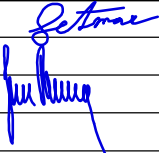



SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:	ING. ONDŘEJ JETMAR		 FÖRSTEROVA 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ	
ZPRACOVAL:	ING. ONDŘEJ JETMAR			
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. JAN BURSA			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAROSLAV BRANDA			
REGION: KRÁLOVÉHRADECKÝ	OKRES: NÁCHOD	OBEC: VELKÉ POŘÍČÍ	STUPEŇ:	DSP+PDPS
INVESTOR: POVODÍ LABE, STÁTNÍ PODNIK, VÍTA NEJEDLÉHO 951/8, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ			ZAK.ČÍSLO:	1451-16-4
AKCE:  KŘEPELKA, VELKÉ POŘÍČÍ, ZKAPACITNĚNÍ KORYTA			ARCHIVNÍ ČÍSLO:	(59/PD/16)
			DATUM:	11/2016
			FORMÁT:	1xA4
			MĚŘÍTKO:	-
OBJEKT: SO 1.2			ČÍSLO SOUPRAVY:	ČÍSLO PŘÍLOHY:
OBSAH:  D.7.3 STATICKÝ VÝPOČET OBLOUKU SO 1.2				D.7.3



Stavba: **KŘEPELKA, VELKÉ POŘÍČÍ, ZKAPACITNĚNÍ KORYTA**  
**STATICKÝ VÝPOČET OBLOUKU**

Objekt: **RÁMOVÝ MOST**

---

**OBSAH:**

<b>1.</b>	<b>Identifikační údaje o stavbě.....</b>	<b>5</b>
1.1.	Název stavby .....	5
1.2.	Katastrální území .....	5
1.3.	Obec .....	5
1.4.	Okres .....	5
1.5.	Kraj .....	5
1.6.	Investor a stavebník .....	5
1.7.	Správce .....	5
1.8.	Projektant .....	5
<b>2.</b>	<b>Geometrie .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Podklady a výpočetní programy.....</b>	<b>7</b>
3.1.	Normy .....	7
3.2.	Popis užitých podkladů .....	7
3.3.	Výpočetní programy .....	7
<b>4.</b>	<b>Výpočetní model .....</b>	<b>8</b>
4.1.	Popis výpočetního modelu .....	8
4.2.	Zatížení výpočetního modelu .....	10
4.3.	Proměnné zatížení .....	12
4.4.	Kombinace zatížení .....	15
<b>5.</b>	<b>Posouzení .....</b>	<b>19</b>
5.1.	Vnitřní síly - Mezní stav únosnosti ULS .....	19
5.2.	Návrh .....	23
5.3.	Mezní stavy únosnosti - MSÚ .....	23
5.4.	Mezní stavy použitelnosti -MSP .....	27
<b>6.</b>	<b>Deformace.....</b>	<b>29</b>
6.1.	Deformace – Stálé zatížení .....	29
6.2.	Deformace – Proměnné zatížení.....	29
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>30</b>
7.1.	Důležitá upozornění.....	30
7.2.	Předpisy a bezpečnostní opatření .....	30
7.3.	Souhrn .....	30

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O STAVBĚ

### 1.1. Název stavby

KŘEPELKA, VELKÉ POŘÍČÍ, ZKAPACITNĚNÍ KORYTA

### 1.2. Katastrální území

Velké Poříčí

### 1.3. Obec

Velké Poříčí

### 1.4. Okres

Náchod

### 1.5. Kraj

Královéhradecký

### 1.6. Investor a stavebník

Povodí Labe, s.p.  
Víta Nejedlého 951/8  
500 03 Hradec Králové

### 1.7. Správce

Povodí Labe, s.p.  
Víta Nejedlého 951/8  
500 03 Hradec Králové

### 1.8. Projektant

#### 1.8.1. Generální projektant

Ing. Jaroslav Branda – ATELIER M  
Krausova 215  
54932 Velké Poříčí  
IČO: 135 41 072  
DIČ: CZ 540 601 0159  
tel./fax.: 491 483 101  
mobil: 603 887 988  
email.: branda@atelierbranda.cz

#### 1.8.2. Projektant oblouku rámového mostu


MDS projekt s.r.o.  
Försterova 175  
566 01 Vysoké Mýto  
IČO: 274 87 938  
DIČ: CZ 274 87 938  
tel.: +420 465 322 451, fax.: +420 465 323 532  
email.: [mds@mdsprojekt.cz](mailto:mds@mdsprojekt.cz)

#### Autorizace:

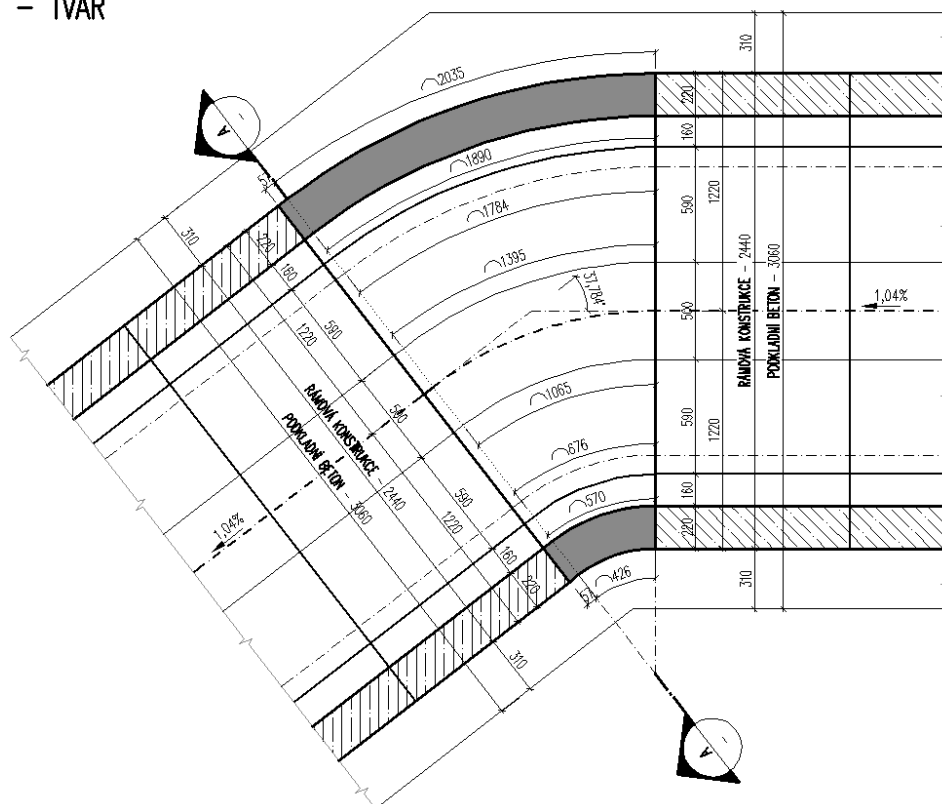
Ing. Jan Bursa č. a. 0601653 – obor IM00 - Mosty a inženýrské konstrukce

## 2. GEOMETRIE

### 2.1.1. Pūdorys

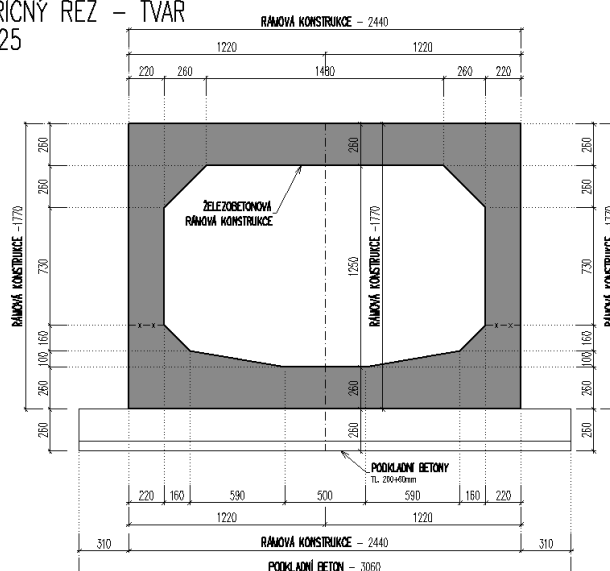


PUDORYS - TVAR  
1:25



### 2.1.2. Příčný řez


 PŘÍČNÝ ŘEZ – TVAR  
 1:25



### 3. PODKLADY A VÝPOČETNÍ PROGRAMY

#### 3.1. Normy

- [1] ČSN EN 1990 - Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1992 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- [4] ČSN EN 206-1 - Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení
- [5] ČSN EN 13670 - Provádění betonových konstrukcí
- [6] ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů  
- a další předpisy související

#### 3.2. Popis užitých podkladů

- [7] D.4.3. - VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ 3  
ATELIER M, Krausova 215 54932 Velké Poříčí
- [8] D.5.2. – OBLOUK RÁMŮ  
ATELIER M, Krausova 215 54932 Velké Poříčí

#### 3.3. Výpočetní programy

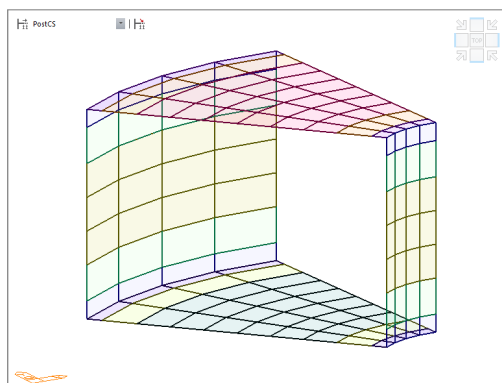
Midas Civil 2016, IDEA StatiCa, Autocad, Microsoft Office

## 4. VÝPOČETNÍ MODEL

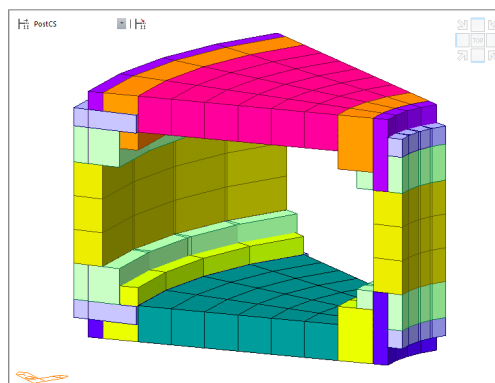
### 4.1. Popis výpočetního modelu

Konstrukce byla modelována 3D deskostěnovým modelem. Geometrie přesně kopíruje projektovaný geometrii a tvar. Okrajové podmínky modelu odpovídají uložení konstrukce na podkladních vrstvách a napojení na přilehlé objekty.

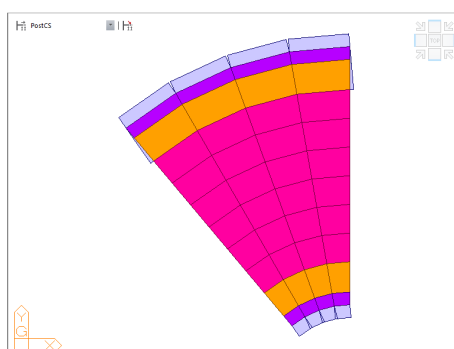
#### 4.1.1. Geometrie



Axonometrie

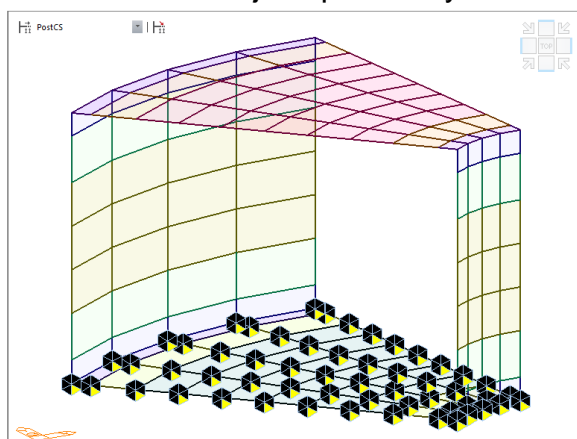


Axonometrie

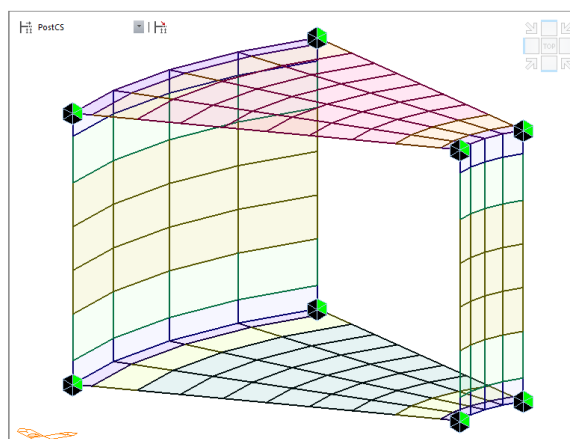


Půdorys

#### 4.1.2. Okrajové podmínky



Axonometrie –  
Uložení na podkladních vrstvách



Axonometrie –  
Napojení na přilehlé konstrukce

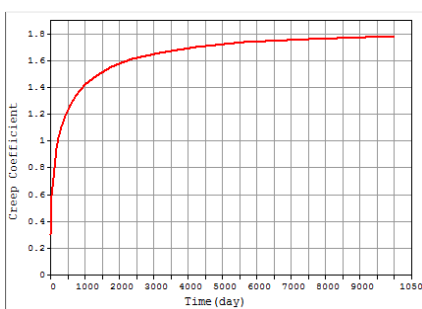


#### 4.1.3. Materiály

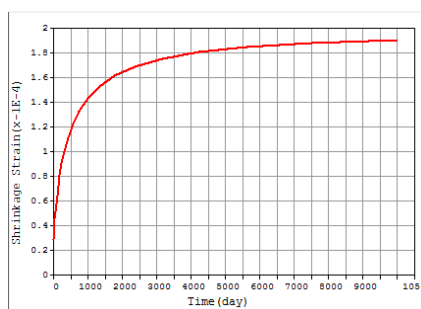
ID	Name	Elasticity (kN/m <sup>2</sup> )	Poisson	Thermal (1/[C])	Density (kN/m <sup>3</sup> )
	C30/37	3.2836e+007	0.2	1.0000e-005	2.5000e+001

##### Dotvarování a smršťování materiálu

Válcová pevnost ve 28 dnech	30 MPa
Relativní vlhkost	85%
Náhradní šířka	$h = 2 A_c / u$
Druh cementu	N
Metoda výpočtu	EN 1992-2
Věk betonu při počátku smršťování	3 dny



Graf dotvarování betonu C30/37



Graf smršťování betonu C30/37

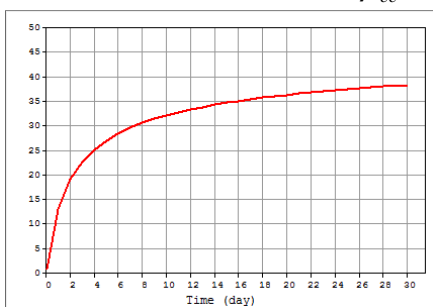
##### Vývoj pevnosti betonu v čase

Střední válcová pevnost ve 28 dnech	38 MPa
Relativní vlhkost	85%
Náhradní šířka	$h = 2 A_c / u$
Druh cementu	N
Pevnost betonu v tlaku ve stáří $t$ podle ČSN EN 1992-1-1: Kapitola 3.1.2 (6):	

$$f(t) = (f_{ck} + \Delta f) \cdot \exp\left(s \cdot \left[1 - \left(28/t_{eq}\right)^{0.5}\right]\right)$$

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm} \quad (3.1)$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left(s \cdot \left[1 - \left(28/t\right)^{0.5}\right]\right) \quad (3.2)$$



Graf pevnosti betonu C30/37

## 4.2. Zatížení výpočetního modelu

### 4.2.1. Stálé zatížení

#### 4.2.1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce

Vlastní tíha je automaticky generována programem Civil Midas 2016.

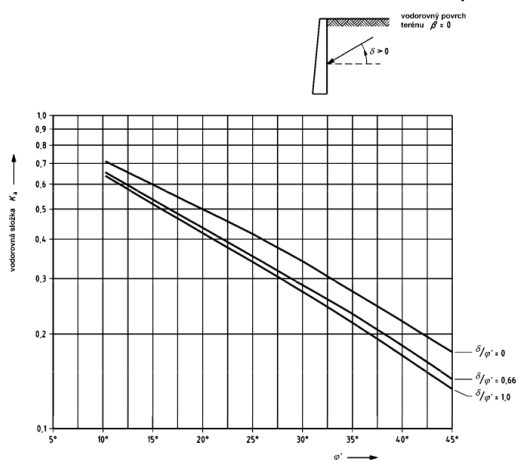
#### 4.2.1.2. Ostatní stálé zatížení

Část konstrukce	$A_n$	$h_n$	$V_n$	$\gamma$	$g_n$	$g_n$	$g_n$
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN]
Zámková dlažba	1.000	0.060	0.06	25.0	25.00	25.00	1.50
ŠD	1.000	0.030	0.03	20.0	20.00	20.00	0.60
ŠD	1.000	0.060	0.06	20.0	20.00	20.00	1.20
Izolace	1.000	0.005	0.01	24.0	24.00	24.00	0.12
SUMA							3.42

#### 4.2.1.3. Zatížení zemním tlakem

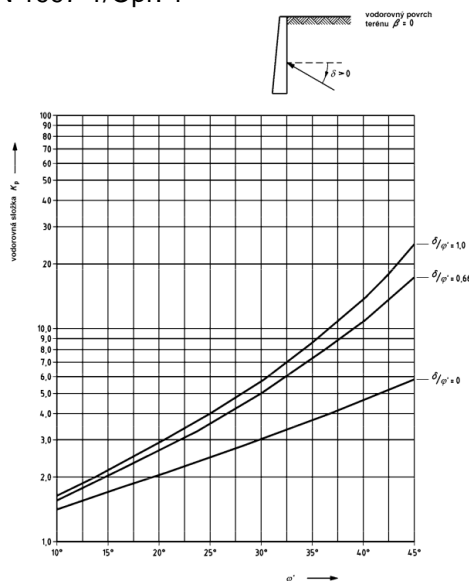
##### Zemní tlak podle ČSN EN 1997-1:

Součinitelé efektivního zemního tlaku podle ČSN EN 1997-1/Opr. 1



Obrázek C.1.1 -

Součinitelé efektivního aktivního zemního tlaku (vodorovná složka) pro vodorovný povrch terénu



Obrázek C.1.1 -

Součinitelé efektivního pasivního zemního tlaku (vodorovná složka) pro vodorovný povrch terénu

##### Stanovení horizontálního zemního tlaku

Úhel vnitřního tření

$$\varphi_k = 28^\circ$$

$$\varphi_d = 28^\circ$$

$$\varphi_d = \arctan(\tan \varphi_k / \gamma_\varphi)$$

$$\gamma_\varphi = 1.00$$

Podle ČSN EN 1997-1: Tabulka A.2.

$$c_k = 0.0$$

Objemová tíha

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$v = 0.3$$

Koeficient aktivního zemního tlaku

$$K_a = 0.361$$

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi_d/2)$$

Koeficient pasivního zemního tlaku

$$K_p = 2.770$$

$$K_a = \tan^2(45 + \varphi_d/2)$$

Koeficient zemního tlaku v klidu

$$K_0 = 0.531$$

Podle ČSN EN 1997-1: Kap. 9.5.2.

$$K_0 = (1 - \sin \varphi_d)$$

Hloubka zeminy

$$h = 1.925 \text{ m}$$

Aktivní zemní tlak

$$\sigma_a = 13.9 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_a = \gamma h K_a$$

Pasivní zemní tlak

$$\sigma_p = 106.6 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_p = \gamma h K_p$$

Zemní tlak v klidu

$$\sigma_0 = 20.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_0 = \gamma h K_0$$

### 4.3. Proměnné zatížení

#### 4.3.1. Zatížení dopravou

##### 4.3.1.1. Model zatížení LM1

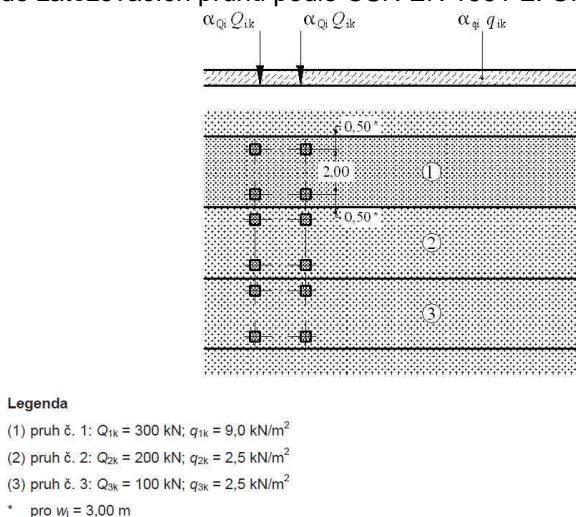
##### Hodnoty nápravové tíhy

Charakteristické hodnoty  $Q_k$  a  $q_k$  včetně dynamického součinitele jsou uvedeny v ČSN EN 1991-2: Tabulka 4.2:

Umístění	Dvounáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly $Q_k$ [kN]	$q_k$ (nebo $q_{ik}$ ) [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha ( $q_{ik}$ )	0	2,5

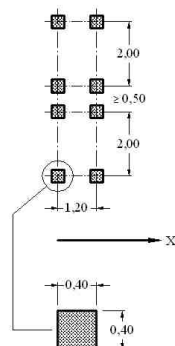
Tabulka 4.2 – Model zatížení 1 – charakteristické hodnoty

Rozdělení zatížení do zatěžovacích pruhů podle ČSN EN 1991-2: Obrázek 4.2a:



Obrázek 4.2a – Použití modelu zatížení 1

Pro lokální ověření má být dvounáprava umístěna v nejméně příznivé poloze. Pokud se uvažují dvounápravy na obou sousedních pruzích, mohou být umístěny blíže, a to tak, že vzdálenost mezi koly náprav nesmí být menší než 0,5 m (podle ČSN EN 1991-2: Obrázek 4.2b).



Obrázek 4.2b – Použití dvounápravy pro lokální ověření

Hodnoty regulačních součinitelů platné pro ČR podle ČSN EN 1991-2 Změna Z3: tabulka NA.2.1

Skupina pozemních komunikací	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Qi} (i > 2)$ a $\alpha_{Qf}$
1	1	1	1	1	2,4	1,2
2	0,8	0,8	0,8	0,45 <sup>1)</sup>	1,6	1,6

Tabulka NA.2.1 – Hodnoty regulačních součinitelů  $\alpha$  pro ČR

Hodnoty nápravové tíhy  $Q_k$  a  $q_k$  včetně dynamického součinitele

Pruh	$Q_{ik}$	$\alpha_{Qik}$	$\alpha_{ik} Q_{ik}$	$q_{ik}$	$\alpha_{qik}$	$\alpha_{ik} Q_{ik}$
	[kN]	[-]	[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	300	1.0	300	9.0	1.0	9
2	200	1.0	200	2.5	2.4	6
3	100	1.0	100	2.5	1.2	3
> 3	0	0.0	0	2.5	1.2	3

#### 4.3.1.2. Model zatížení LM2

##### Hodnoty nápravové tíhy

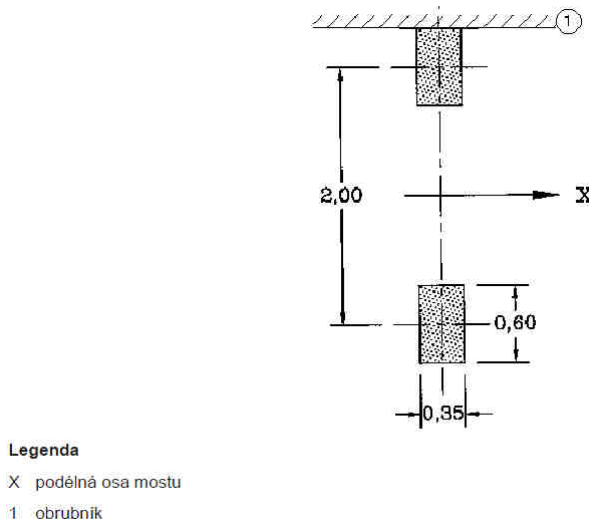
Hodnoty nápravové tíhy podle ČSN EN 1991-2: Kapitola 4.3.3:

$$\beta_Q = \alpha_{Q1} = 1.00$$

Doporučená hodnota

$$\beta_Q Q_{ak} = 1.00 \cdot 400 = 400 \text{ kN}$$

Dotyková plocha každého kola má být uvažovaná jako obdélník o stranách 0,35 m a 0,60 m (viz obrázek 4.3)



Obrázek 4.3 – Model zatížení 2

#### 4.3.1.3. Model zatížení LM3 (zvláštní vozidla)

##### Hodnoty nápravové tíhy a charakteristiky pohybu

Podle ČSN EN 1991-2 Změna Z3: Kapitola 4.3.4:

Celková tíha	900 kN
Označení	900/150
Nápravy	$n = 6 \times 150 \text{ kN}$ , $e = 1,50 \text{ m}$
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v prostoru zatěžovacích pruhů podle čl. A.3 (2).
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální ( $\leq 70 \text{ km/hod}$ )
Dynamický součinitel	Ano, $\phi = 1,25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.

Tabulka NA.2.4 –

Zvláštní vozidla pro silnice III. Třídy v pozemních komunikacích skupiny 1

##### Polohy zatížení

Podle ČSN EN 1991-2: Kapitola A.3 (2):

Zatěžovací pruhy se mají umístit na vozovce v nejméně příznivé poloze. Pro tento případ se má vozovka definovat bez nouzových pruhů, krajnic a vodicích proužků.

#### 4.4. Kombinace zatížení

##### Součinitele zatížení

Podle ČSN EN 1990: Kapitola A2.2.6:

Zatížení	Značka		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1 + zatížení chodci nebo cyklisty) <sup>1)</sup>	TS (dvojnápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Zatížení chodci + zatížení cyklisty <sup>2)</sup>	0,40	0,40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0,75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))		0	–	0
	gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	–	0
Zatížení větrem	$F_{w,k}$				
	– Trvalé návrhové situace		0,6	0,2	0
	– Provádění		0,8	–	0
	$F_w^*$		1,0	–	–
Zatížení teplotou	$T_k$		0,6 <sup>3)</sup>	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{s,n,k}$ (během provádění)		0,8	–	–
Staveništní zatížení	$Q_c$		1,0	–	1,0

<sup>1)</sup> Doporučené hodnoty součinitelů  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  a  $\psi_2$  pro gr1a a gr1b jsou uvedeny pro zatížení silniční dopravou, která odpovídá regulačním součinitelům  $\alpha_{d,i}$ ,  $\alpha_{d,s}$ ,  $\alpha_{d,r}$  a  $\beta_D$  rovným 1. Ty, které se vztahují k UDL (rovnoměrné zatížení), odpovídají běžným scénářům dopravy, ve kterých se může zřídka vyskytnout kumulace nákladních vozidel. Jiné hodnoty lze předpokládat pro jiné třídy komunikací nebo očekávanou dopravu, které se vztahují k výběru odpovídajících součinitelů  $\alpha$ . Např. hodnota  $\psi_2$  jiná než nula se může předpokládat pouze pro rovnoměrné zatížení (UDL) modelu zatížení 1 (LM1) pro mosty převádějící silnou nepřetržitou dopravu. Viz také EN 1998.

<sup>2)</sup> Kombinační hodnota zatížení od chodců a cyklistů, zmíněná v tabulce 4.4 EN 1991-2, je redukována hodnota. Součinitele  $\psi_0$  a  $\psi_1$  odpovídají této hodnotě.

<sup>3)</sup> Doporučenou hodnotu  $\psi_0$  pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

Tabulka A2.1 – Doporučené hodnoty součinitel  $\psi$  pro mosty pozemních komunikací



#### 4.4.1. MSÚ – Mezní stavy únosnosti

##### 4.4.1.1. Návrhové hodnoty zatížení v trvalých a dočasných návrhových situacích

Podle ČSN EN 1990 ed.2: Kapitola A2.3.1:

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz 6.10)	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(\*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvažována v tabulkách A2.1 až A2.3.

**POZNÁMKA 1** Hodnoty  $\gamma$  pro trvalé a dočasné návrhové situace mohou být stanoveny v národní příloze. <sup>NP19)</sup>

Pro trvalé návrhové situace je doporučený soubor hodnot  $\gamma$ :

$\gamma_{G,sup} = 1,05$   
 $\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}$   
 $\gamma_Q = 1,35$  pro nepříznivá zatížení silniční dopravou a chodci, (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,45$  pro nepříznivá zatížení železniční dopravou, (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,50$  pro všechna ostatní nepříznivá proměnná zatížení v trvalých návrhových situacích (0 pro příznivá);  
 $\gamma_P$  = doporučené hodnoty jsou definovány v příslušných Eurokódech pro navrhování.

Pro dočasné návrhové situace, při kterých vzniká nebezpečí ztráty statické rovnováhy, vyjadřuje  $Q_{k,1}$  hlavní destabilizující proměnné zatížení a  $Q_{k,i}$  vyjadřuje příslušné vedlejší destabilizující proměnné zatížení.

Pokud je postup výstavby kontrolován odpovídajícím způsobem, jsou doporučené hodnoty souboru součinitelů  $\gamma$ :

$\gamma_{G,sup} = 1,05$   
 $\gamma_{G,inf} = 0,95^{(1)}$   
 $\gamma_Q = 1,35$  pro nepříznivá staveništní zatížení (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,50$  pro všechna ostatní nepříznivá proměnná zatížení (0 pro příznivá).

<sup>(1)</sup> Tam, kde se používá protizávaží, lze variabilitu jeho charakteristik zohlednit např. pomocí jednoho nebo obou následujících doporučených pravidel:

- použít dílčího součinitele  $\gamma_{G,inf} = 0,8$  tam, kde není vlastní tíha dobře definována (např. kontejner);
- uvažováním odchylek v umístění protizávaží oproti projektu, které je stanoveno úměrně k rozměrům mostu, přičemž velikost protizávaží je definována. U ocelových mostů se v průběhu vysouvání odchylka v umístění protizávaží zpravidla uvažuje hodnotou  $\pm 1$  m.

**POZNÁMKA 2** Pro ověření zdvihání v místě ložisek u spojitých mostů nebo v případech, kdy ověření statické rovnováhy také zahrnuje odolnost nosných prvků (např. tam, kde ztrátě statické rovnováhy je zabráněno stabilizačním systémem nebo zařízením, např. kotvením, podpěrami nebo zvláštními stojkami), lze kromě dvou oddělených postupů ověření podle tabulek A2.4(A) a A2.4(B) provést kombinované ověření podle tabulky A2.4(A). Soubor hodnot  $\gamma$  lze definovat v národní příloze. Doporučují se následující hodnoty  $\gamma$ : <sup>NP26)</sup>

$\gamma_{G,sup} = 1,35$   
 $\gamma_{G,inf} = 1,25$   
 $\gamma_Q = 1,35$  pro nepříznivá zatížení silniční dopravou a chodci, (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,45$  pro nepříznivá zatížení železniční dopravou, (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,50$  pro všechna ostatní nepříznivá proměnná zatížení v trvalých návrhových situacích (0 pro příznivá);  
 $\gamma_Q = 1,35$  pro všechna ostatní nepříznivá proměnná zatížení (0 pro příznivá);

za předpokladu, že použitím  $\gamma_{G,inf} = 1,00$  jak pro příznivou, tak pro nepříznivou část stálých zatížení nevznikne účinek nepříznivější.

Tabulka A2.4(A) – Návrhové hodnoty zatížení (EQU Soubor A)



Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10))	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,j,int}$	$\gamma_P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1}$
(Výraz (6.10b))	$\xi \gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,j,int}$	$\gamma_P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1}$

(\*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.<sup>NP27)</sup>

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů  $\gamma$  a  $\xi$  lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů  $\gamma$  a  $\xi$  následující:<sup>NP20)</sup>

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ <sup>1)</sup>

$\gamma_{G,int} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$ , pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$ , pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26<sup>3)</sup> a 27<sup>3)</sup>), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravy; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$ , pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$  pro ostatní zatížení dopravy a pro další proměnná zatížení;<sup>2)</sup>

$\xi = 0,85$  (takže  $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$ ).

$\gamma_{S,rel} = 1,20$  v případě pružné lineární analýzy a  $\gamma_{S,rel} = 1,35$  v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty  $\gamma$ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

$\gamma_P$  = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

<sup>1)</sup> Tyto hodnoty zahrnují: vlastní tíhu nosných a nenosných částí, kolejové lože, zemínu, podzemní vodu a volné tekoucí vodu, odstranitelné zatížení, apod.

<sup>2)</sup> Tyto hodnoty zahrnují: proměnný vodorovný zemní tlak, podzemní vodu, volné tekoucí vodu a kolejové lože, zvýšení složky zemního tlaku od dopravy, aerodynamická zatížení od dopravy, zatížení větrem, teplotou apod.

<sup>3)</sup> Pro zatížení železniční dopravy u sestav zatížení 26 a 27 lze součinitel  $\gamma_Q = 1,20$  použít pro jednotlivé složky zatížení dopravy související s SW/2 a součinitel  $\gamma_Q = 1,45$  lze použít pro jednotlivé složky zatížení dopravy související s modely zatížení 71, SW/0 a HSLM, apod.

POZNÁMKA 3 Charakteristické hodnoty všech stálých zatížení z jednoho zdroje se násobí součinitelem  $\gamma_{G,sup}$ , pokud celkový součinitel je nepříznivý a součinitelem  $\gamma_{G,int}$ , pokud celkový výsledný účinek je příznivý. Např. všechna zatížení mající původ od vlastní tíhy konstrukce lze uvažovat jako pocházející z jednoho zdroje; to lze použít i v případě, kdy se jedná o různé materiály. Nicméně viz A2.3.1(2).

POZNÁMKA 4 Pro zvláštní ověření lze hodnoty  $\gamma_S$  a  $\gamma_Q$  rozdělit na  $\gamma_{S,d}$  a  $\gamma_{Q,d}$  zahrnující nejistoty modelování. Hodnota  $\gamma_{S,d}$  je v oboru 1,0 – 1,15 a lze ji použít v nejběžnějších případech a také ji lze upravit v národní příloze.<sup>NP21)</sup>

POZNÁMKA 5 Tam, kde zatížení vodou nejsou zahrnuta v EN 1997 (např. proudící voda), lze pro konkrétní projekt stanovit kombinace zatížení, které se mají použít.

Tabulka A2.4(B) – Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO Soubor B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz 6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(*) Proměnná zatížení jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.						
POZNÁMKA Hodnoty $\gamma$ mohou být stanoveny v národní příloze. Doporučený soubor hodnot $\gamma$ : NP28)						
$\gamma_{G,sup} = 1,00$						
$\gamma_{G,inf} = 1,00$						
$\gamma_{G,set} = 1,00$						
$\gamma_Q = 1,15$ pro nepříznivá zatížení silniční dopravou a chodci; (0 pro příznivá);						
$\gamma_Q = 1,25$ pro nepříznivá zatížení železniční dopravou; (0 pro příznivá);						
$\gamma_Q = 1,30$ pro proměnnou část vodorovného zemního tlaku od zeminy, podzemní vody, volné vody a šterkového lože, pro zvýšení horizontální složky zemního tlaku od dopravy (působící nepříznivě); (0 pro příznivá zatížení);						
$\gamma_Q = 1,30$ pro všechna ostatní nepříznivá proměnná zatížení, (0 pro příznivá);						
$\gamma_{G,set} = 1,00$ v případě lineární pružné nebo nelineární analýzy, pro návrhové situace, při kterých mohou mít zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním nepříznivý účinek. U návrhových situací, při kterých mohou mít zatížení od nerovnoměrného sedání příznivý účinek, se tato zatížení do výpočtu nezahrnují.						
$\gamma_P$ = doporučené hodnoty jsou definovány v příslušných Eurokódech pro navrhování.						

Tabulka A2.4(C) – Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO Soubor C)

#### 4.4.1.2. Návrhové hodnoty zatížení v mimořádných a seizmických návrhových situacích

Podle ČSN EN 1990 ed.2: Kapitola A2.3.2:

Návrhová situace	Stálá zatížení		Předpětí	Mimořádná nebo seizmická situace	Vedlejší proměnná zatížení (**)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
Mimořádná (*) (Výraz 6.11a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ nebo $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seizmická (***) (Výraz 6.12a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$A_{Ed} = \gamma I A_{Ek}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

(\*) Pro mimořádné návrhové situace lze nejúčinnější proměnné zatížení uvažovat častou hodnotou, nebo, jako v případě seizmické návrhové situace, kvazistálou hodnotou. V závislosti na uvažované mimořádné návrhové situaci jsou hodnoty uvedeny v národní příloze. <sup>NP29)</sup>

(\*\*) Proměnná zatížení jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

(\*\*\*) Zvláštní seizmické návrhové situace mohou být specifikovány v národní příloze nebo pro konkrétní projekt. U železničních mostů lze zatížit pouze jednu kolej a model zatížení SW/2 se může zanedbat.

**POZNÁMKA** Návrhové hodnoty zatížení v této tabulce A2.5 lze změnit v národní příloze. Pro všechna zatížení jiná než seizmická se doporučuje hodnota  $\gamma = 1,0$ . <sup>NP30)</sup>

Tabulka A2.5 – Návrhové hodnoty zatížení v mimořádných a seizmických kombinacích zatížení

#### 4.4.2. Mezní stavy použitelnosti a další zvláštní mezní stavy

Podle ČSN EN 1990 ed.2: Kapitola A2.3.3:

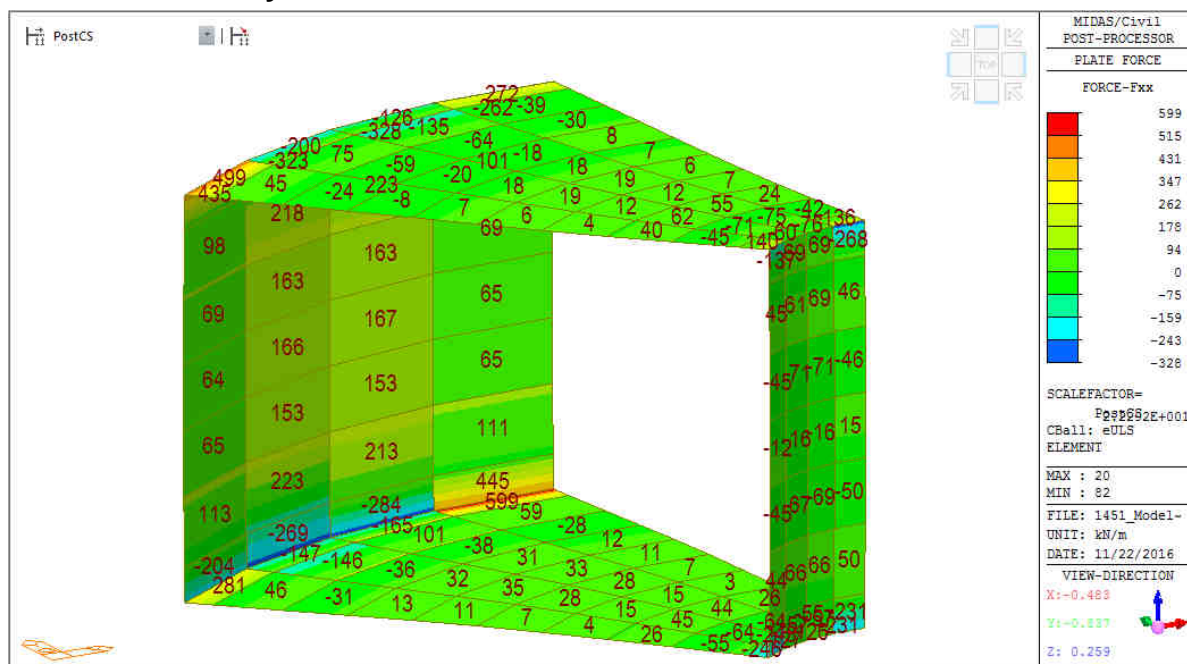
Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Předpětí	Proměnná zatížení $Q_d$	
	Nepříznivá	Příznivá		Hlavní	Ostatní
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabulka A2.6 – Návrhové hodnoty zatížení použité v kombinacích zatížení

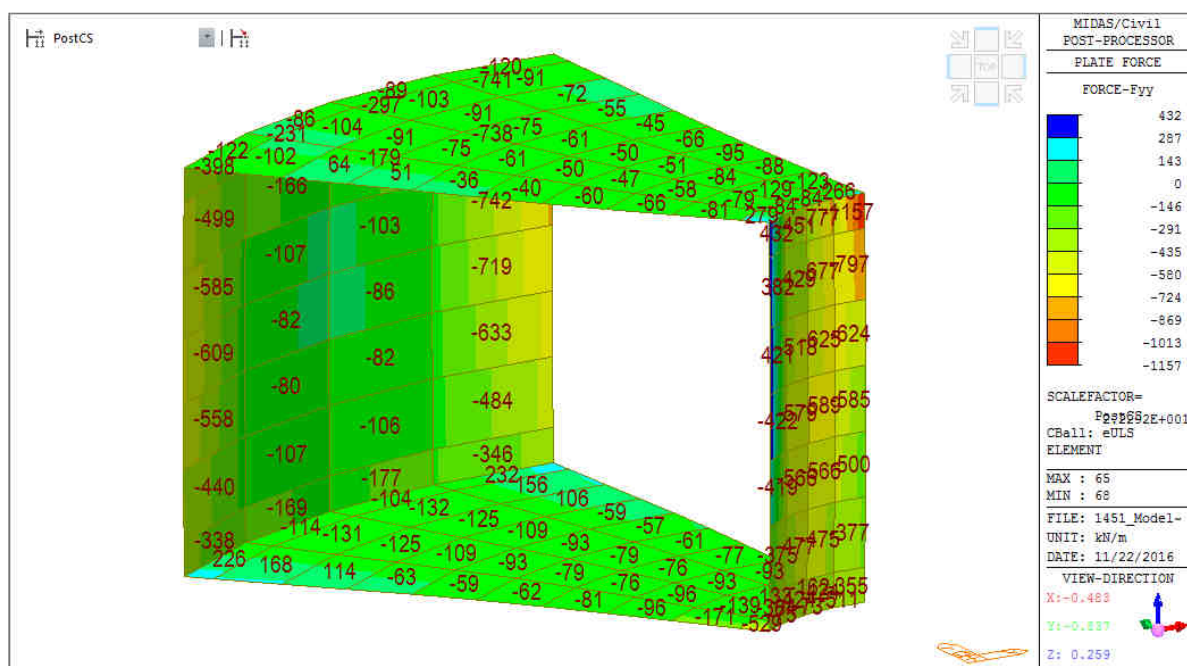


## 5. POSOUZENÍ

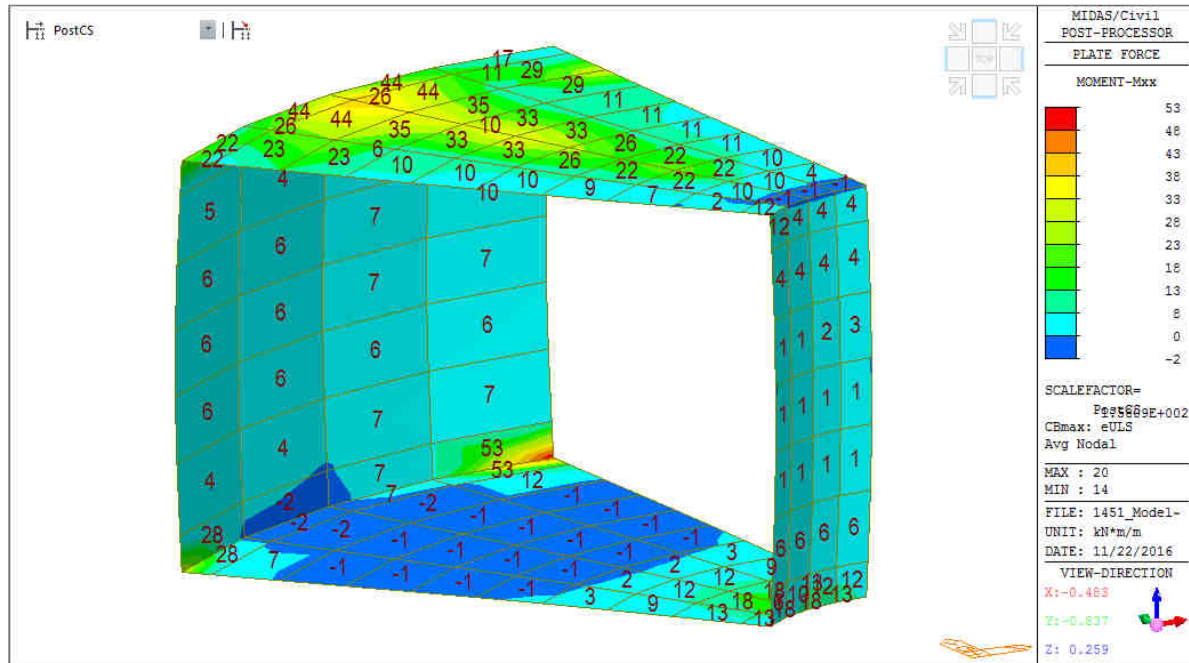
### 5.1. Vnitřní síly - Mezní stav únosnosti ULS



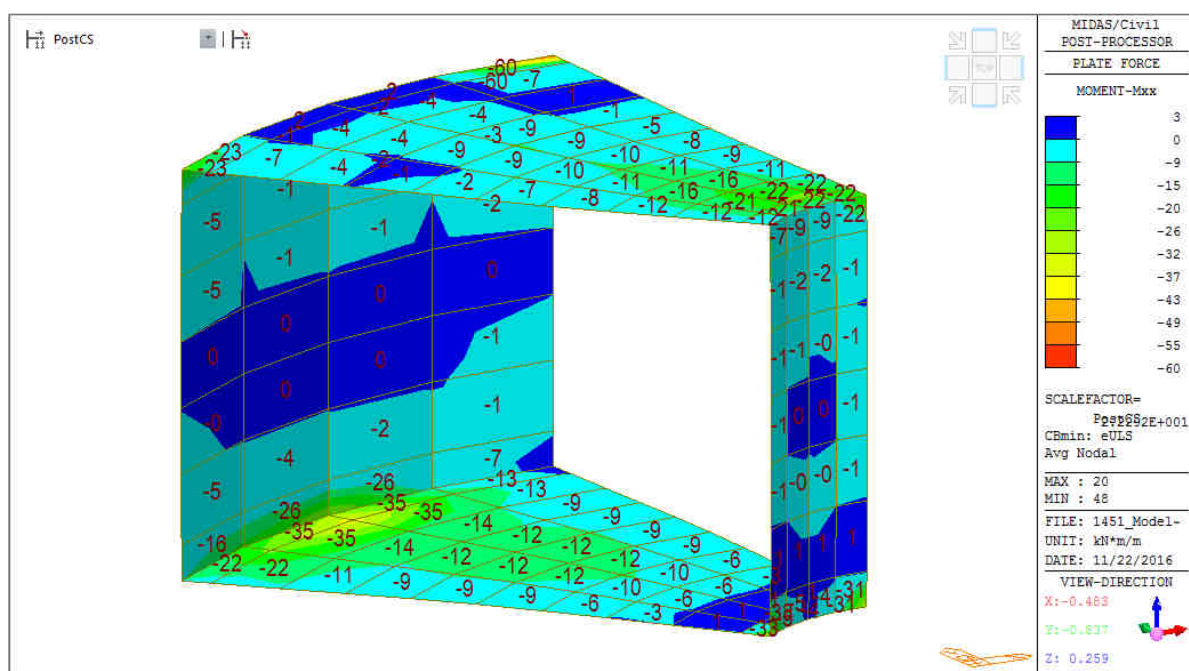
Normálová síla - Fxx [kN/m]



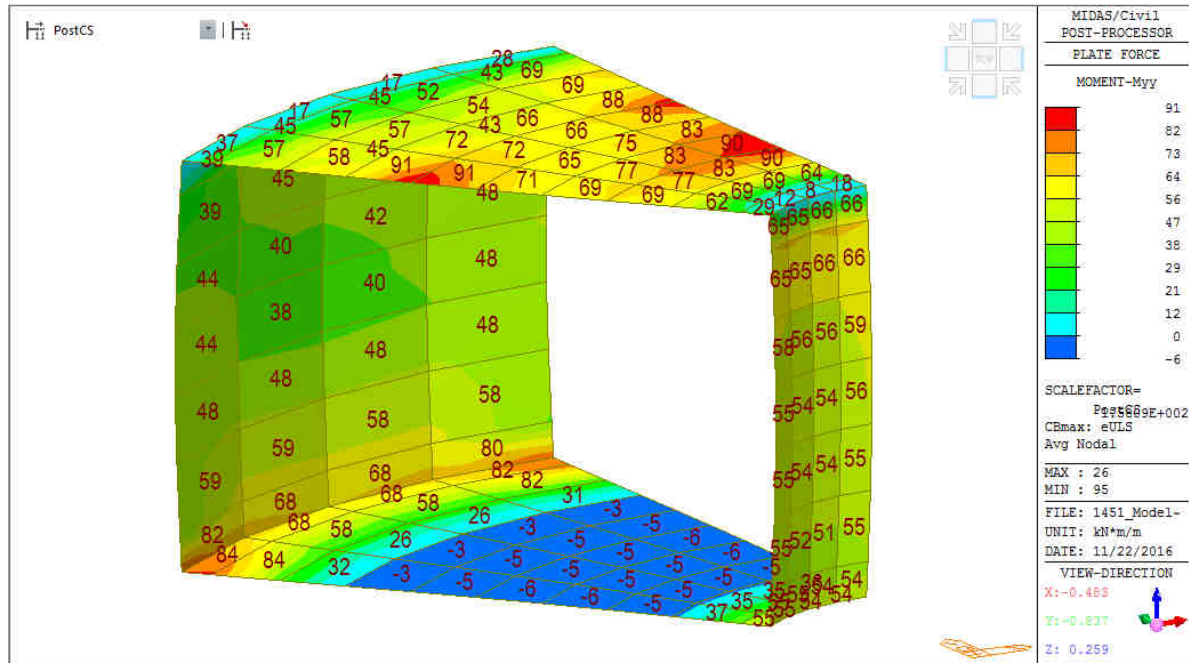
Normálová síla - Fyy [kN/m]



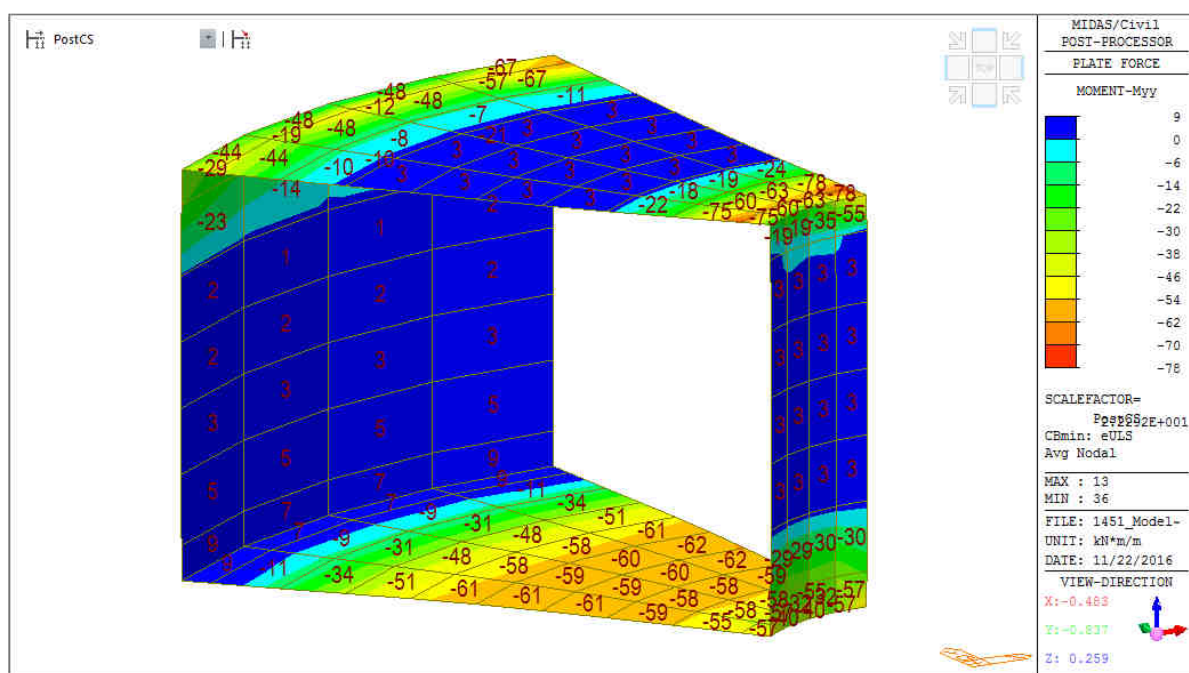
Ohybový moment – Mxx,max [kNm/m]



Ohybový moment – Mxx,min [kNm/m]

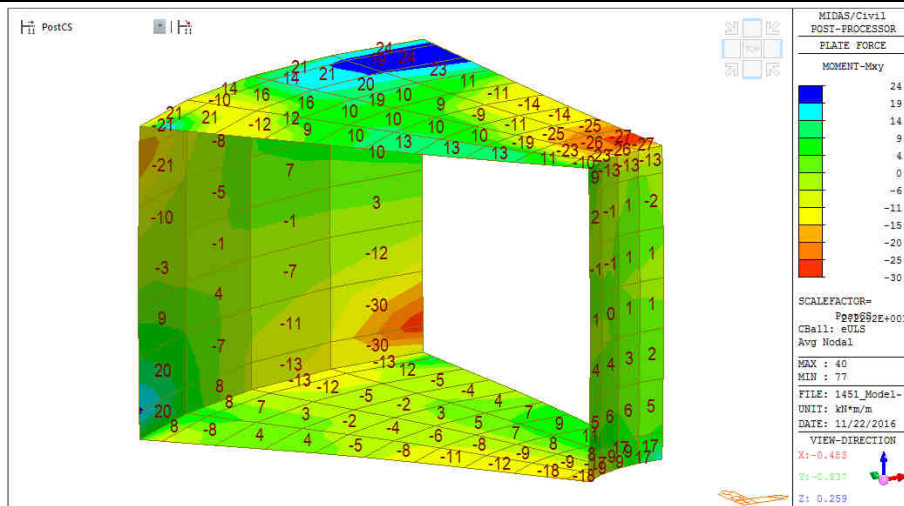


Ohybový moment – Myy,max [kNm/m]

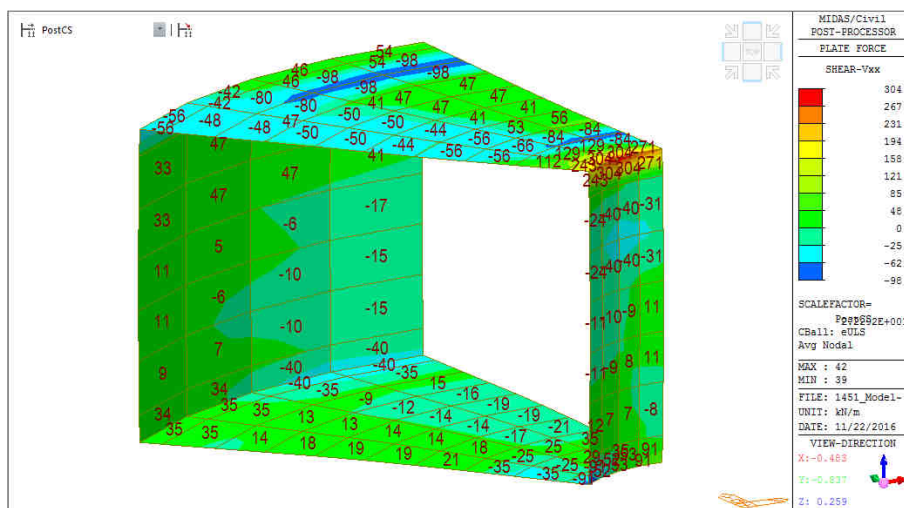


Ohybový moment – Myy,min [kNm/m]

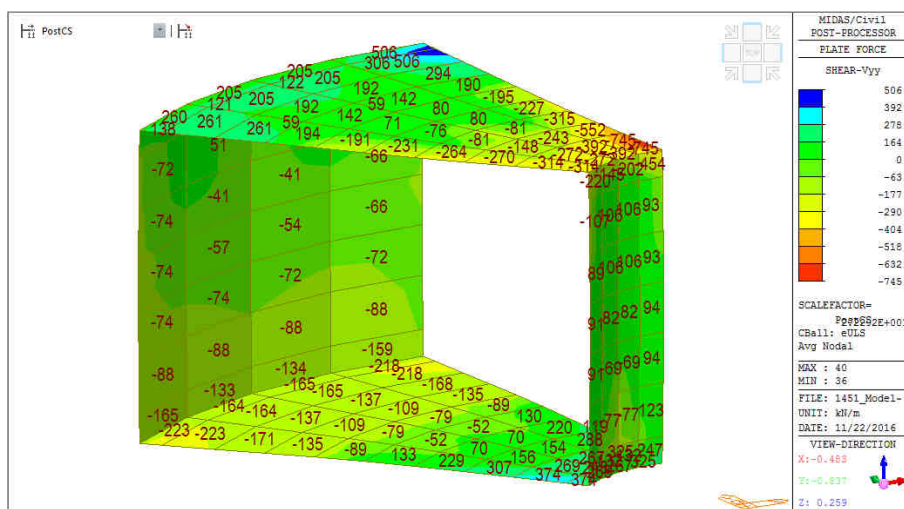




Ohybový moment - Mxy [kNm/m]



Smyková síla - Vxx [kN/m]



Smyková síla - Vyy [kN/m]

## 5.2. Návrh

### Příčný řez - Polovina rozpětí

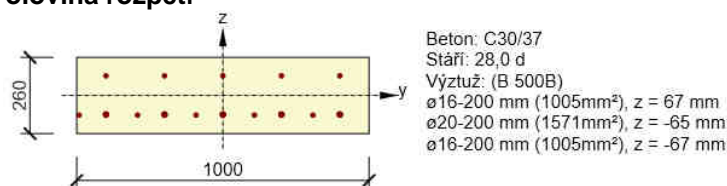


Schéma vyztužení a tvaru

### Příčný řez – Vetknutí vnitřní

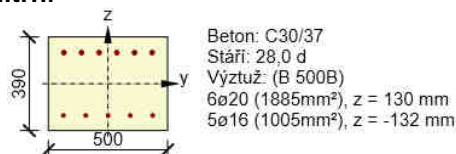


Schéma vyztužení a tvaru

### Příčný řez – Vetknutí vnější

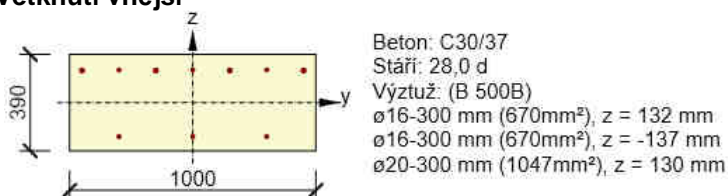


Schéma vyztužení a tvaru

## 5.3. Mezní stavy únosnosti - MSÚ

### 5.3.1. Ohyb

#### Příčný řez - Polovina rozpětí

Rozhodující typ posudku	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	50,0	110,0	0,0			62,3	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Tabulkový souhrn posouzení

#### Příčný řez – Vetknutí vnitřní

Rozhodující typ posudku	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	90,0	-90,0	0,0			44,9	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Tabulkový souhrn posouzení

#### Příčný řez – Vetknutí vnější

Rozhodující typ posudku	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	80,0	-60,0	0,0			30,2	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Tabulkový souhrn posouzení

### 5.3.2. Smyk

Smyková únosnost prvku podle ČSN EN 1992-1-1: Kapitola 6.2.3

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad (6.8)$$

Smyková únosnost skloněných prvku podle ČSN EN 1992-1-1: Kapitola 6.2.3

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

#### Příčný řez - Polovina rozpětí

##### Geometrie

$b_w =$	1.000	m	šířka (smyk)
$h =$	0.260	m	výška
$A_c =$	0.26	m <sup>2</sup>	plocha průřezu
$d =$	0.200	m	účinná výška
$z =$	0.180	m	rameno vnitřních sil
$\theta =$	40	°	

##### Materiály

Ocel	<b>B500B</b>	Beton	<b>C30/37</b>
$f_{yd}=f_{ywd} =$	435 MPa	$f_{cd} =$	17 MPa

##### Výztuž na smyk

Číslo	$\alpha$	d	n	s	$A_{sw,V}$	$V_{Rd,V}$
[-]	[°]	[mm]	[ks]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[kN]
1	90	12	4.73934	450	5.36E-04	111
2	90	0	0	150	#####	0
3	90	0	0	150	#####	0

##### Posouzení

$V_{Ed,V} =$	90	kN	Zatížení
$V_{Rd,max} =$	796	kN	Únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,V} =$	111	kN	Únosnost smykové výztuže
$V_{Ed}/V_{Rd} =$	<b>0.81</b>	<b>OK</b>	Posouzení



**Příčný řez – Vetknutí vnitřní**

## Geometrie

$b_w =$	0.600	m	šířka (smyk)
$h =$	0.390	m	výška
$A_c =$	0.234	m <sup>2</sup>	plocha průřezu
$d =$	0.330	m	účinná výška
$z =$	0.297	m	rameno vnitřních sil
$\theta =$	40	°	

## Materiály

Ocel	<b>B500B</b>	Beton	<b>C30/37</b>
$f_{yd}=f_{ywd} =$	435	MPa	$f_{cd} =$ 17 MPa

## Výztuž na smyk

Číslo	$\alpha$	d	n	s	$A_{sw,V}$	$V_{Rd,V}$
[-]	[°]	[mm]	[ks]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[kN]
1	90	12	5.91716	300	6.69E-04	343
2	40	20	6	150	1.88E-03	2486
3	90	0	0	150	#####	0

## Posouzení

$V_{Ed,V} =$	260	kN	Zatížení
$V_{Rd,max} =$	788	kN	Únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,V} =$	2829	kN	Únosnost smykové výztuže
$V_{Ed}/V_{Rd} =$	<b>0.33</b>	<b>OK</b>	Posouzení

**Příčný řez – Vetknutí vnější**
**Geometrie**

$b_w =$	1.000	m	šířka (smyk)
$h =$	0.390	m	výška
$A_c =$	0.39	m <sup>2</sup>	plocha průřezu
$d =$	0.330	m	účinná výška
$z =$	0.297	m	rameno vnitřních sil
$\theta =$	40	°	

**Materiály**

Ocel	<b>B500B</b>	Beton	<b>C30/37</b>
$f_{yd}=f_{ywd} =$	435 MPa	$f_{cd} =$	17 MPa

**Výztuž na smyk**

Číslo	$\alpha$	d	n	s	$A_{sw,V}$	$V_{Rd,V}$
[-]	[°]	[mm]	[ks]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[kN]
1	90	12	3.47222	300	3.93E-04	201
2	40	20	1.73611	150	5.45E-04	719
3	90	0	1.73611	150	#####	0

**Posouzení**

$V_{Ed,V} =$	350	kN	Zatížení
$V_{Rd,max} =$	1313	kN	Únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,V} =$	921	kN	Únosnost smykové výztuže
$V_{Ed}/V_{Rd} =$	<b>0.38</b>	<b>OK</b>	Posouzení

## 5.4. Mezní stavy použitelnosti -MSP

### Omezení napětí

Minimální dovolené napětí podle ČSN EN 1992-2: Kapitola 7.2 (102)

$$\sigma_{c,lim} = k_1 \cdot f_{ck}$$

Oblasti vlivu XD, XF a XS

$$k_1 = 0.60 \text{ (maximální navýšení o 10 \%)}$$

Doporučená hodnota

$$\sigma_c = -7.0 \text{ MPa} \geq \sigma_{c,lim} = 0.60 \cdot 30 = -18.0 \text{ MPa}$$

**Vyhovuje**

Minimální dovolené napětí podle ČSN EN 1992-1-1: Kapitola 7.2 (3)

$$\sigma_{c,lim} = k_2 \cdot f_{ck}$$

Kvazi-stálá kombinace

$$k_2 = 0.45$$

Doporučená hodnota

$$\sigma_c = -0.6 \text{ MPa} \geq \sigma_{c,lim} = 0.45 \cdot 30 = -13.5 \text{ MPa}$$

**Vyhovuje**

### Omezení trhlin

Omezení trhlin podle ČSN EN 1992-2: Kapitola 7.3

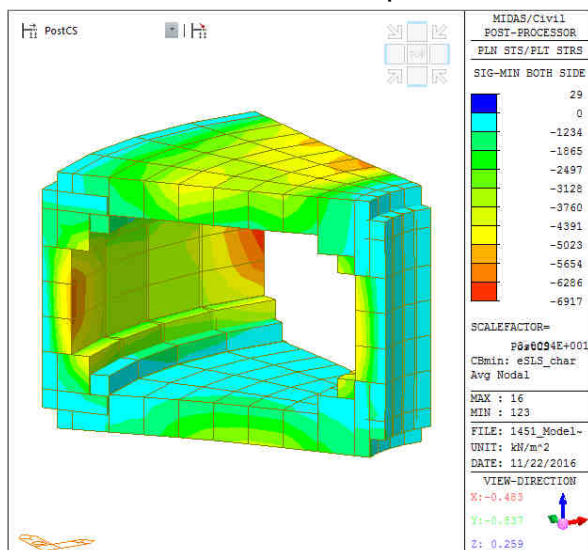
Maximální dovolené hodnoty podle ČSN EN 1992-2/Z2: Kapitola NA.2.26

Železo betonové prvky; Oblasti vlivu XD, XF a XS

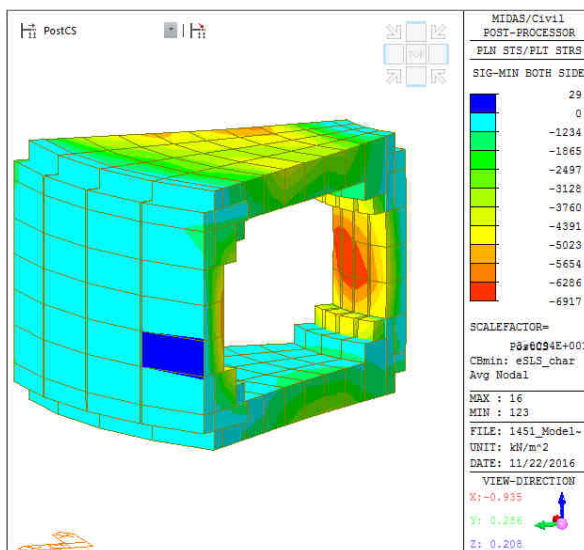
$$w \leq 0.30 \text{ mm}$$

Kvazi-stálá kombinace

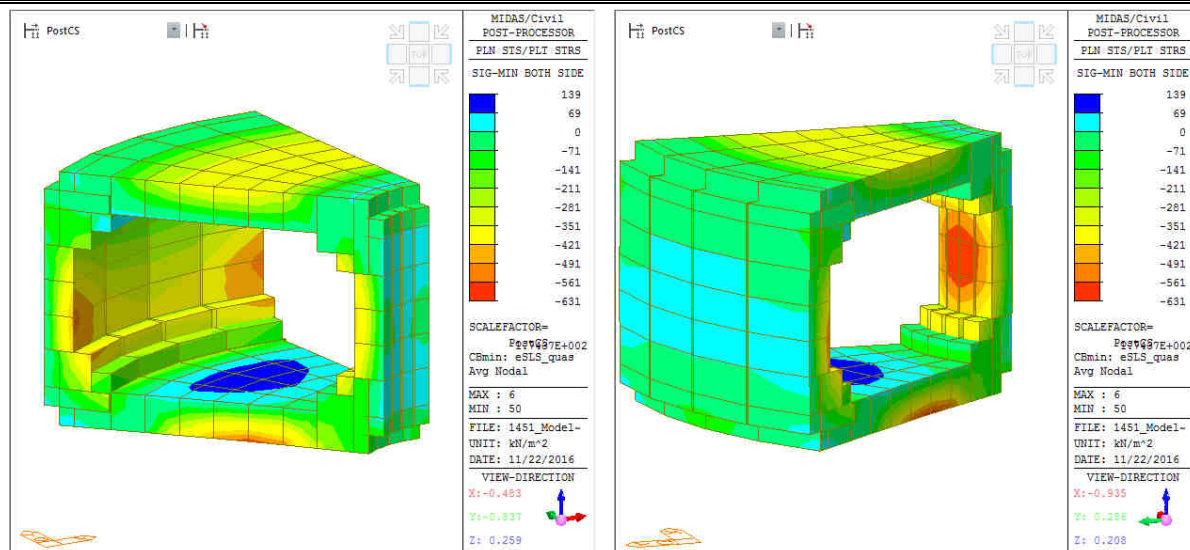
### 5.4.1. Posouzení napětí model



Napětí - Charakteristická kombinace  
 $\sigma_{min}$  [kN/m²]



Napětí - Charakteristická kombinace  
 $\sigma_{min}$  [kN/m²]



Napětí - Kvazistálá kombinace  
 $\sigma_{\min}$  [kN/m<sup>2</sup>]

Napětí - Charakteristická kombinace  
 $\sigma_{\min}$  [kN/m<sup>2</sup>]

#### 5.4.2. Souhrnné posouzení

##### Příčný řez - Polovina rozpětí

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	0,0	90,0	0,0			96,5	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	0,0	90,0	0,0			96,5	OK
Šířka trhliny	0,0	-15,0	0,0			0,0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

##### Tabulkový souhrn posouzení

##### Příčný řez – Vetknutí vnitřní

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	50,0	-36,0	0,0			12,9	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	50,0	-36,0	0,0			12,9	OK
Šířka trhliny	0,0	-3,0	0,0			0,0	OK

##### Tabulkový souhrn posouzení

##### Příčný řez – Vetknutí vnější

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	70,0	-70,0	0,0			13,8	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	70,0	-70,0	0,0			13,8	OK
Šířka trhliny	0,0	-5,0	0,0			0,0	OK

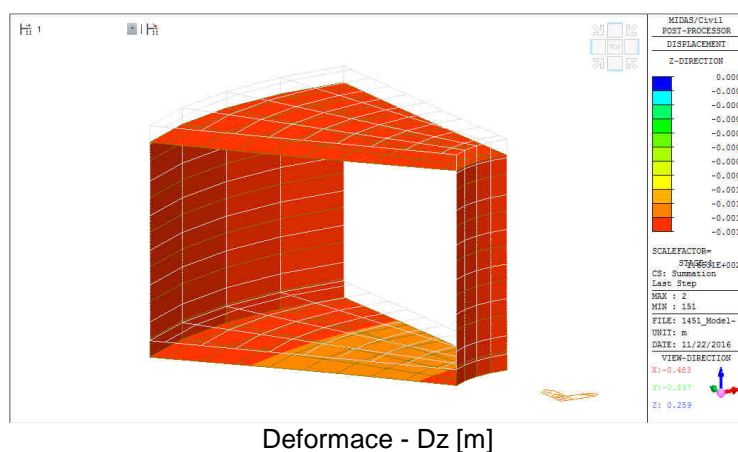
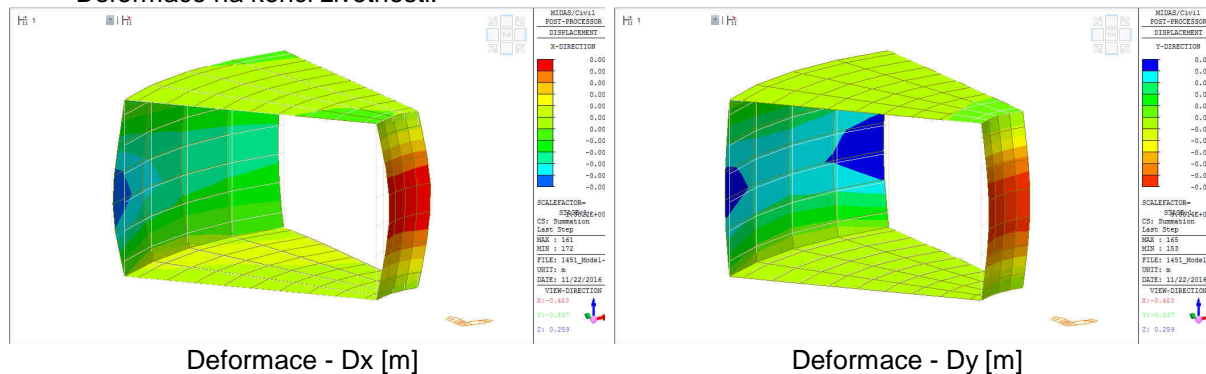
Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

##### Tabulkový souhrn posouzení

## 6. DEFORMACE

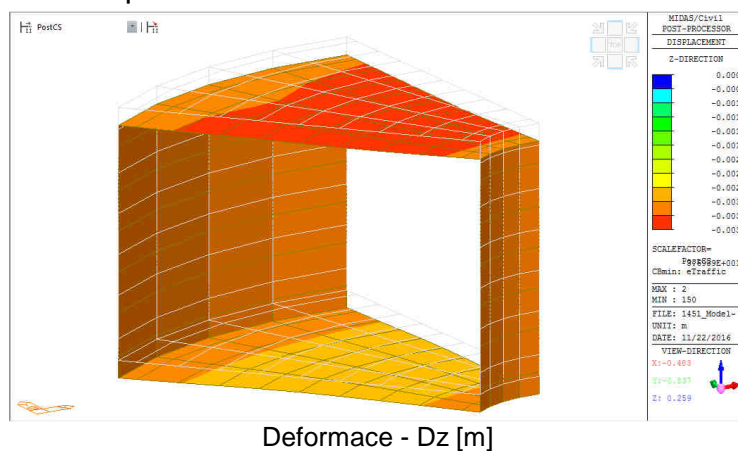
### 6.1. Deformace – Stálé zatížení

Deformace na konci životnosti.



### 6.2. Deformace – Proměnné zatížení

#### 6.2.1. Zatížení dopravou



## 7. ZÁVĚR

### 7.1. Důležitá upozornění

Konstrukce musí přesně odpovídat posuzovanému tvaru. Případné změny tvaru ovlivní namáhání konstrukce. Změny tvaru nutno konzultovat s projektantem a znovu posoudit zpracovatelem statického výpočtu. Konstrukce vyhovuje na zatížení uvažované v tomto statickém výpočtu. Další zatížení se nepřipouští. Ve statickém výpočtu jsou zobrazeny rozhodující posouzení. Zbylé výpočty jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

Konstrukce musí být uložena na dostatečně únosném podloží. Výpočet založení konstrukce není součástí tohoto statického výpočtu. Založení konstrukce je nutno posoudit samostatně v návaznosti na podloží.

**Případné odlišnosti musí být zohledněny ve statickém výpočtu.**

### 7.2. Předpisy a bezpečnostní opatření

Při všech pracích, které budou prováděny v rámci stavby, musí být dodrženy bezpečnostní vyhlášky a předpisy, zejména vyhláška o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích č. 309 / 2006 Sb.

Zvláště je nutno dbát bezpečnosti práce na zavěšených plošinách a lešeních.

Stavební práce a postup stavby bude realizován v souladu s těmito normami a předpisy:

- Technické a kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
- Vzorové listy staveb pozemních komunikací VL-4 Mosty a VL-0 Vzorové listy oprav mostních objektů pozemních komunikací
- ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
- ZTKP této projektové dokumentace

Před zahájením stavebních prací je nutné, aby zhotovitel obnovy předložil technologické postupy pro jednotlivé stavební činnosti a doložil certifikáty jednotlivých materiálů a prvků.

### 7.3. Souhrn

Všechny prvky konstrukce byli navrženy a posouzeny podle platných norem. Navrhnutá konstrukce je stabilní a vyhovuje pro nejnepríznivější kombinaci vnitřních sil.

Statickým výpočtem bylo prokázáno splnění základních požadavků na stavbu – mechanické odolnosti a stabilita stavby. Déle jsou splněny podmínky spolehlivosti (tj. bezpečnosti, použitelnosti a trvanlivosti) stavby.



Vypracoval:

Ing. Ondřej Jetmar



Vysoké Mýto, 11/2016

Kontroloval:

Ing. Jan Bursa