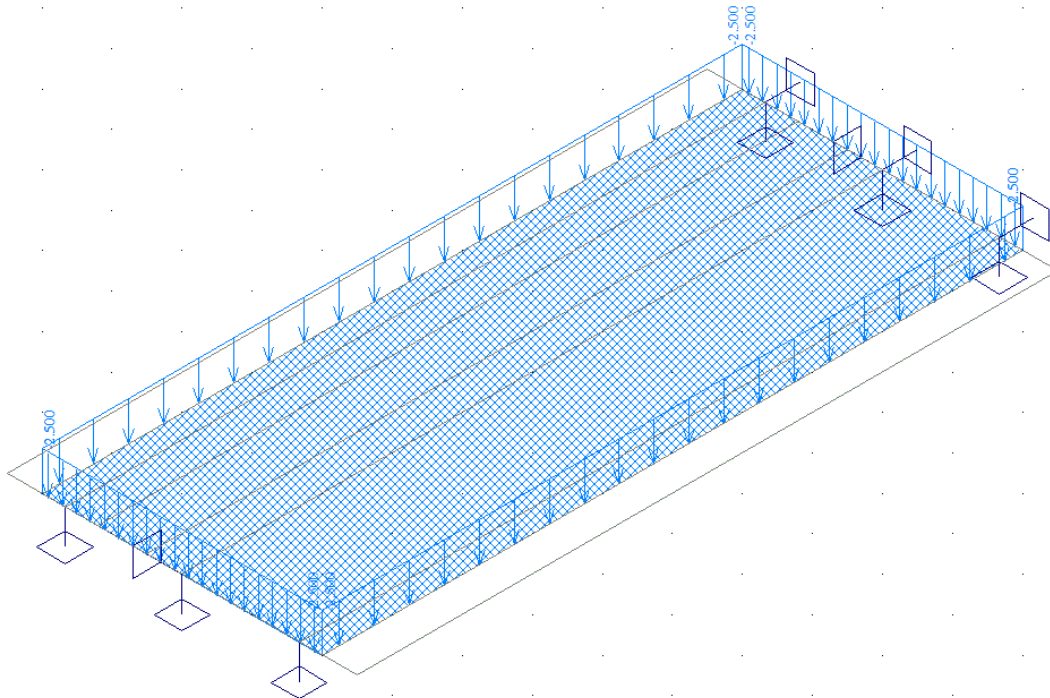
### Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
g0	1.350	vl.t.	Perm - stálé	0	Perm	Ne
g1	1.350	vozovka	Perm - stálé	0	Perm	Ne
g2	1.350	římso	Perm - stálé	0	Perm	Ne
g3	1.350	zábradlí	Perm - stálé	0	Perm	Ne
g4	1.350	smrsteni	Perm - stálé	0	Perm	Ne
OLM3-1	1.500	9naprava	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM1-1	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM002	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM003	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM004	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM005	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM006	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM007	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM008	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM009	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM010	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM011	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
LM012	1.500	jednopruh	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano

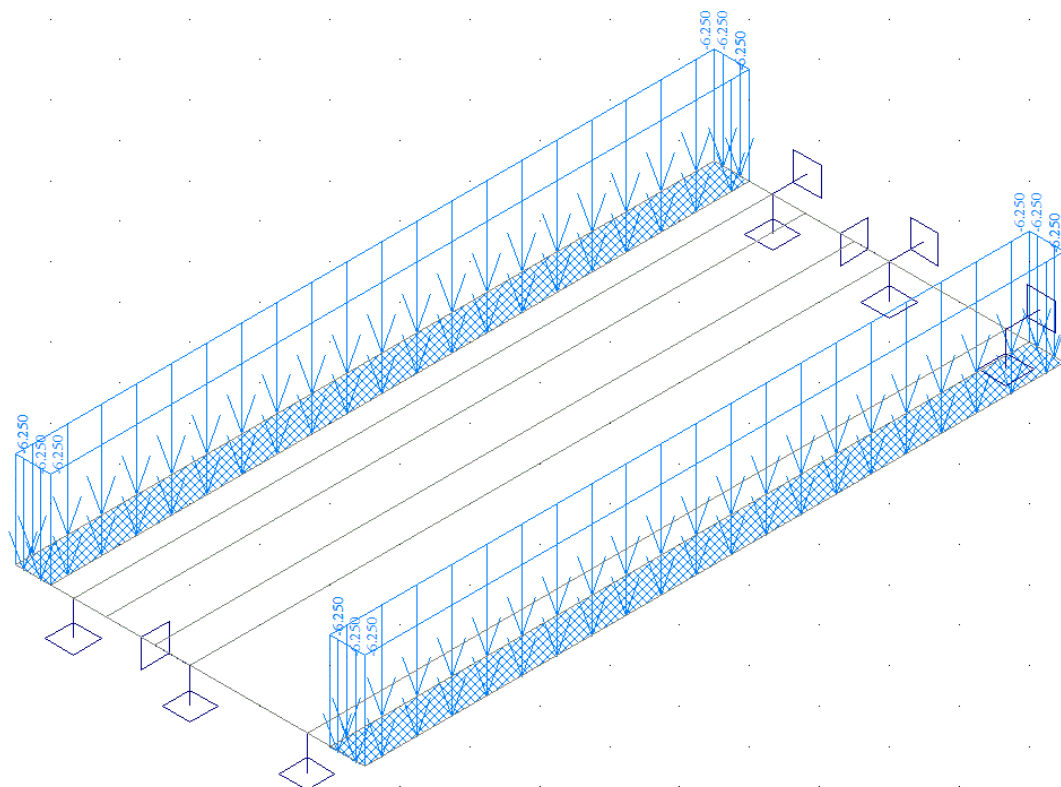
g0 1.350 vl.t. Perm - stálé 0 Perm Ne



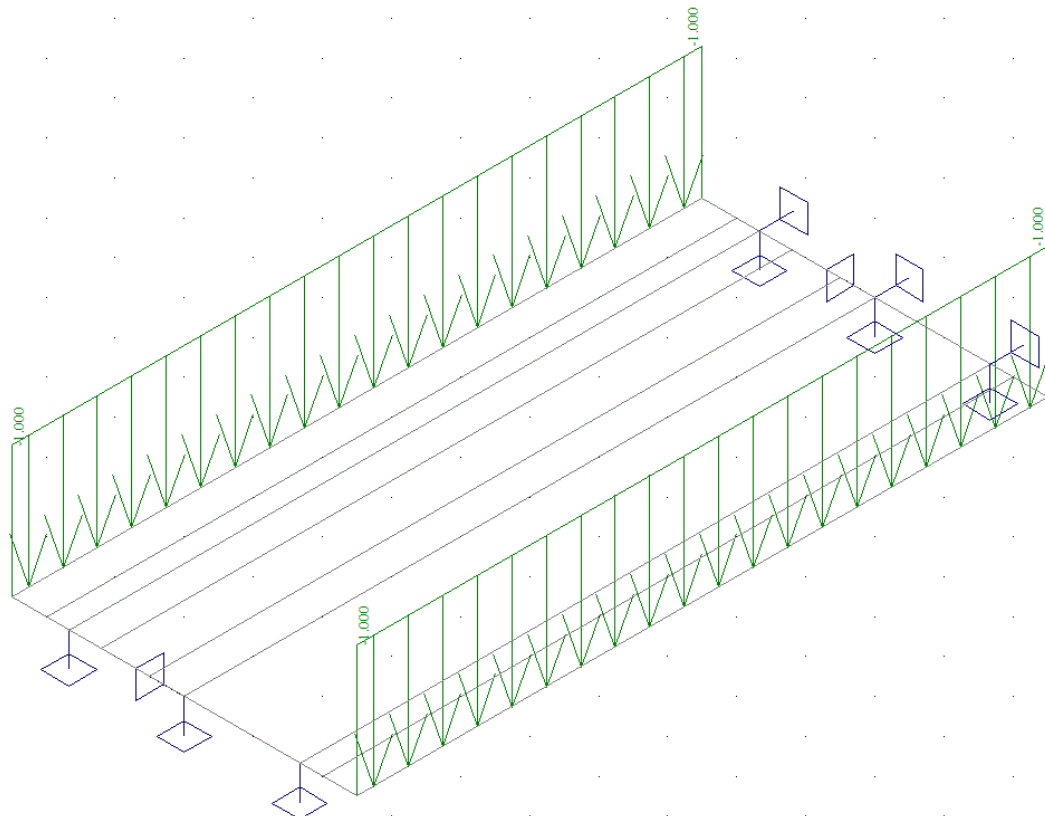
g1 1.350 vozovka Perm - stálé 0 Perm Ne



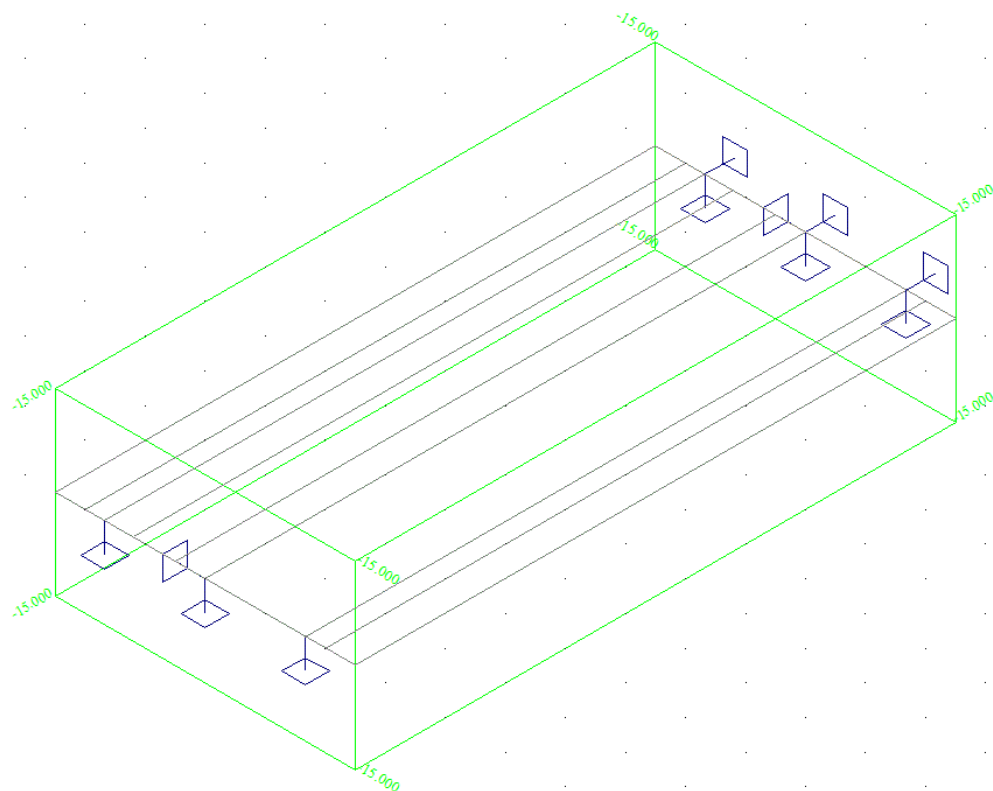
g2 1.350 římsa Perm - stálé 0 Perm Ne



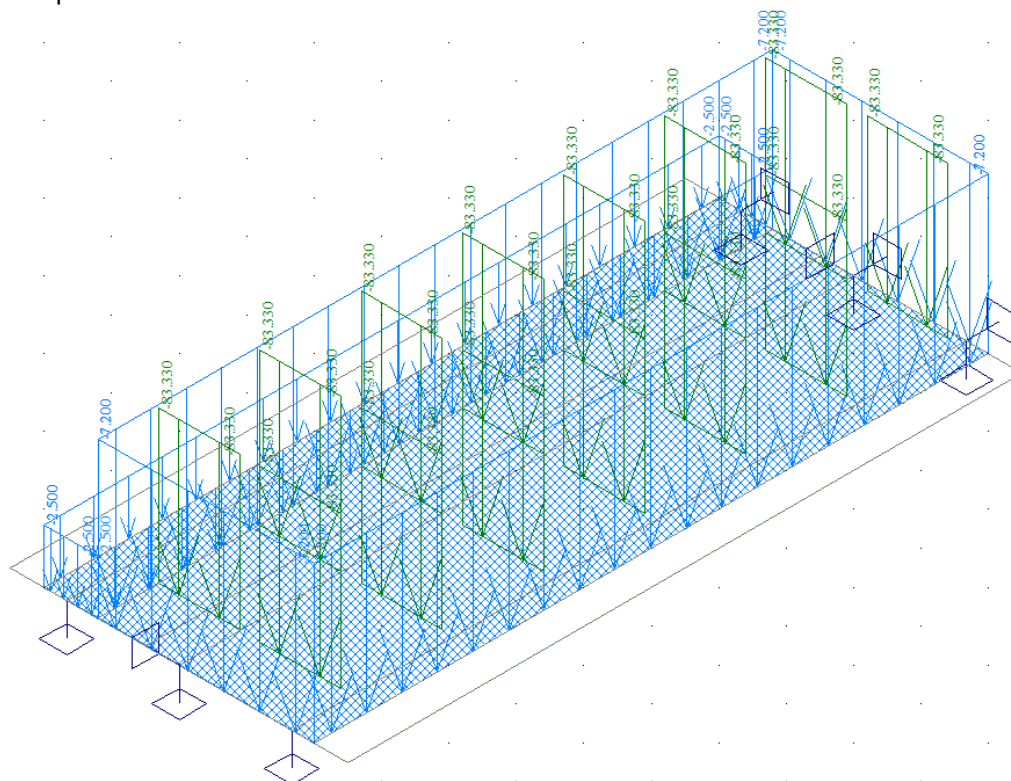
g3 1.350 zábradlí Perm - stálé 0 Perm Ne



g4 1.350 smrsteni Perm - stálé 0 Perm Ne



OLM3-1 1.500 9naprava Short - krátkodobé 1 Short ! Ano

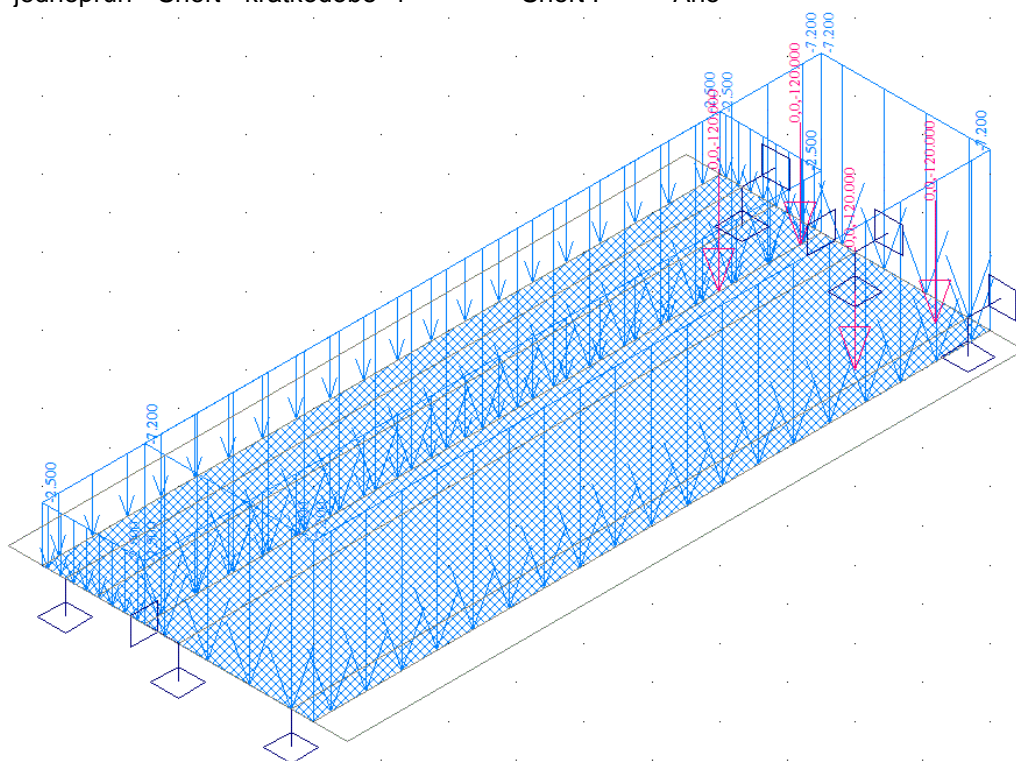


LM003 1.500

jednopruh Short - krátkodobé 1

Short !

Ano



## 5. Výpočet vnitřních sil

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

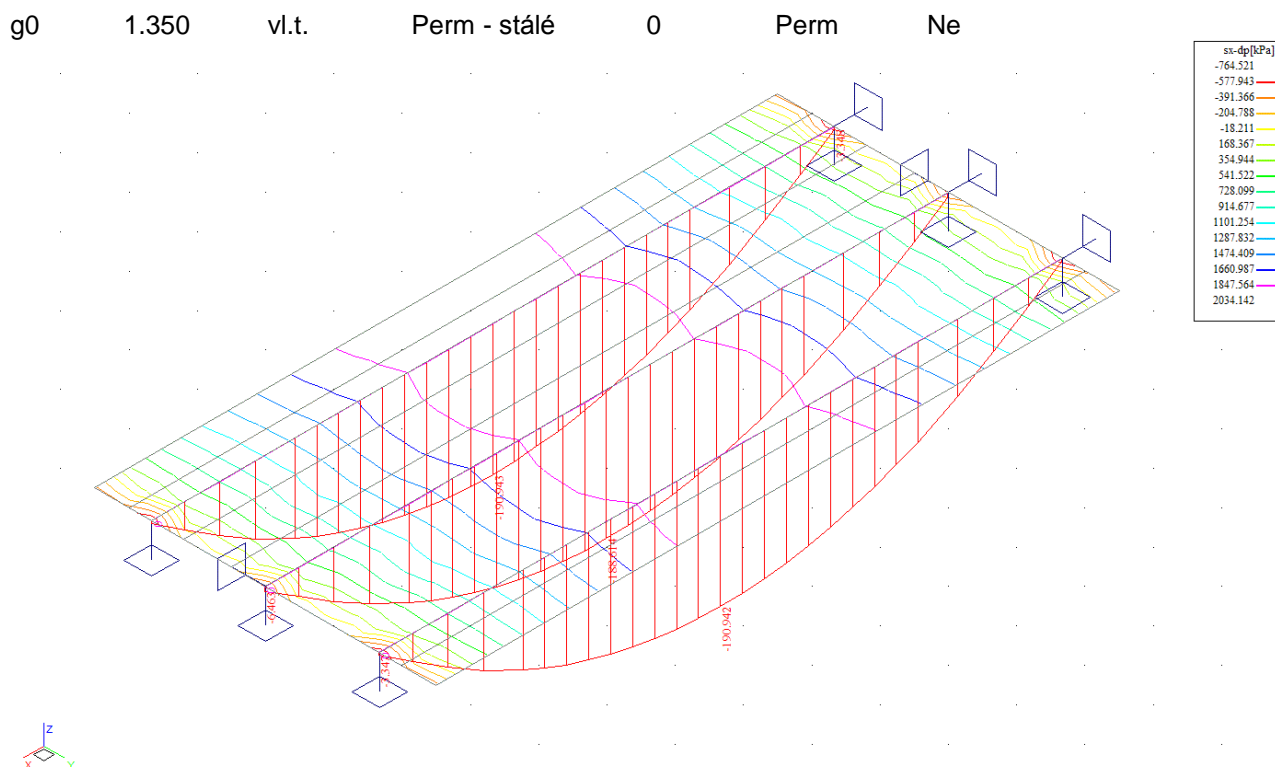
### 5.1. Rekapitulace vnitřních sil

Rekapitulace je provedena pouze pro vybrané vnitřní síly – momenty na hlavních nosnících [kNm], rozhodující profily a rozhodující zatěžovací stavy tak, aby bylo možné sestavit superpozici. Průběh vybraných vnitřních sil je přiložen dále.

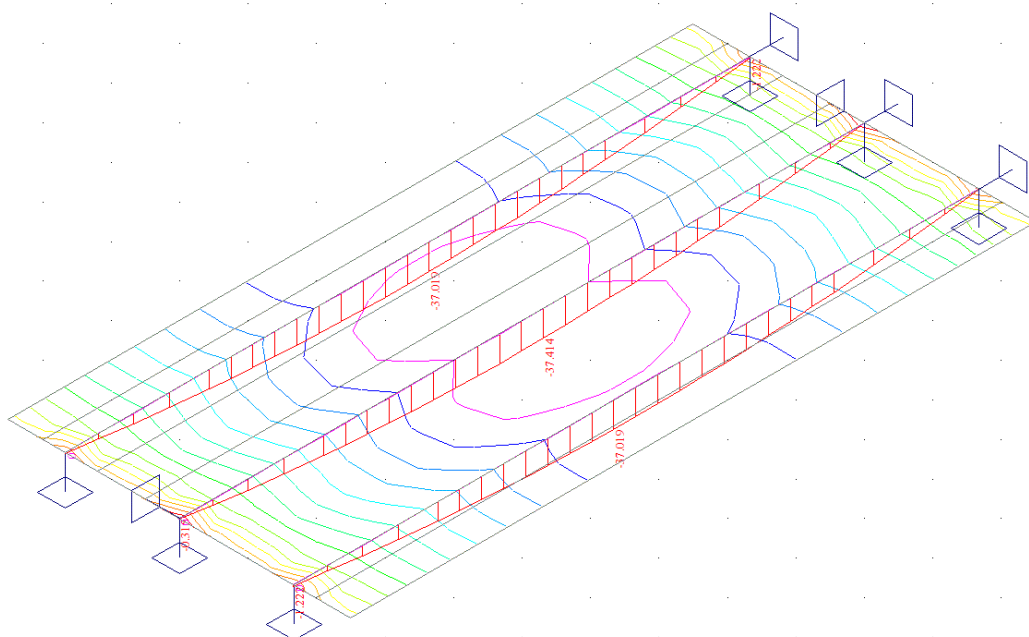
zat. Stav	kraj. Trám	$\gamma_f$	$\xi$	$\delta$	dim $M_{x5}$
G0	191	1,35	1,0	1,0	257,9
G1+G2+G3+G4	69	1,35	1,0	1,0	93,2
LM1	443	1,50	1,0	1,0	664,5
LM3	604	1,50	1,0	1,0	906,0

### 5.2. Průběh vnitřních sil

Přiloženy jsou pouze průběhy rozhodujících vnitřních sil v rozhodujících zatěžovacích stavech, ostatní jsou zahrnuty ve strojové superpozici.



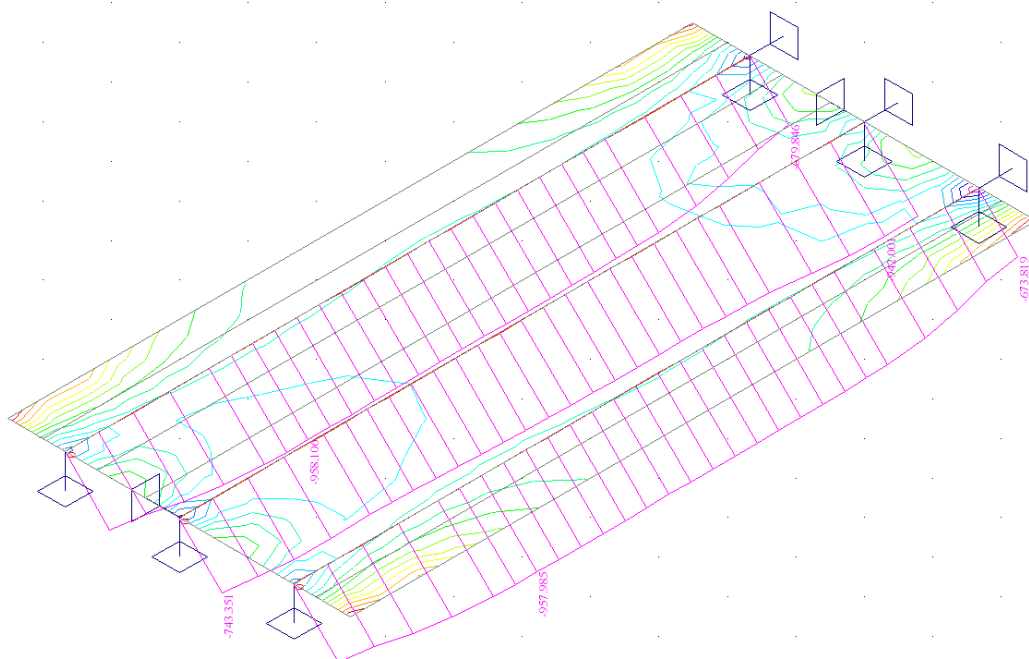
g1 1.350 vozovka Perm - stálé 0 Perm Ne



sx-dp[kPa]
-156.884
-118.033
-79.181
-40.329
-1.477
37.375
76.227
115.078
153.930
192.782
231.634
270.486
309.337
348.189
387.041
425.893



g4 1.350 smrsteni Perm - stálé 0 Perm Ne



sx-dp[kPa]
-449.446
-104.147
241.152
586.450
931.749
1277.048
1622.347
1967.646
2312.944
2658.243
3003.542
3348.841
3694.140
4039.439
4384.737
4730.036





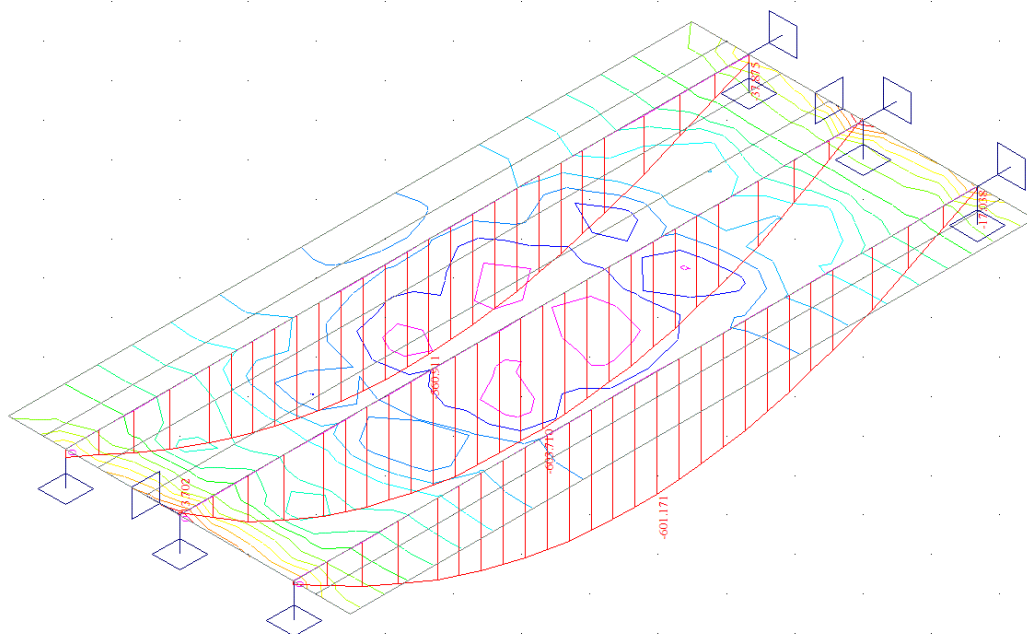
OLM3-1 1.500

9naprava

Short - krátkodobé 1

Short !

Ano



sx-dp[kPa]
-3268.745
-2532.715
-1796.684
-1060.654
-324.624
411.407
1147.437
1883.468
2619.498
3355.528
4091.559
4827.589
5563.620
6299.650
7035.681
7771.711



LM007

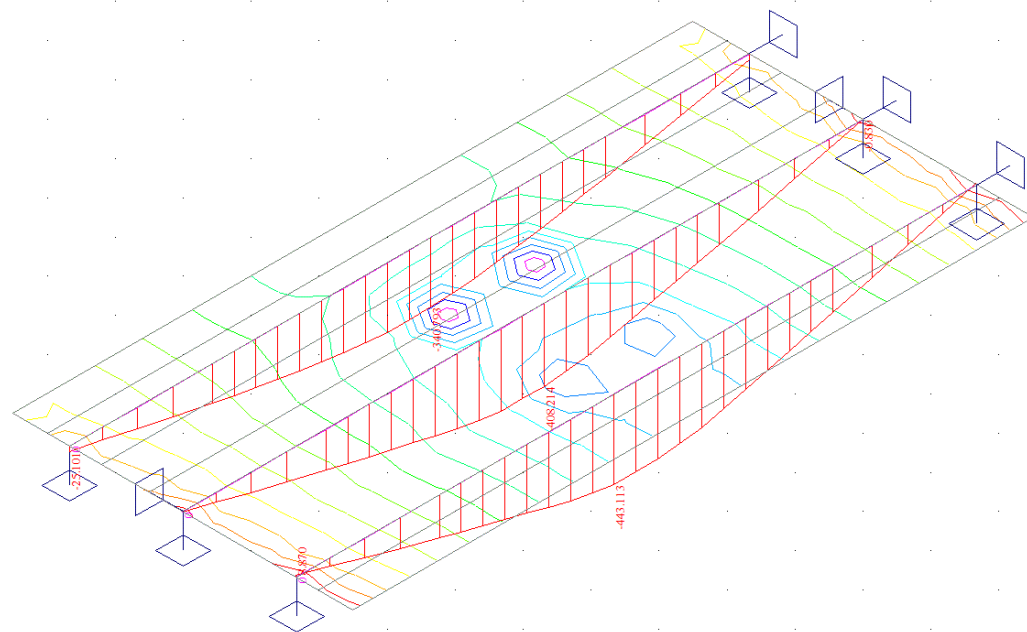
1.500

jednapruh

Short - krátkodobé 1

Short !

Ano



sx-dp[kPa]
-1405.351
-867.616
-329.881
207.854
745.590
1283.325
1821.060
2358.796
2896.531
3434.266
3972.001
4509.737
5047.472
5585.207
6122.942
6660.678





### 5.3. Superpozice zatěžovacích stavů

Superpozice je provedena ručním výpočtem pro všechny vnitřní síly v konstrukci se započtením vlastní tíhy nosné konstrukce, ostatního stálého zatížení a nahodilého zatížení podle následujícího schématu.

#### Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
KZ	min/max	g,q0001, g,q0002, g,q0003, g,q0004, g,q0005, g,q0006, g,q0007, g,q0008, g,q0009, g,q0010, g,q0011, g,q0012
g,q0001		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4$
g,q0002		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM3-1$
g,q0003		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM007$
g,q0004		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM009$
g,q0005		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM008$
g,q0006		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM012$
g,q0007		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM006$
g,q0008		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM002$
g,q0009		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM010$
g,q0010		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM004$
g,q0011		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM003$
g,q0012		$1.35 \cdot g_0 + 1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.35 \cdot g_3 + 1.35 \cdot g_4 + 1.50 \cdot LM005$

**Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny pruty, vybrané výsledky, výpis v uzlech**

Vnitřní síly vypsány pro : vybrané výsledky  
osy veličiny hlavní

Mx, My, Mz [kNm] ohybové momenty kolem os  
Nx, Qy, Qz [kN] normálové a smykové síly v osách

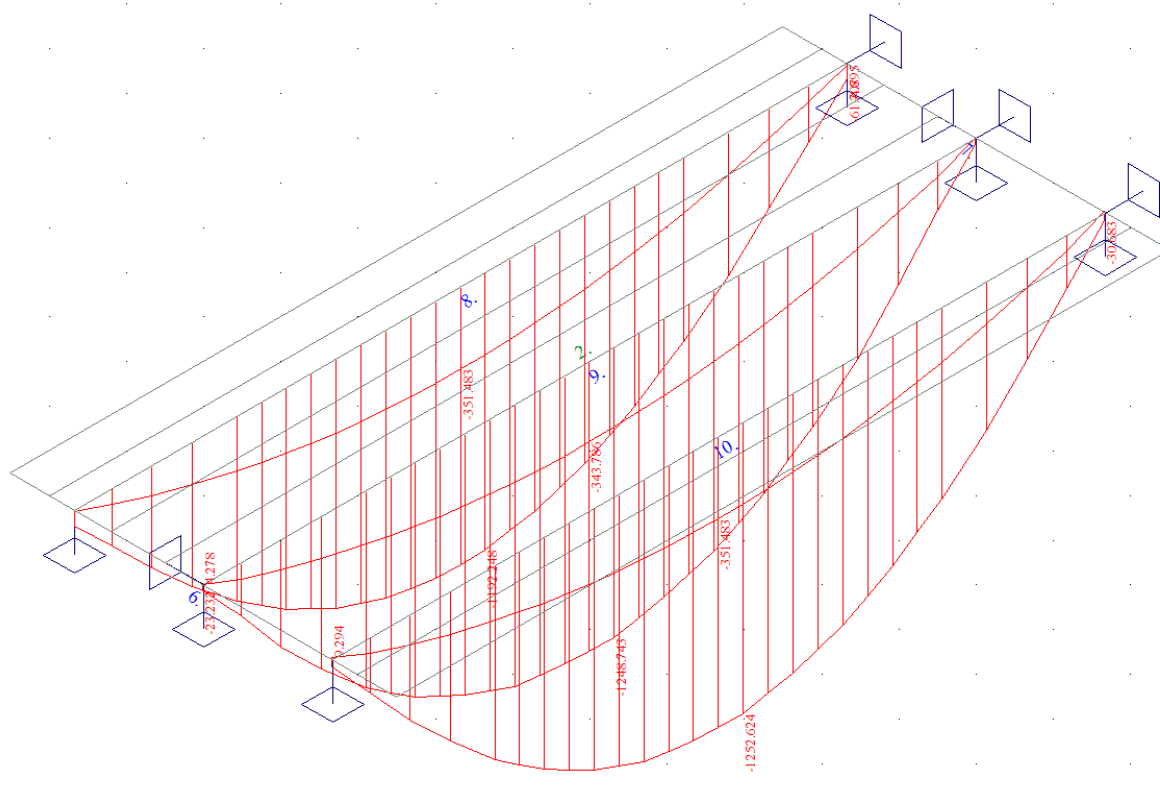
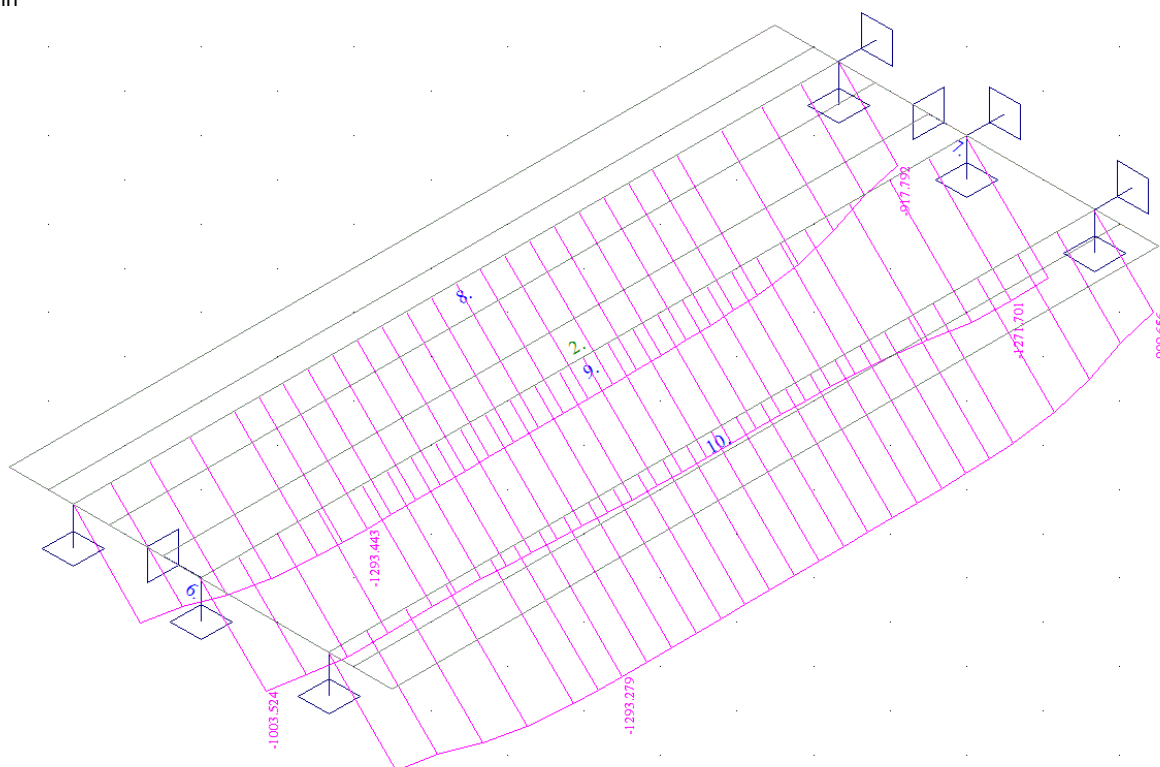
**Extrémy pro výsledek : 31 - KZ Obal. křivka stand.**

Typ obalové křivky : min/max

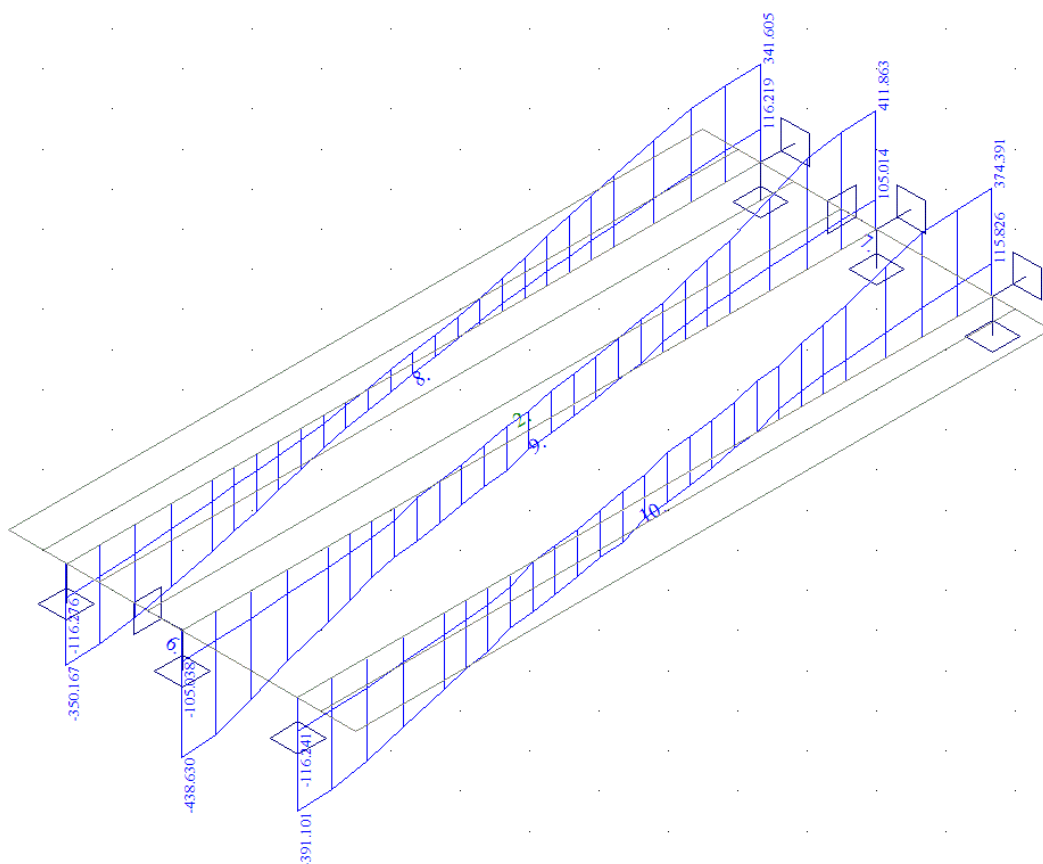
ID prutu	Poloha [m]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	
6	0.830	<b>-55.617</b>	-34.743	147.723	-605.199	323.349	-1.302	g,q0002
	4.170	<b>13.649</b>	1.677	147.608	-605.130	-322.897	43.022	g,q0002
	0.830	-55.617	<b>-34.743</b>	147.723	-605.199	323.349	-1.302	g,q0002
	4.170	-30.843	<b>56.660</b>	147.608	-605.130	-322.897	73.089	g,q0005
	1.665	5.426	3.053	<b>-24.206</b>	-781.968	31.164	-15.797	g,q0001
	0.830	3.703	24.239	<b>147.723</b>	-605.199	323.349	-31.006	g,q0001
	2.083	6.251	-2.237	-8.338	<b>-787.937</b>	-143.492	-7.274	g,q0001
	5.000	-2.418	-0.385	23.788	<b>-332.841</b>	62.201	-10.012	g,q0001
	4.170	-3.723	24.248	147.608	-605.130	<b>-322.897</b>	31.034	g,q0001
	0.830	3.703	24.239	147.723	-605.199	<b>323.349</b>	-31.006	g,q0001
	2.500	-13.766	22.398	93.536	-766.532	247.484	<b>-69.129</b>	g,q0002
	2.500	-33.089	45.126	93.483	-766.453	-247.218	<b>100.189</b>	g,q0002
	4.170	<b>-12.185</b>	6.559	-169.053	-606.093	359.086	78.889	g,q0002
	0.830	<b>52.695</b>	-30.509	-168.866	-606.906	-358.111	-24.360	g,q0002
	1.248	50.575	<b>-40.455</b>	-22.283	-694.316	-239.840	-4.576	g,q0002
7	2.500	32.139	<b>63.955</b>	-59.554	-852.944	188.203	152.290	g,q0002
	4.170	3.707	24.246	<b>-169.053</b>	-606.093	359.086	31.022	g,q0001
	3.335	5.425	3.052	<b>24.474</b>	-822.841	53.210	15.798	g,q0001
	2.083	-6.280	-2.236	18.119	<b>-858.724</b>	101.266	-7.267	g,q0001
	5.000	2.264	-0.431	-19.251	<b>-320.269</b>	-81.475	-9.827	g,q0001
	0.830	-3.722	24.250	-168.866	-606.906	<b>-358.111</b>	-31.047	g,q0001
	4.170	3.707	24.246	-169.053	-606.093	<b>359.086</b>	31.022	g,q0001
	2.500	13.017	42.534	-59.498	-852.720	-187.972	<b>-118.596</b>	g,q0002
	2.500	32.139	63.955	-59.554	-852.944	188.203	<b>152.290</b>	g,q0002
	9.001	<b>-45.659</b>	-429.347	89.627	-1106.413	37.744	324.518	g,q0002
	0.496	<b>47.415</b>	-247.287	62.580	-1099.871	-107.485	-343.972	g,q0002
	5.322	-4.460	<b>-1192.248</b>	2.805	-1276.536	-3.928	30.380	g,q0002
	10.000	10.883	<b>-4.895</b>	-18.630	-917.792	145.455	116.219	g,q0001
	10.000	10.883	-4.895	<b>-18.630</b>	-917.792	145.455	116.219	g,q0001
	0.999	-11.867	-125.565	<b>98.406</b>	-1193.082	-32.635	-102.208	g,q0001
8	2.743	-8.429	-280.894	41.117	<b>-1293.443</b>	37.199	-58.101	g,q0001
	10.000	10.883	-4.895	-18.630	<b>-917.792</b>	145.455	116.219	g,q0001
	0.000	-10.872	-4.906	-7.972	-1047.092	<b>-142.579</b>	-116.276	g,q0001
	10.000	10.883	-4.895	-18.630	-917.792	<b>145.455</b>	116.219	g,q0001
	0.000	46.407	-64.342	-7.972	-1047.092	-142.579	<b>-350.167</b>	g,q0002
	10.000	-42.338	-61.707	-18.630	-917.792	145.455	<b>341.605</b>	g,q0002
	9.504	<b>-42.444</b>	-151.111	-0.080	-1271.701	-0.169	257.953	g,q0007
	0.999	<b>42.926</b>	-292.136	0.154	-1091.055	0.109	-247.302	g,q0005
	5.322	-3.153	<b>-1248.743</b>	0.056	-1144.709	0.342	29.654	g,q0002
	0.000	24.094	<b>4.278</b>	-0.026	-1003.524	0.117	-438.630	g,q0002
	9.001	0.013	-125.579	<b>-0.365</b>	-1264.693	-0.086	94.334	g,q0001
	0.999	0.012	-125.581	<b>0.154</b>	-1091.055	0.109	-94.352	g,q0001
	9.504	0.014	-69.909	-0.080	<b>-1271.701</b>	-0.169	100.557	g,q0001
	0.000	8.146e-03	-16.275	-0.026	<b>-1003.524</b>	0.117	-105.038	g,q0001
	7.890	8.838e-03	-228.811	0.110	-1169.678	<b>-0.713</b>	71.130	g,q0001
9	4.678	-0.021	-343.178	-0.011	-1136.890	<b>0.377</b>	-8.215	g,q0001
	0.000	24.094	4.278	-0.026	-1003.524	0.117	<b>-438.630</b>	g,q0002

10	10.000	-24.366	2.661	0.028	-1256.375	-0.042	<b>411.863</b>	g,q0002
	9.001	<b>-35.902</b>	-273.298	-89.880	-1109.385	-36.186	251.840	g,q0003
	0.999	<b>35.874</b>	-268.654	-98.360	-1193.138	32.939	-246.615	g,q0003
	5.322	0.081	<b>-1252.624</b>	-2.906	-1276.704	3.256	31.241	g,q0002
	0.000	32.407	<b>9.294</b>	7.841	-1046.661	142.690	-278.651	g,q0005
	0.999	11.872	-125.535	<b>-98.360</b>	-1193.138	32.939	-102.097	g,q0001
	10.000	-10.740	-5.127	<b>21.380</b>	-909.656	-147.861	115.826	g,q0001
	2.743	8.460	-281.014	-40.957	<b>-1293.279</b>	-37.843	-57.947	g,q0001
	10.000	-10.740	-5.127	21.380	<b>-909.656</b>	-147.861	115.826	g,q0001
	10.000	-10.740	-5.127	21.380	-909.656	<b>-147.861</b>	115.826	g,q0001
	0.000	10.880	-4.892	7.841	-1046.661	<b>142.690</b>	-116.241	g,q0001
	0.000	-17.100	-31.152	7.841	-1046.661	142.690	<b>-391.101</b>	g,q0002
	10.000	11.981	-30.683	21.380	-909.656	-147.861	<b>374.391</b>	g,q0002

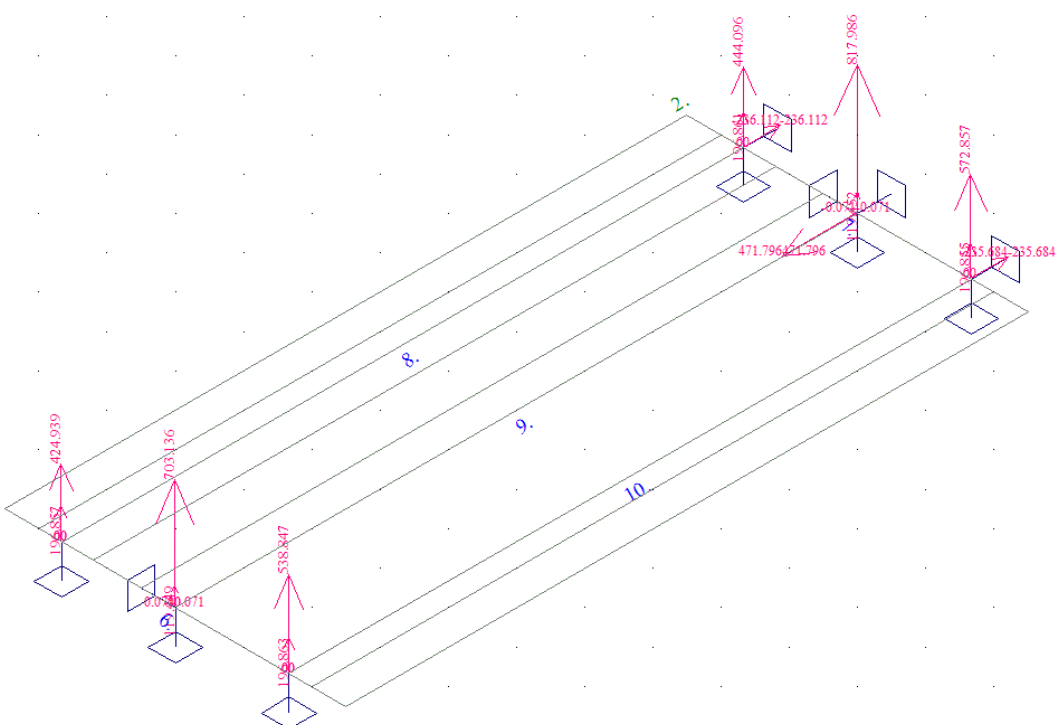
$M_{\max/\min}$



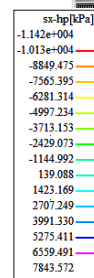
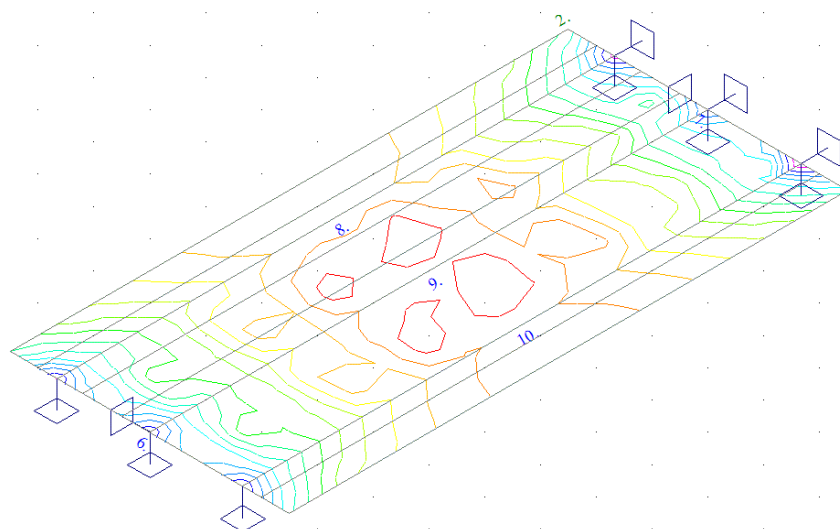
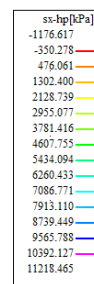
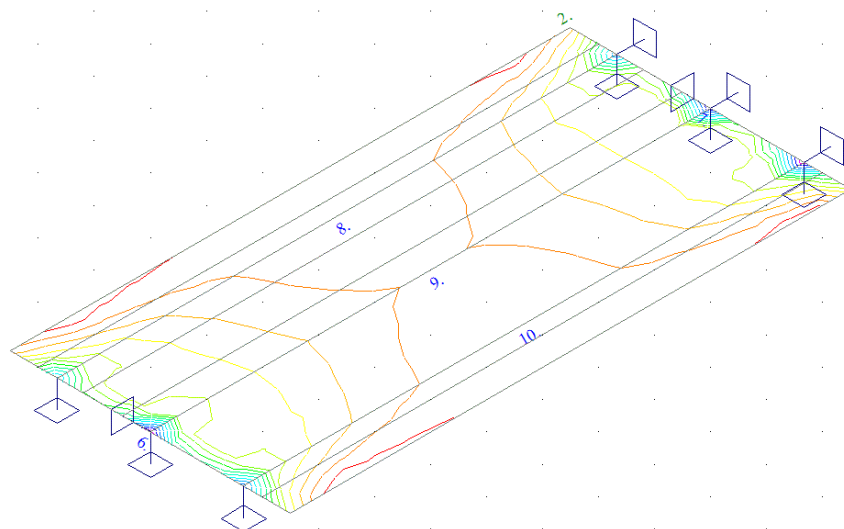
$V_{\max/\min}$



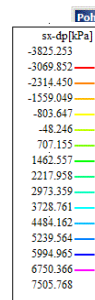
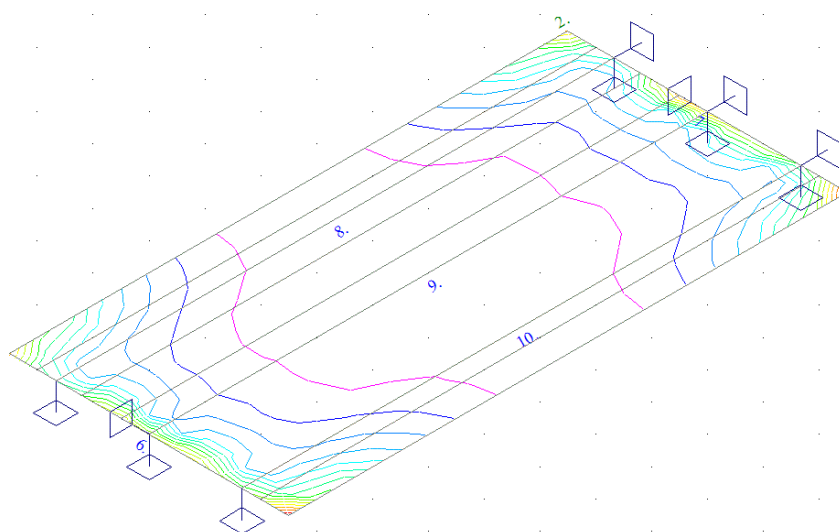
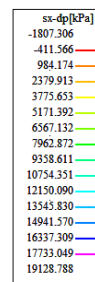
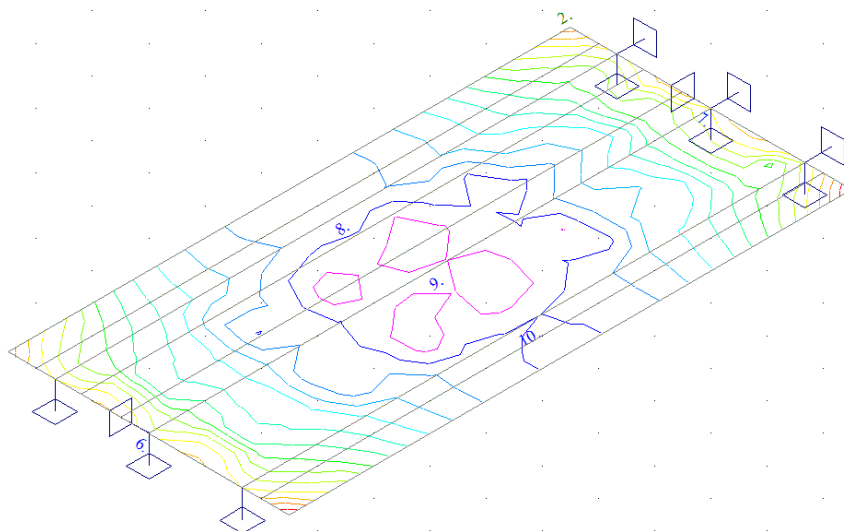
$R_{\max/\min}$



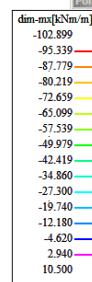
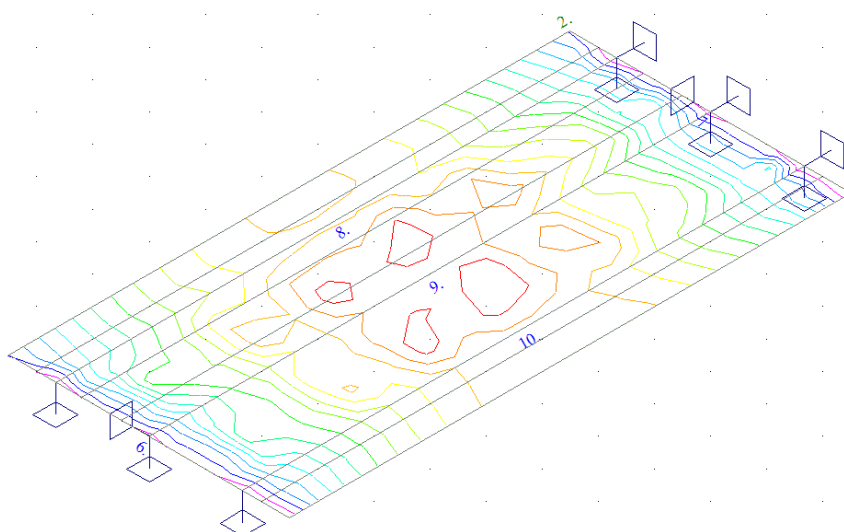
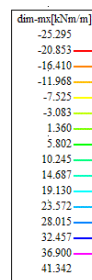
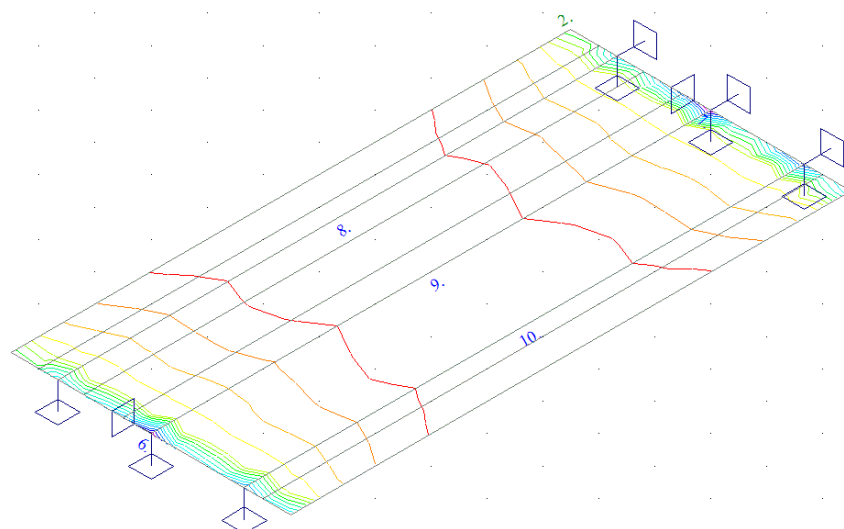
S<sub>xh</sub>-max/min



$S_{xd-max/min}$

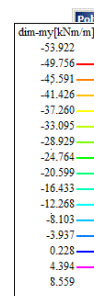
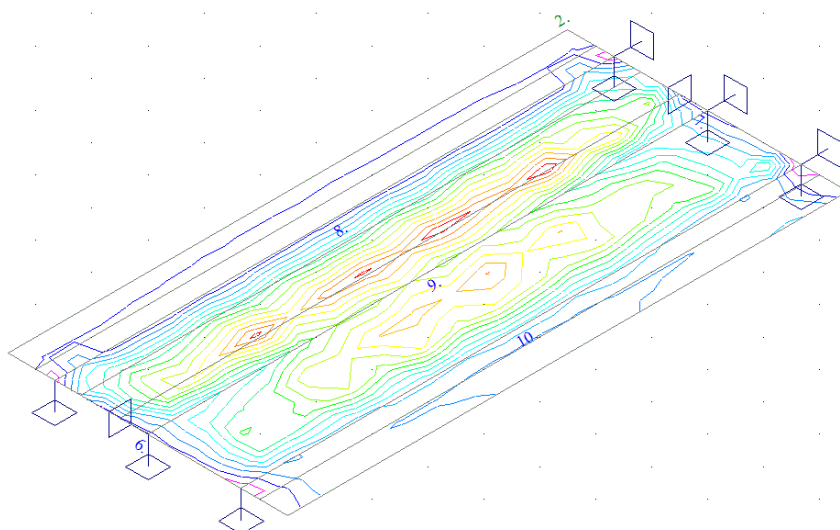
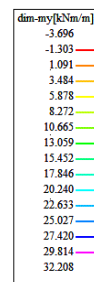
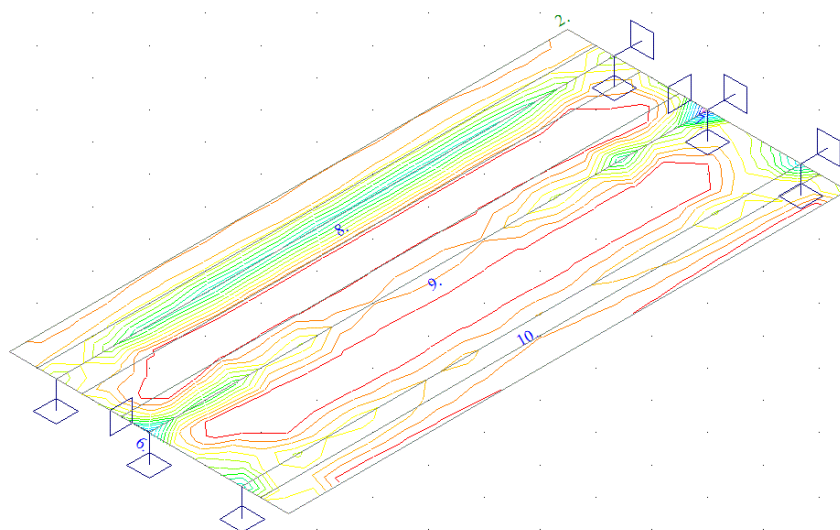


dim  $m_{x-max/min}$





dim  $m_{y-max/min}$



## 6. Posouzení nosné konstrukce

Předpětí je posouzeno předběžně vzhledem k tomu, že není znám použitý předpínací systém (závisí na vybraném dodavateli). Výpočet je omezen na návrh předpínací síly v ideálním kabelu.

Výpočet napětí ve spřaženém předpjatém železobetonovém trámu se železobetonovou deskou.

Materiálové charakteristiky předpjaté části:

$$p = p_0 \cdot (\Phi_t - \Phi_0) \quad \varepsilon_s = \varepsilon_{s0} \cdot (\Phi_t - \Phi_0) \quad E_{bd} = \frac{E_b}{1+p} \quad E_{bd}' = \frac{E_b}{p} \quad n' = \frac{E_p}{E_{bd}'}$$

Materiálové charakteristiky nepředpjaté části:

$$p^n = p_0^n \cdot (\Phi_t^n - \Phi_0^n) \quad \varepsilon_s^n = \varepsilon_{s0}^n \cdot (\Phi_t^n - \Phi_0^n) \quad E_{bd}^n = \frac{E_b^n}{1+p^n} \quad m = \frac{E_{bd}^n}{E_{bd}}$$

Údaje o předpětí:

$$F_p = n_{kabel} \cdot n_{drat} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \quad N_p = F_p \cdot \sigma_p \quad M_p = N_p \cdot e_p$$

Údaje o namáhání:

$$M_{stale} = M_{vl.tiha} + M_p \quad N_{stale} = N_p \quad M_{dlouhodobé} = M_{ost.stale} \quad M_{kratkodobe} = M_{nahod}$$

Průřezové veličiny betonového průřezu předpjaté části:

$$F_b \quad h \quad e_{bd} \quad e_{bh} \quad I_b$$

Průřezové veličiny ideálního průřezu předpjaté části:

$$F_i = F_b + n' \cdot F_p \quad e_{id} = \frac{F_b \cdot e_{bd} + n' \cdot F_p \cdot h_p}{F_i} \quad e_{bh} = e_{bd} - h \quad I_i = I_b + F_b \cdot (e_{bd} - e_{id})^2$$

Průřezové veličiny betonového průřezu nepředpjaté části:

$$F_b^n = b^n \cdot h^n \quad e_b^n = h + \frac{1}{2} \cdot h^n \quad I_b^n = \frac{1}{12} \cdot b^n \cdot h^{n^3}$$

Průřezové veličiny ideálního průřezu spřaženého trámu:

$$F_i^s = F_b + n' \cdot F_p + m \cdot F_b^n \quad e_{id}^s = \frac{F_b \cdot e_{bd} + n' \cdot F_p \cdot h_p + m \cdot F_b^n \cdot e_b^n}{F_i^s} \quad e_{bh}^s = e_{bd}^s - h$$

$$I_i^s = I_b + F_b \cdot (e_{bd} - e_{id}^s)^2 + n' \cdot F_p \cdot (h_p - e_{id}^s)^2 + m \cdot I_b^n + m \cdot F_b^n \cdot (e_b^n - e_{id}^s)^2$$

**Napětí v okamžiku zavedení předpětí:**

$$\sigma_{bd} = \frac{N_{stale}}{F_i} + \frac{M_{stale}}{I_i} \cdot e_{id} \quad \sigma_{bh} = \frac{N_{stale}}{F_i} + \frac{M_{stale}}{I_i} \cdot e_{ih}$$

resp.

$$\sigma_{bd} = \frac{N_{stale}}{F_b} + \frac{M_{stale}}{I_b} \cdot e_{bd} \quad \sigma_{bh} = \frac{N_{stale}}{F_b} + \frac{M_{stale}}{I_b} \cdot e_{bh}$$

Po 100 letech přerozdělení napětí vlivem dotvarování:

$$N^p = N_{stale} \cdot \frac{1}{1+p} \quad M^p = M_{stale} \cdot \frac{1}{1+p} \quad N^s = N_{stale} \cdot \frac{p}{1+p} \quad M^s = M_{stale} \cdot \frac{p}{1+p}$$

$$\sigma_{bd} = \frac{N^p}{F_i} + \frac{N^s}{F_i^s} + \frac{M^p}{I_i} \cdot e_{id} + \frac{M^s}{I_i^s} \cdot e_{id}^s \quad \sigma_{bh} = \frac{N^p}{F_i} + \frac{N^s}{F_i^s} + \frac{M^p}{I_i} \cdot e_{ih} + \frac{M^s}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s$$

$$\sigma_{bd}^n = m \cdot \left( \frac{N^s}{F_i^s} + \frac{M^s}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \right) \quad \sigma_{bh}^n = m \cdot \left( \frac{N^s}{F_i^s} + \frac{M^s}{I_i^s} \cdot e_{ih}^t \right)$$

Vliv smršťování:

$$\sigma_b = -\varepsilon_s \cdot E_{bd} \quad N_s = \varepsilon_s \cdot E_{bd} \cdot F_b \quad M_s = N_s \cdot (e_{id}^s - e_{bd})$$

$$\sigma_b^n = -\varepsilon_s^n \cdot E_{bd}^n \quad N_s^n = \varepsilon_s^n \cdot E_{bd}^n \cdot F_b^n \quad M_s^n = N_s^n \cdot (e_{id}^s - e_{bd}^n)$$

$$N = N_s + N_s^n \quad M = M_s + M_s^n$$

$$\sigma_{bd} = \frac{N}{F_i^s} + \frac{M}{I_i^s} \cdot e_{id}^s + \sigma_b \quad \sigma_{bh} = \frac{N}{F_i^s} + \frac{M}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s + \sigma_b$$

$$\sigma_{bd}^n = m \cdot \left( \frac{N}{F_i^s} + \frac{M}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \right) + \sigma_b^n \quad \sigma_{bh}^n = m \cdot \left( \frac{N}{F_i^s} + \frac{M}{I_i^s} \cdot e_{ih}^t \right) + \sigma_b^n$$

Napětí od dlouhodobého namáhání:

$$\sigma_{bd} = \frac{M_{dlouhodobé}}{I_i^s} \cdot e_{id}^s \quad \sigma_{bd} = \frac{M_{dlouhodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \quad \sigma_{bd}^n = m \cdot \frac{M_{dlouhodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \quad \sigma_{bd}^n = m \cdot \frac{M_{dlouhodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^t$$

Napětí od krátkodobého namáhání:

$$\sigma_{bd} = \frac{M_{krátkodobé}}{I_i^s} \cdot e_{id}^s \quad \sigma_{bd} = \frac{M_{krátkodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \quad \sigma_{bd}^n = m \cdot \frac{M_{krátkodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^s \quad \sigma_{bd}^n = m \cdot \frac{M_{krátkodobé}}{I_i^s} \cdot e_{ih}^t$$

## 6.1. Hlavní nosníky

$$M_{nosník} = 8.75 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^2 = 109.4 kNm$$

$$M_{deska} = 5 \cdot 1.67 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^2 = 104.4 kNm$$

$$M_{celkový} = 109.4 + 104.4 = 213.8 kNm$$

$$M_{vozovka+římسا} = 2.5 \cdot 1.67 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^2 + 35 = 87.2 kNm$$

$$M_{doprava} = 603.7 kNm$$

Výpočet je proveden v tabulkovém procesoru:

Předpokládá se částečné plné předepnutí v prefě se zachycením tahů měkkou výztuží.

Kotevní napětí 1410MPa, 14 kabelů po 150mm<sup>2</sup>

Kotevní síla 1410\*0.000150\*14=2,961MN

Ztráty 15%

### Posouzení v okamžiku předpětí

Údaje o předpětí:

$n_{lan} = 14$        $n_{dr} = 7$        $d = 5,200$        $\sigma_{ztr} = 1198,0$        $F_p = 0,002081$        $E_p = 190000$        $h_t = 0,1200$

Údaje o namáhání

$M_{nk} = 0,109$        $N_p = -2,493$        $e_p = 0,237$        $M_{stále} = -0,482$        $M_{dlouh} = 0,194$        $M_{krátk} = 0,604$

Materiálové charakteristiky předpjaté části:

$E_b = 36000$        $\Phi_t = 1,0000$        $\Phi_0 = 0,6053$        $p_0 = 4,0000$        $p = 1,5788$        $e_{s0} = -3E-04$        $e_s = -0,0001$   
 $E_{bd} = 13960$        $E_{bd}' = 22802$        $n' = 8,33256$

Materiálové chrakteristiky nepředpjaté části:

$E_b^n = 32000$        $\Phi_t^n = 1,0000$        $\Phi_0^n = 0,0000$        $p_0^n = 4,0000$        $p^n = 4,0000$        $e_{s0}^n = -3E-04$        $e_s^n = -0,0003$   
 $E_{bd}^n = 6400$        $m = 0,4585$

Průřezové veličiny betonového průřezu předpjaté části:

$F_b = 0,347$        $h = 0,5500$        $e_{bd} = 0,3573$        $e_{bh} = -0,1927$        $I_b = 0,01510$

Průřezové veličiny ideálního průřezu předpjaté části:

$F_i = 0,364342067$        $e_{id} = 0,346$        $e_{ih} = -0,2040$        $I_i = 0,0160301$

Průřezové veličiny betonového průřezu nepředpjaté části:

$b^n = 1,6700$        $h^n = 0,2000$        $F_b^n = 0,334$        $e_{bd}^n = 0,6500$        $I_b^n = 0,00111$

Průřezové veličiny ideálního průřezu spřaženého trámu:

$F_i^s = 0,51746548$        $e_{id}^s = 0,43596$        $e_{ih}^s = -0,1140$        $e_{ih}^t = -0,3140$        $I_i^s = 0,026504$

Napětí v čase  $t_0$ :

$\sigma_{bd} = -17,25297506$

$\sigma_{bh} = -0,7062$

## Posouzení v okamžiku spřažení

Údaje o předpětí:

 $n_{lan} = 14$        $n_{dr} = 7$        $d = 5,200$        $\sigma_{ztr} = 1198,0$        $F_p = 0,002081$        $E_p = 190000$        $h_t = 0,1200$ 

Údaje o namáhání

 $M_{nk} = 0,214$        $N_p = -2,493$        $e_p = 0,237$        $M_{stálé} = -0,377$        $M_{dlouh} = 0,09$        $M_{krátk} = 0,604$ 

Materiálové charakteristiky předpjeté části:

 $E_b = 36000$        $\Phi_t = 1,0000$        $\Phi_0 = 0,6053$        $p_0 = 4,0000$        $p = 1,5788$        $e_{s0} = -3E-04$        $e_s = -0,0001$   
 $E_{bd} = 13960$        $E_{bd}' = 22802$        $n' = 8,33256$ 

Materiálové charakteristiky nepředpjeté části:

 $E_b^n = 32000$        $\Phi_t^n = 1,0000$        $\Phi_0^n = 0,0000$        $p_0^n = 4,0000$        $p^n = 4,0000$        $e_{s0}^n = -3E-04$        $e_s^n = -0,0003$   
 $E_{bd}^n = 6400$        $m = 0,4585$ 

Průřezové veličiny betonového průřezu předpjeté části:

 $F_b = 0,347$        $h = 0,5500$        $e_{bd} = 0,357$        $e_{bh} = -0,1930$        $I_b = 0,01510$ 

Průřezové veličiny ideálního průřezu předpjeté části:

 $F_i = 0,364342067$        $e_{id} = 0,34572$        $e_{ih} = -0,2043$        $I_i = 0,0160277$ 

Průřezové veličiny betonového průřezu nepředpjeté části:

 $b^n = 1,6700$        $h^n = 0,2000$        $F_b^n = 0,334$        $e_{bd}^n = 0,6500$        $I_b^n = 0,00111$ 

Průřezové veličiny ideálního průřezu spřaženého trámu:

 $F_i^s = 0,51746548$        $e_{id}^s = 0,43576$        $e_{ih}^s = -0,1142$        $e_{ih}^t = -0,3142$        $I_i^s = 0,02652$ 
Napětí v čase  $t_0$ :
 $\sigma_{bd} = -14,97353972$        $\sigma_{bh} = -2,0394$ 

Přerozdělení napětí vlivem dotvarování:

 $N^p = -0,966856009$        $M^p = -0,1462$        $N^s = -1,5265$        $M^s = -0,230758$ 
 $\sigma_{bd} = -12,54794402$        $\sigma_{bh} = -2,7467$        $\sigma_{bd}^n = -0,8967$        $\sigma_{bh}^n = -0,09885$ 

Vliv smršťování:

 $\sigma_b = 1,653001396$        $N_s = -0,5736$        $M_s = -0,0452$        $\sigma_b^n = 1,92$        $N_s^n = -0,64128$        $M_s^n = 0,13739$   
 $N = -1,214871484$        $M = 0,09221$ 
 $\sigma_{bd} = 0,820439494$        $\sigma_{bh} = -1,092$        $\sigma_{bd}^n = 0,66156$        $\sigma_{bh}^n = 0,3427474$ 

Napětí od dlouhodobého zatížení:

 $\sigma_{bd} = 1,47881152$        $\sigma_{bh} = -0,3877$        $\sigma_{bd}^n = -0,1777$        $\sigma_{bh}^n = -0,488905$ 

Napětí od krátkodobého zatížení:

 $\sigma_{bd} = 9,92446842$        $\sigma_{bh} = -2,6019$        $\sigma_{bd}^n = -1,1928$        $\sigma_{bh}^n = -3,2811$ 

Napětí celkem:

 $\sigma_{bd} = -0,3242$        $\sigma_{bh} = -6,8282$        $\sigma_{bd}^n = -1,6057$        $\sigma_{bh}^n = -3,5261$

## 6.2. Deska mostovky

### 6.2.1. Výpočet vnitřních sil

Je uvažováno zatížení ideální nápravou LM2.

Výpočet namáhání v poli je proveden na straně bezpečnosti na modelu prostého nosníku.

$$M_{LM2} = \frac{1}{8} \cdot \frac{160}{(0.3 + 0.6 + 0.3) \cdot (0.3 + 0.35 + 0.3)} \cdot 1.67^2 \cdot 1.35 = 66 \text{ kNm/m}$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 25 \cdot 0.681 \cdot 1.67^2 \cdot 1.35 = 8 \text{ kNm/m}$$

Pro stanovení namáhání desky nad nosníky je použito modelu konzoly, kdy na straně bezpečnosti předpokládám kloubové působení desky v poli.

$$M_{LM2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{160}{(0.3 + 0.6 + 0.3) \cdot (0.3 + 0.35 + 0.3)} \cdot 0.835^2 \cdot 1.35 = 66 \text{ kNm/m}$$

$$M_g = \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 0.681 \cdot 0.835^2 \cdot 1.35 = 8 \text{ kNm/m}$$

Smykové účinky (započtena i roznašecí šířka o velikosti L/6, L-světla)

$$Q_{LM2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{160}{(0.2 + 0.3 + 0.6 + 0.3 + 0.2) \cdot (0.2 + 0.3 + 0.35 + 0.3 + 0.2)} \cdot 1.27 \cdot 1.35 = 63.5 \text{ kN/m}$$

$$Q_g = \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 0.681 \cdot 1.67 \cdot 1.35 = 19.2 \text{ kN/m}$$

### 6.2.2. Posouzení na ohyb

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

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

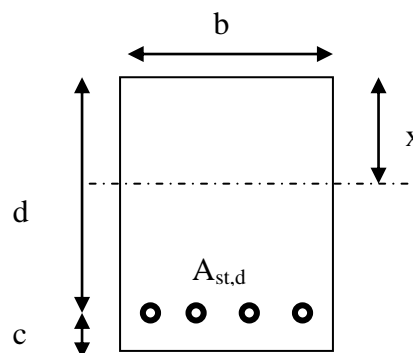
$$x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left( -1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) < x_{bal} = d \cdot \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}}$$

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

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

Posouzení únosnosti:

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



**Deska v poli**

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0,074		$A_{st,d}$	10	$\phi$	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	
$h[m]=$	0,200	$f_{ck}[MPa]=$	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	
$d[m]=$	0,150							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[m^2]=$	0,000226		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0,000195		mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0,092529	>	$x[m]=$	0,040690		omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0,001273	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0,002011		ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{minx}[\%]=$	0,15	<	$\mu[\%]=$	1,34	<	$\mu_{max}[\%]=$	1,60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0,064278		$M_{Rd}[MNm]=$	0,109	>	$M_{ed}[MNm]=$	0,074	

**Deska ve vetknutí**

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[MNm]=$	0,074		$A_{st,d}$	10	$\phi$	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		$A_{xmin-\mu}[m^2]=$	0,000325		mimimální plocha výztuže		
$x_{bal}[m]=$	0,154215	>	$x[m]=$	0,022581		omezení výšky tlačené oblasti		
$A_{st,req}[m^2]=$	0,000706	<	$A_{st,d}[m^2]=$	0,001131		ověření návrhové plochy výztuže		
$\mu_{minx}[\%]=$	0,15	<	$\mu[\%]=$	0,45	<	$\mu_{max}[\%]=$	1,60	
Moment únosnosti								
$x[m]=$	0,036156		$M_{Rd}[MNm]=$	0,116	>	$M_{ed}[MNm]=$	0,074	



**6.2.3. Posouzení na smyk**

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*

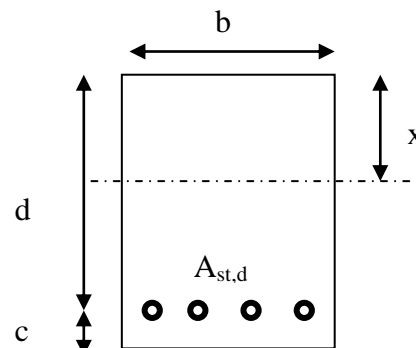
$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g \theta \quad (\theta = 22 - 45^\circ)$$

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

*šikmá výztuž*

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

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

**Deska ve vetknutí nad nosníky**

Namáhání		Ohybová výztuž							
V <sub>ed</sub> [MN]=	0,083	10	ϕ	12		A <sub>st,d</sub> [m <sup>2</sup> ]=	0,001131		
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli									
b[m]=	1,000	f <sub>ctm</sub> [MPa]=	2,9	f <sub>yk</sub> [MPa]=	500	ε <sub>cu</sub> =	0,0035	θ[°]=	45,0
h[m]=	0,200	f <sub>ck</sub> [MPa]=	30,0	f <sub>yd</sub> [MPa]=	435	λ=	0,800	α[°]=	45,0
c[m]=	0,050	f <sub>cd</sub> [MPa]=	17,0	E <sub>s</sub> [Mpa]=	200000	η=	1,000	k <sub>pom</sub> =	2,15
d[m]=	0,150	x[m]=	0,036	σ <sub>cp</sub> [Mpa]=	0	α <sub>cw</sub> =	1,000	k=	2,00
Beton									
V <sub>Rd,cl</sub> [MN]=	0,102	>	V <sub>Rdc,min</sub> [MN]=	0,062	V <sub>Rd</sub> [MN]=	0,102	vyhovuje bez výztuže		
Spony		3	ϕ	6	s[m]=	0,33	A <sub>sw</sub> [m <sup>2</sup> ]=	0,000085	
V <sub>Rd,s</sub> [MN]=	0,015	<	V <sub>Rd,max</sub> [MN]=	0,608	V <sub>Rd</sub> [MN]=	0,117	vyhovuje bez ohybů		
Ohyby		0	ϕ	16	s[m]=	0,60	A <sub>sw</sub> [m <sup>2</sup> ]=	0,000000	
V <sub>Rd,s</sub> [MN]=	0,000	<	V <sub>Rd,max</sub> [MN]=	0,304	V <sub>Rd</sub> [MN]=	0,117	vyhovuje		

#### 6.2.4. 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

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

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

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

#### Deska v poli

$M_{char} [MNm] =$	0,055	$A_s [m^2] =$	10	$\phi$	16	$A_s [m^2] =$	0,002011	$\sigma_s [Mpa] =$	220
$b [m] =$	1,000	$f_{ct, eff} [MPa] =$	2,9	$f_{yk} [MPa] =$	500	$x [m] =$	0,064278	$k_t =$	0,600
$h [m] =$	0,200	$f_{ck} [MPa] =$	30,0	$f_{yd} [MPa] =$	435	$\lambda =$	0,800	$k_1 =$	0,800
$c [m] =$	0,050	$f_{cd} [MPa] =$	17,0	$\varepsilon_{cu} =$	0,0035	$\eta =$	1,000	$k_2 =$	0,500
$d [m] =$	0,150	$E_{cm} [Mpa] =$	36000	$E_s [Mpa] =$	200000	$\alpha_e =$	5,556	$k_3 =$	3,400
$h_{c, eff} [m] =$	0,045	$A_p [m^2] =$	0	$\phi$	15,5	$A_p [m^2] =$	0,000000	$k_4 =$	0,425
$A_{c, eff} [m^2] =$	0,045	$\xi =$	0,500	$\xi_1 =$	0,718	$\rho_{p, eff} =$	0,044443	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} =$	0,001
$s_{r, max} [mm] =$	61	$w_k [mm] =$	0,05	$<$	$w_{lim} [mm] =$	0,3			
$k_c =$	0,600	$k_y =$	0,800						
$\sigma_s [Mpa] =$	220	$<$	400		$\sigma_c [Mpa] =$	8,60553	$<$	18	

### 6.2.5. 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:

$$M_{equ-min} = M_{min}/1.15 \quad M_{equ-max} = M_{max} - M_{min}/1.35$$

$$M_{equ-min} = \frac{8}{1.15} = 7 \text{ kNm/m} \quad M_{equ-max} = \frac{66-8}{1.35} = 43 \text{ kNm/m}$$

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

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

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

Deska v poli

$M_{equ,max}[\text{MNm}] = 0,043$	$M_{equ,min}[\text{MNm}] = 0,007$		10	$\phi$	16
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli				$A_{st,d}[\text{m}^2] = 0,002011$	
$b[\text{m}] = 1,000$	$f_{ctm}[\text{MPa}] = 2,9$	$f_{yk}[\text{MPa}] = 500$		$\lambda = 0,800$	
$h[\text{m}] = 0,200$	$f_{ck}[\text{MPa}] = 30,0$	$f_{yd}[\text{MPa}] = 435$		$\eta = 1,000$	
$c[\text{m}] = 0,050$	$f_{cd}[\text{MPa}] = 17,0$				
$d[\text{m}] = 0,150$				$x[\text{m}] = 0,064$	
Beton:	$\sigma_{cd,max}[\text{MPa}] = 6,7$	$\sigma_{cd,min}[\text{MPa}] = 1,1$		$\beta_{cc} = 1,099$	
$s = 0,20$	$t[\text{dni}] = 100$	$k_1 = 0,85$		$f_{cd,fat}[\text{MPa}] = 14,0$	
podmínka 1	0,87	<	1,00		vyhovuje
podmínka 2	0,48	<	0,54	<	0,8
Ocel:	$\sigma_{s,max}[\text{MPa}] = 172$	$\sigma_{s,min}[\text{MPa}] = 28$			
$\gamma_{F,fat} = 1,00$	$\gamma_{s,fat} = 1,00$	$\Delta \sigma_{RSK}[\text{MPa}] = 162,5$			
podmínka:	144	<	163		vyhovuje

## Deska nad nosníky

$M_{\text{equ,max}}[\text{MNm}] =$	0,047	$M_{\text{equ,min}}[\text{MNm}] =$	0,007		10	$\phi$	12
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli						$A_{\text{st,d}}[\text{m}^2] =$	0,001131
$b[\text{m}] =$	1,000	$f_{\text{ctm}}[\text{MPa}] =$	2,9	$f_{\text{yk}}[\text{MPa}] =$	500	$\lambda =$	0,800
$h[\text{m}] =$	0,300	$f_{\text{ck}}[\text{MPa}] =$	30,0	$f_{\text{yd}}[\text{MPa}] =$	435	$\eta =$	1,000
$c[\text{m}] =$	0,050	$f_{\text{cd}}[\text{MPa}] =$	17,0				
$d[\text{m}] =$	0,250					$x[\text{m}] =$	0,036
Beton:		$\sigma_{\text{cd,max}}[\text{MPa}] =$	6,9	$\sigma_{\text{cd,min}}[\text{MPa}] =$	1,0	$\beta_{\text{cc}} =$	1,099
$s =$	0,20	$t[\text{dni}] =$	100	$k_1 =$	0,85	$f_{\text{cd,fat}}[\text{Mpa}] =$	14,0
podmínka 1	0,89	<	1,00			vyhovuje	
podmínka 2	0,49	<	0,53	<	0,8	vyhovuje	
Ocel:		$\sigma_{\text{s,max}}[\text{MPa}] =$	176	$\sigma_{\text{s,min}}[\text{MPa}] =$	26		
$\gamma_{\text{F,fat}} =$	1,00	$\gamma_{\text{s,fat}} =$	1,00	$\Delta \sigma_{\text{RSK}}[\text{Mpa}] =$	162,5		
podmínka:	150	<	163			vyhovuje	

## 7. Spodní stavba

### 7.1. Opěry

S ohledem na charakter konstrukce je posouzeno pouze kontaktní napětí v základové spáře.

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

$$R_{max} = \frac{1837}{5} = 367.4 \text{ kN/m} \quad \sigma_{max} = \frac{367.4}{1.65 \cdot 0.8} = 275 \text{ kPa}$$

Podmínka únosnosti základové spáry je 275 kPa. V místních podmínkách lze zeminy třídy S3 a lepší s minimální únosností 325 kPa. Předpokládá se konsolidovaná základová půda pod stávajícími základy.

#### Výpočet tížné zdi - vstupní data: (Akce - opěra)

##### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo vrst.	Vrstva	Zemina
1	-	Třída S1 , ulehlá

##### Parametry zemin

Název	fi [st.]	c [kPa]	delta [st.]	gama [kN/m3]
Třída S1 , ulehlá	30.00	0.00	30.00	19.00

##### Parametry zemin pro výpočet vztlaku

Název	gama,sat [kN/m3]	pórovitost [0-1]	gama,sk [kN/m3]	gama,su [kN/m3]
Třída S1 , ulehlá	21.00	-	-	11.00

##### Geometrie konstrukce

Číslo bodu.	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.34
3	0.34	0.68
4	0.34	2.31
5	0.94	2.31
6	0.94	3.21
7	-1.51	3.21
8	-1.51	2.31
9	-0.91	2.31
10	-0.91	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Objem zdi na 1bm = 4.92 m3/m.

##### Materiál konstrukce:

Objemová tíha gama = 23.00 kN/m3

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy ČSN 73 1201 R.

Beton : B 25

Pevnost v tlaku Rbd = 14.50 MPa

Pevnost v tahu Rbtd = 1.05 MPa

Modul pružnosti Eb = 30000.00 MPa

Terén za konstrukcí je rovný.

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.75 m.

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2.25 m.

Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

**Zadaná přitížení**

Typ	Název	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x [m]	Délka [m]	Šířka [m]	Hloub. [m]
Celopl.	nahodile	11.70					
Celopl.	vozovkys	16.00					

**Odpor na líci konstrukce:**

Odpor na líci konstrukce uvažován jako pasivní tlak.

Zemina na líci konstrukce - Třída S1 ,ulehlá

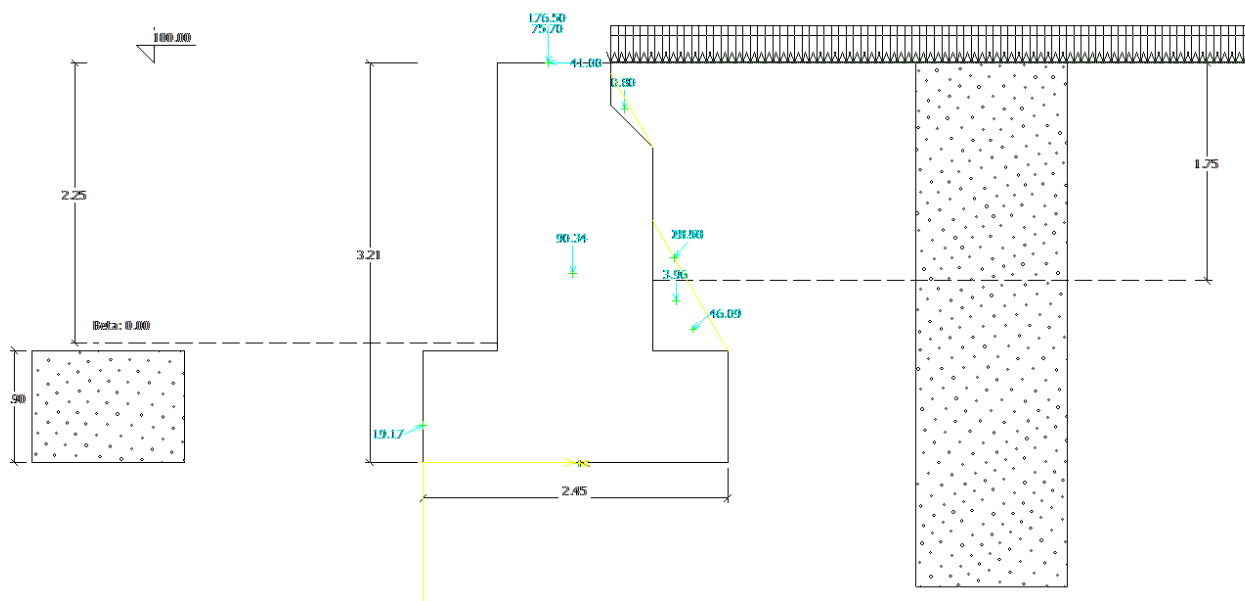
Výška zeminy před zdí h = 0.90 m

Třecí úhel kce-zemina delta,p = 30.00 stup.

**Zadané síly působící na konstrukci**

Název	Fx [kN]	Fz [kN]	x [m]	z [m]
Rp	0.00	176.50	-0.50	0.00
B	-41.00	0.00	-0.50	0.00
Rg	0.00	75.70	-0.50	0.00

Výpočet proveden podle ČSN 73 0037 s redukcí vstupních parametrů zemin.

**Výpočet tížné zdi - posouzení čís.1: (Akce - opěra)****Spočtené síly působící na konstrukci:**

Název	F,vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F,svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0.00	-1.52	90.34	1.20	1.000
Odpor na líci	-17.04	-0.30	-8.78	0.00	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.30	3.96	2.04	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.84	0.80	1.62	1.000
Aktivní tlak	35.13	-1.07	29.83	2.17	1.000
nahodile	12.46	-1.64	13.78	2.02	1.000
vozovkys	17.03	-1.64	18.85	2.02	1.000
Rp	0.00	-3.21	176.50	1.01	1.000
B	41.00	-3.21	0.00	1.01	1.000
Rg	0.00	-3.21	75.70	1.01	1.000

**Vstupní údaje pro posouzení:**

Úhel tření konstrukce-zemina	psi	=	30.00 stup.
Soudržnost konstrukce-zemina	a	=	0.00 kPa
Součinitel redukce úhlu tření	gama,mpsi	=	1.10
Součinitel redukce soudržnosti	gama,ma	=	1.40
Výpočtová únosnost základové půdy	Rd	=	300.00 kPa

**Posouzení celé zdi:****Posouzení na překlpení:**Moment vzdorující  $M_{vzd} = 0.9 \cdot 503.55 = 453.19 \text{ kNm/m}$ Moment klopící  $M_{kl} = 212.71 \text{ kNm/m}$ 

Zed' na překlpení VYHOVUJE

**Posouzení na posunutí:**Vodor. síla vzdorující  $H_{vzd} = 0.9 \cdot 206.72 = 186.05 \text{ kN/m}$ Vodor. síla posunující  $H_{pos} = 88.59 \text{ kN/m}$ 

Zed' na posunutí VYHOVUJE

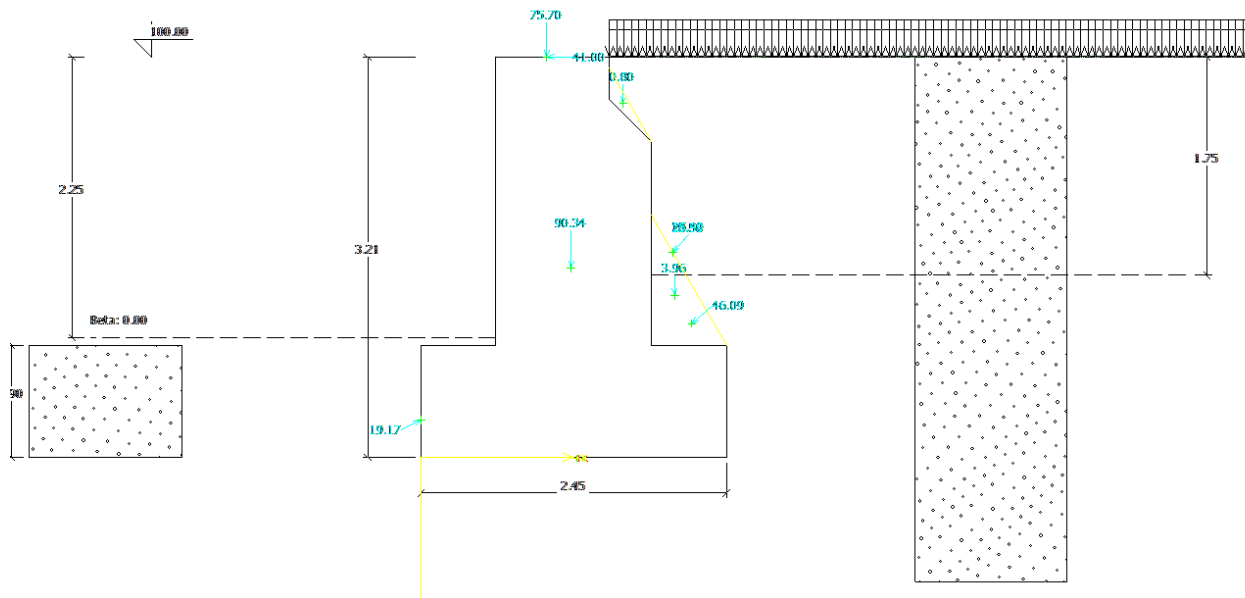
**Síly působící ve středu základové spáry:**Celkový moment  $M = 200.36 \text{ kNm/m}$ Normálová síla  $N = 400.98 \text{ kN/m}$ Smyková síla  $Q = 88.59 \text{ kN/m}$ **Posouzení únosnosti základové půdy:**Excentricita normálové síly  $e = 49.97 \text{ cm}$ Maximální dovolená excentricita  $e_{dov} = 80.85 \text{ cm}$ 

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Napětí v základové spáře  $\sigma = 276.41 \text{ kPa}$ Únosnost základové půdy  $R_d = 300.00 \text{ kPa}$ 

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - OPĚRA VYHOVUJE

**Výpočet tížné zdi - posouzení čís.2: (Akce - opěra)****Spočtené síly působící na konstrukci:**

Název	F, vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F, svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0.00	-1.52	90.34	1.20	1.000
Odpor na líci	-17.04	-0.30	-8.78	0.00	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.30	3.96	2.04	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.84	0.80	1.62	1.000
Aktivní tlak	35.13	-1.07	29.83	2.17	1.000
nahodile	12.46	-1.64	13.78	2.02	1.000
vozovkys	17.03	-1.64	18.85	2.02	1.000
Rp	0.00	-3.21	176.50	1.01	0.000
B	41.00	-3.21	0.00	1.01	1.000
Rg	0.00	-3.21	75.70	1.01	1.000

**Vstupní údaje pro posouzení:**

Úhel tření konstrukce-zemina	psi	=	30.00	stup.
Soudržnost konstrukce-zemina	a	=	0.00	kPa
Součinitel redukce úhlu tření	gama,mpsi	=	1.10	
Součinitel redukce soudržnosti	gama,ma	=	1.40	
Výpočtová únosnost základové půdy	Rd	=	300.00	kPa

**Posouzení celé zdi:****Posouzení na překlpení:**Moment vzdorující Mvzd =  $0.9 \cdot 325.28 = 292.75$  kNm/m

Moment klopící Mkl = 212.71 kNm/m

Zed' na překlpení VYHOVUJE

**Posouzení na posunutí:**Vodor. síla vzdorující Hvzd =  $0.9 \cdot 115.73 = 104.15$  kN/m

Vodor. síla posunující Hpos = 88.59 kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

**Síly působící ve středu základové spáry:**

Celkový moment M = 162.41 kNm/m

Normálová síla N = 224.48 kN/m

Smyková síla Q = 88.59 kN/m

**Posouzení únosnosti základové půdy:**

Excentricita normálové síly e = 72.35 cm

Maximální dovolená excentricita e,dov = 80.85 cm

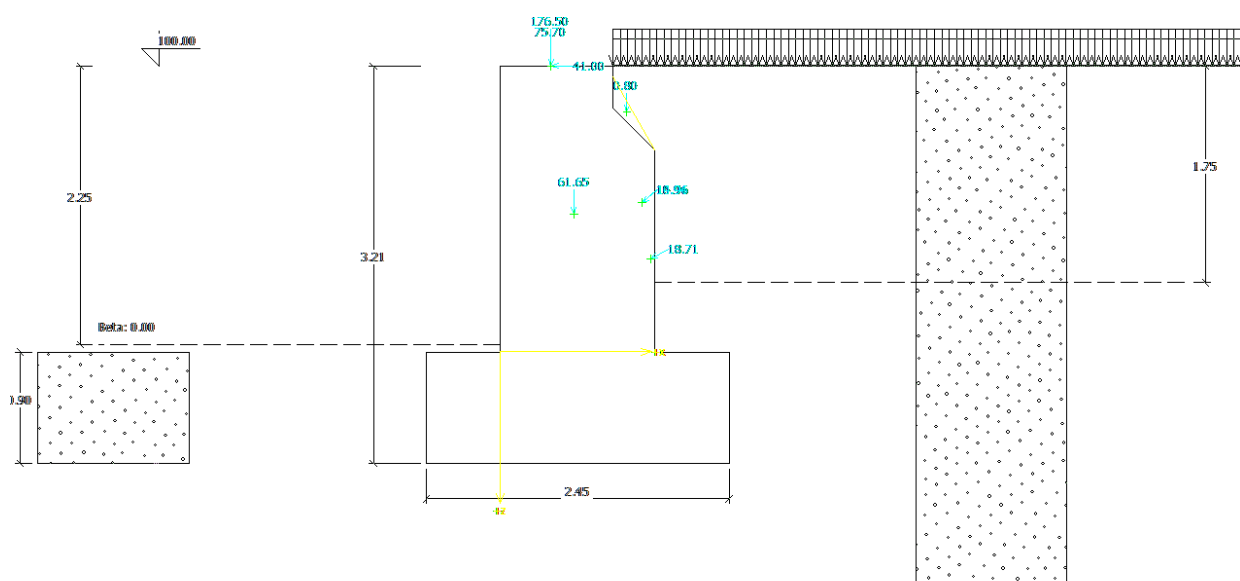
Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Napětí v základové spáře Sigma = 223.81 kPa

Únosnost základové půdy Rd = 300.00 kPa

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - OPĚRA VYHOVUJE

**Výpočet tížné zdi - dimenzace čís.1: (Akce - opěra)**

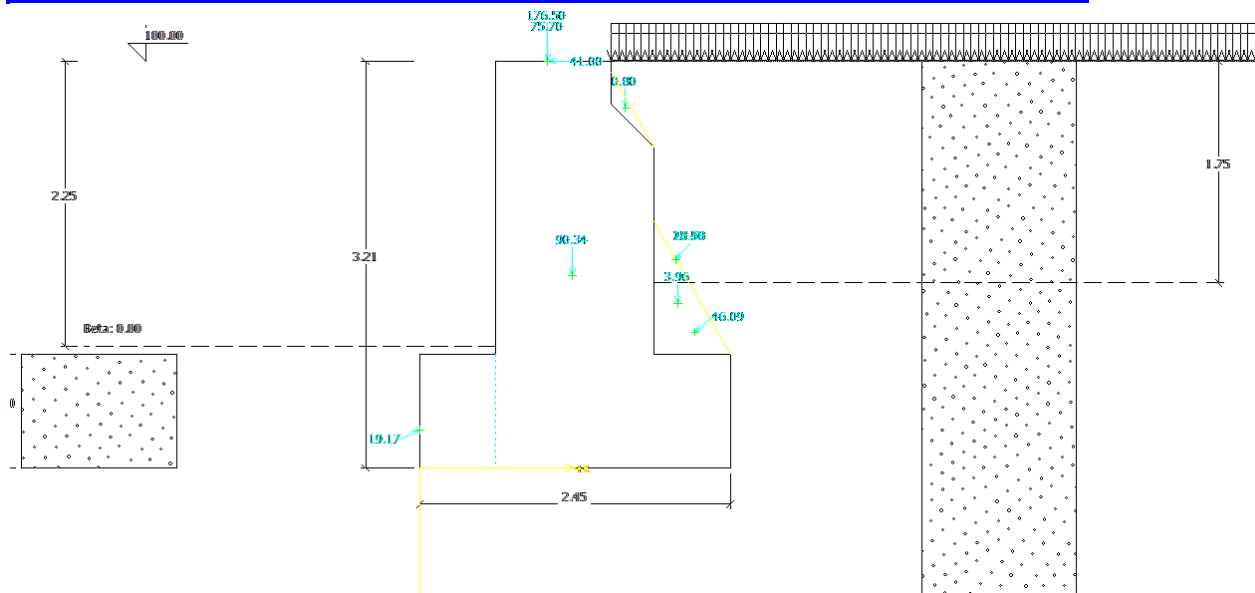


**Spočtené síly působící na konstrukci:**

Název	F,vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F,svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0.00	-1.11	61.65	0.59	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.94	0.80	1.02	1.000
Aktivní tlak nahodile	16.26	-0.75	9.25	1.22	1.000
vozovkys	8.41	-1.21	7.00	1.15	1.000
Rp	11.50	-1.21	9.57	1.15	1.000
B	0.00	-2.31	176.50	0.41	1.000
Rg	41.00	-2.31	0.00	0.41	1.000
	0.00	-2.31	75.70	0.41	1.000

**Posouzení dříku zdi:**Výška průřezu  $h = 1.25$  mSmyk :  $Q_d = 77.17$  kN/m <  $Q_u = 437.50$  kN/mTlak + Ohyb :  $M_d = 172.56$  kNm/m $N_d = 340.48$  kN/m <  $N_u = 3374.47$  kN/m

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE

**Výpočet tížné zdi - dimenzace čís.2: (Akce - opěra)****Spočtené síly působící na konstrukci:**

Název	F,vod [kN/m]	Působíště Z [m]	F,svis [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zed'	0.00	-1.52	90.34	1.20	1.000
Odpor na líci	-17.04	-0.30	-8.78	0.00	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-1.30	3.96	2.04	1.000
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.84	0.80	1.62	1.000
Aktivní tlak	35.13	-1.07	29.83	2.17	1.000
nahodile	12.46	-1.64	13.78	2.02	1.000
vozovkys	17.03	-1.64	18.85	2.02	1.000
Rp	0.00	-3.21	176.50	1.01	1.000
B	41.00	-3.21	0.00	1.01	1.000
Rg	0.00	-3.21	75.70	1.01	1.000

**Posouzení předního výstupku zdi:**Výška průřezu  $h = 0.90$  m

Napětí v zákl.spáře = 276.41 kPa

Smyk :  $Q_d = 165.85$  kN/m <  $Q_u = 315.00$  kN/mOhyb :  $M_d = 49.75$  kNm/m <  $M_u = 138.77$  kNm/m

Únosnost zdi ve spáře VYHOVUJE

Výpočet stability svahu: (Akce - )Výpočet číslo 1:Parametry kruhové smykové plochy:

Souřadnice středu X = -2.04 m  
Y = 101.41 m  
Poloměr r = 5.47 m

Výsledky:

Stupeň stability - Bishop = 1.41  
- Petterson = 1.12

Sumace aktivních sil = 152.21 kN/m  
Sumace pasivních sil = 215.13 kN/m

Výpočet číslo 2:Souřadnice polygonální smykové plochy

Bod čís.	Souř. X [m]	Hloubka [m]
1	-6.08	97.69
2	-1.64	95.98
3	1.07	96.66
4	4.01	100.00

Faktor vodorovné akcelerace kh = 0.00

Výsledky:

Stupeň stability = 1.47

## 7.2. Návrh ložisek

Rekapitulace reakcí:

$$R_{min} = 200kN$$

$$R_{max} = 820kN$$

$$R_{minopěra} = \frac{200}{1.67} = 120kN/m$$

$$R_{maxopěra} = \frac{820}{1.67} = 491kN/m$$

$$H_{opěrabrzděné} = \frac{309}{5} = 61.8kN/m$$

Výpočet posunů v úrovni desky je proveden za předpokladu symetrické deformace:

$$v_{oteplení} = \frac{1}{2} \cdot 0.000012 \cdot 48 \cdot 5 = 0.00144m$$

$$v_{ochlazení} = -\frac{1}{2} \cdot 0.000012 \cdot 52 \cdot 5 = -0.00156m$$

$$v_{smrštění} = -\frac{1}{2} \cdot 0.000012 \cdot 15 \cdot 5 = -0.00045m$$

S ohledem na velikost posunů a reakcí navrhuji elastomerová ložiska RW 250/400/41 s dolní kotevní deskou a zajištění proti vysunutí. Podélné síly budou zachyceny pevným přídržným ložiskem FE300 a příčné síly vodícím ložiskem FU100.

## 8. Závěr

Prefabrikované nosníky budou z betonu C45/55 a budou předpjaté 14 lany Ls 15.7 v jednom nebo ve dvou kabelech. Předpokládám, že předpětí bude do nosníku vneseno postupně, 50% jako montážní předpětí pro přepravu a zbylých 50% po přitížení odpovídající spráhující desce. V případě plného předepnutí nosníku bez přitížení deskou mostovky je doporučeno použít měkkou výztuž v horní úrovni na zachycení tahů od předpětí. Detailní řešení bude upřesněno na základě podmínek vybraného zhotovitele.

Měkká výztuž v dolní úrovni v počtu min.  $4\phi R32$  umožňuje manipulaci s nosníkem před předepnutím. Smyková výztuž nosníků bude realizována dvoustřížnými třmínky v počtu min.  $8\phi R14/m$ , ohyby nejsou nutné.

Deska mostovky tl 20cm bude vyztužena u dolního povrchu  $10\phi R16/m$  (rozhoduje únava), u horního povrchu navrhuji konstruktivně stejnou výztuž (min.  $10\phi R16/m$ ). Smyková výztuž vyhovuje ze spon v počtu min.  $9\phi R6/m^2$ .

Ohybovou výztuž koncových příčníků navrhuji min.  $4\phi R20$  u dolního povrchu, horní povrch je propojen výztuží desky mostovky. Po obvodě postačí  $4\phi R14$ . Tato výztuž musí vyčnívat z prefabrikátu. Jako smykovou výztuž a výztuž na kroucení navrhuji min. dvoustřížné třmínky  $\phi R14$  po 15cm.

Uložení navrhuji na elastomerová ložiska 400/250/41mm doplněná pevným přídržným (FE300) a vodícím ložiskem (FV100). Výztuž úložných prahů konstruktivní ze  $6\phi R14$  u obou povrchů se čtyřstřížnými třmínky  $\phi R12$  po 15cm. Bloky pod ložisky budou konstruktivně vyztuženy min.  $3\phi R14$  v obou směrech.

V Liberci, dne 15.8.2018  
Vypracoval Bc.J.Humpal