

 <b>ISPO</b> spol. s r. o. <b>inžinierske stavby</b> Slovenská 86, 080 01 Prešov tel.: 051/74 636 95, 74 636 99	ZODP.PROJEKTANT: ING.J.ANTOL 	HL. PROJEKTANT: ING.M.DUBRAVSKÝ 
	VYPRACOVAL: ING.M.RUSIN 	KONTROLOVAL: ING.J.KURUC 
OBJEKT:	220-00 Most ev.č.591-023	
PRÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET	
		MIERKA: 1:100
		Č. PRÍLOHY: 8

## OBSAH :

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>2</b>
1.1	Popis mosta .....	2
1.2	Použité normy, predpisy, podklady a literatúra .....	2
1.3	Použité programy.....	2
1.4	Výpočtové postupy.....	2
<b>2</b>	<b>Geometria mosta.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Použité materiály .....</b>	<b>3</b>
3.1	Druhy materiálov.....	3
3.1.1	Charakteristiky pevnostných tried materiálov .....	3
<b>4</b>	<b>Stanovenie zaťaženia .....</b>	<b>4</b>
4.1	Stále zaťaženia „G“ .....	4
4.1.1	Vlastná tiaž.....	4
4.1.2	Mostný zvršok .....	4
4.2	Premenné zaťaženia „Q“ .....	4
4.2.1	Zaťaženie účinkami teploty.....	4
4.2.2	Zaťaženie cestnej dopravy .....	5
4.3	Zaťažovací model pre brehové podpory a príhlé krídla mosta .....	6
4.3.1	Zvislé zaťaženia .....	6
<b>5</b>	<b>Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta .....</b>	<b>6</b>
5.1	Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty) v pozdĺžnom smere mosta .....	6
5.1.1	Ohybové momenty .....	6
5.1.2	Priečne sily .....	7
5.2	Posúdenie mostovkovej dosky.....	7
5.2.1	Ohyb.....	7
5.2.2	Šmyk .....	12
5.2.3	Minimálne nutné plochy výstuže v priečnom smere .....	13
5.2.4	Rekapitulácia vystuženia.....	14
<b>6</b>	<b>Záver statického výpočtu.....</b>	<b>14</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Popis mosta

Mostný objekt 591-023 sa nachádza na ceste II/591 v obci Senné. Bol postavený v roku 1950.

Spodná stavba je betónová, nosnú konštrukciu tvorí šikmá mostovková doska.

Zabezpečenie požadovanej mechanickej odolnosti nosnej konštrukcie zaistíme vybudovaním novej mostovkovej železobetónovej dosky (C35/45) minimálnej hrúbky 400mm.

Most je z hľadiska zaťaženia dopravou navrhnutý na LM1, LM2 a LM4 v zmysle STN EN 1991-2.

## 1.2 Použité normy, predpisy, podklady a literatúra

Statický výpočet je spracovaný v súlade s príslušnými ustanoveniami nasledujúcich noriem (s príslušnými národnými prílohami) a predpisov.

### Technické normy a predpisy :

STN EN 1990 ..... Zásady navrhovania konštrukcií

STN EN 1991-1-1 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia - Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov

STN EN 1991-1-4 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia vetrom

STN EN 1991-1-5 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia účinkami teploty

STN EN 1991-2 ..... Zať. konštrukcií; Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou

STN EN 1992-1-1 ..... Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy

STN EN 1992-2 ..... Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 2: Betónové mosty, navrhovanie a konštruovanie

STN EN 1997-1 ..... Navrhovanie geotechnických konštrukcií; Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1998-2 ..... Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť; Časť 2: Mosty

STN EN 1998-5 ..... Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť; Časť 5: Základy, oporné konštrukcie a geotechnické hľadiská

## 1.3 Použité programy

Na vypracovanie statického výpočtu a posúdenia jednotlivých konštrukčných prvkov boli použité nasledujúce programy :

- Strap, Excel

## 1.4 Výpočtové postupy

Medzný stav únosnosti sa overuje z hľadiska straty statickej rovnováhy „EQU, súbor A“, vnútornej poruchy alebo nadmernej deformácie „STR/GEO, súbor B“ s kombinačným pravidlom 6.10 a únavovej poruchy konštrukcie „FAT“. Medzný stav použiteľnosti sa overuje z hľadiska dovolených napätí, pretvorení a deformácií pomocou 4-roch základných tvarov kombinácií (charakteristická, kvázi-stála, častá, menej-častá).

Pri posúdení geotechnických konštrukcií sa použije návrhový postup 2, s tvarom kombinácie A1+“M1“+“R2 a pre posudzovanie celkovej stability a numerické metódy, návrhový postup 3 s tvarom kombinácie A1 alebo A2+“M2“+“R3.

Výpočet vnútorných síl od jednotlivých zaťažení a ich následných kombinácií pre MSÚ a MSP je spracovaný použitým výpočtovým programom, ktorý je uvedený v kap.1.3, v zmysle technických noriem a predpisov uvedených v kap.1.2.

Posúdenia konštrukčných prvkov mostného objektu sú vyhotovené v použitom výpočtovom programe a v exceli (v ktorom sú vytvorené zautomatizované jednotlivé posúdenia).

Na zadaný výpočtový model sú aplikované jednotlivé uvažované zaťaženia, ktoré sú uvedené v kap.4.

Kombinačné schémy:

- „súbor A“ (EQU)  

$$\sum_j \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup} + \sum_j \gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

- „súbor B“ (STR/GEO)  

$$\sum_j \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup} + \sum_j \gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf} + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$
- „súbor C“ (STR/GEO)  

$$\sum_j \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup} + \sum_j \gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf} + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Pre mimoriadne návrhové kombinácia platí kombinačná schéma:

$$\sum_j G_{kj,sup} + \sum_j G_{kj,inf} + P_k + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Pre MSP sú definované 4 základné kategórie kombinácií:

- Charakteristická kombinácia  

$$\sum_j G_{kj,sup} + \sum_j G_{kj,inf} + P_k + Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$
- Častá kombinácia  

$$\sum_j G_{kj,sup} + \sum_j G_{kj,inf} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$
- Skoro-stála kombinácia  

$$\sum_j G_{kj,sup} + \sum_j G_{kj,inf} + P_k + \psi_{2,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$
- Menej-častá kombinácia (len pre cestné mosty)  

$$\sum_j G_{kj,sup} + \sum_j G_{kj,inf} + P_k + \psi_{1,inf g} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{1,i} \cdot Q_{ki}$$

## 2 Geometria mosta

Geometria mosta je zrejmá z výkresovej časti projektovej dokumentácie.

## 3 Použité materiály

### 3.1 Druhy materiálov

Jednotlivé prvky mostného objektu budú vyhotovené z týchto materiálov a ich príslušných tried :

- **Betón**
  - Mostovková doska..... C35/45
  - Mostné krídla ..... C30/37
  - Rímky ..... C35/45
- **Oceľ**
  - Betonárska výstuž ..... B 500B

#### 3.1.1 Charakteristiky pevnostných tried materiálov

Betón: C30/37		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck}$ (MPa)	30
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,cube}$ (MPa)	37
Stredná hodnota tlakovej pevnosti betónu	$f_{cm}$ (MPa)	38
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	$f_{ctm}$ (MPa)	2,9
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5%-ný fraktíl	$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	2,0
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95%-ný fraktíl	$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	3,8
Sečnicový modul pružnosti betónu	$E_{cm}$ (GPa)	33
Koeficient dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	$\alpha_T$ (1/°C)	$1,0 \cdot 10^{-5}$

Betón: C35/45		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck}$ (MPa)	35
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,cube}$ (MPa)	45
Stredná hodnota tlakovej pevnosti betónu	$f_{cm}$ (MPa)	43
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	$f_{ctm}$ (MPa)	3,2
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5%-ný fraktíl	$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	2,2
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95%-ný fraktíl	$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	4,2
Sečnicový modul pružnosti betónu	$E_{cm}$ (GPa)	34
Koeficient dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	$\alpha_T$ (1/°C)	$1,0 \cdot 10^{-5}$

Betonárska výstuž: B 500B		
Charakteristická medza klzu	$f_{yk}$ (MPa)	500
Sečnicový modul pružnosti betónu	$E_s$ (GPa)	200

## 4 Stanovenie zaťaženia

Hodnoty všetkých zaťažení sú uvedené v ich charakteristických hodnotách.

### 4.1 Stále zaťaženia „G“

#### 4.1.1 Vlastná tiaž

Vlastná tiaž všetkých prvkov je pre:

- Železobetónové časti ..... 25,0 kN/m<sup>3</sup>
- Časti z prostého betónu ..... 24,0 kN/m<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Mostný zvršok

- Asfaltová vozovka, hr. 90mm
  - Horná hranica „sup“ ..... 3,03 kN/m<sup>2</sup>
- Ľavá rímsa
  - Rímsa ..... 7,50 kN/m<sup>2</sup>
  - Zvodidlo ..... 1,00 kN/m<sup>2</sup>
- Pravá rímsa
  - Rímsa ..... 7,50 kN/m<sup>2</sup>
  - Zvodidlo ..... 1,00 kN/m<sup>2</sup>

### 4.2 Premenné zaťaženia „Q“

#### 4.2.1 Zaťaženie účinkami teploty

Zaťaženie teplotou je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-1-5 pre požadované zložky.

##### 4.2.1.1 Rovnomerná zložka teploty mosta

Teplota vzduchu sa získala z mapy s izotermami, ktorá sa nachádza v norme STN EN 1991-1-5/NA.

- Min. teplota vzduchu v tieni :  $T_{min} = -30^{\circ}\text{C}$
- Max. teplota vzduchu v tieni :  $T_{max} = 40^{\circ}\text{C}$
- Začiatková teplota mosta :  $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$
- Typ nosnej konštrukcie mosta : Typ 3

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri skracovaní :  
.....  $\Delta T_{N,con} = -32^{\circ}\text{C}$

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri predlžovaní :  
.....  $\Delta T_{N,exp} = 32^{\circ}\text{C}$

##### 4.2.1.2 Zložka teplotného spádu

Uvažuje sa so zvislou lineárnou zložkou (postup 1). Pri výpočte teplotného spádu sa zohľadňuje hrúbka povrchovej úpravy.

- Horný povrch teplejší ako spodný povrch :  $\Delta T_{M,heat} = 11,4^{\circ}\text{C}$
- Spodný povrch teplejší ako horný povrch :  $\Delta T_{M,cool} = -8,0^{\circ}\text{C}$

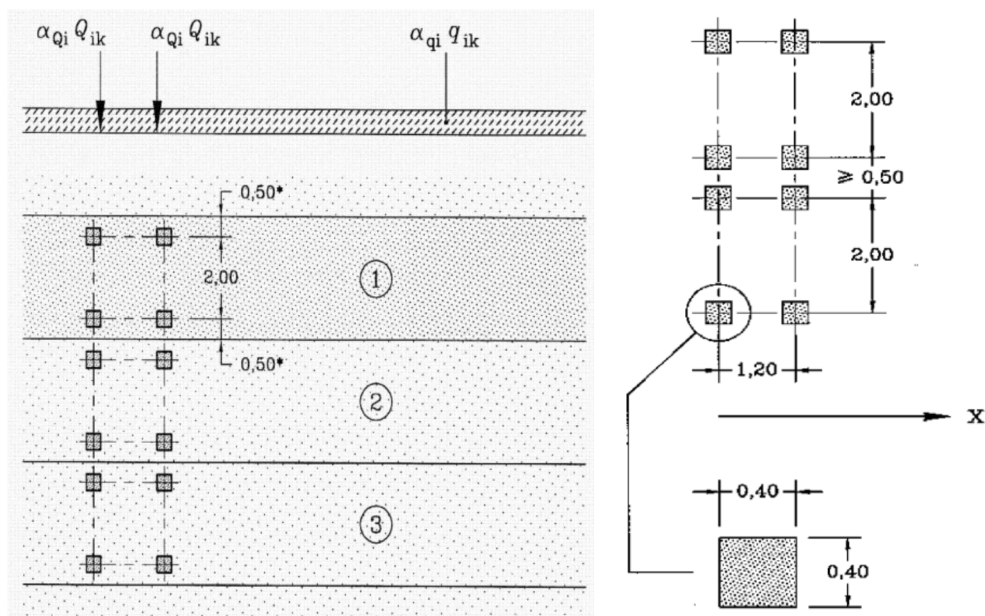
## 4.2.2 Zaťaženie cestnej dopravy

Zaťaženie cestnou dopravou je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-2

### 4.2.2.1 Zaťažovací model 1 „LM1“

Tento zaťažovací model vyjadruje väčšinu účinkov prevádzky nákladných vozidiel a automobilov. Zaťažovací model sa skladá z dvoch čiastkových systémov:

- Sústredné zaťaženie od dvojnápravového vozidla TS (tandemový systém) " $\alpha_Q Q_k$ "
- Rovnomerné spojité zaťaženie UDL " $\alpha_q q_k$ "

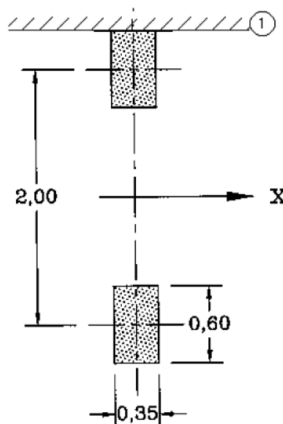


Pruh č. 1 .....	$Q_{1k} = 300\text{kN}$ ; $q_{1k} = 9,0\text{kN/m}^2$ ; $\alpha_{Q1} = 0,9$ ; $\alpha_{q1} = 0,9$
Pruh č. 2 .....	$Q_{2k} = 200\text{kN}$ ; $q_{1k} = 2,5\text{kN/m}^2$ ; $\alpha_{Q2} = 0,9$ ; $\alpha_{q2} = 1,0$
Pruh č. 3 .....	$Q_{3k} = 100\text{kN}$ ; $q_{1k} = 2,5\text{kN/m}^2$ ; $\alpha_{Q3} = 0,9$ ; $\alpha_{q3} = 1,0$
Zvyšná plocha .....	$q_{rk} = 2,5\text{kN/m}^2$ ; $\alpha_{qr} = 1,0$

### 4.2.2.2 Zaťažovací model 2 „LM2“

Je to jednonápravové vozidlo pôsobiace cez stanovenú kontaktnú plochu pneumatiky a vozovky, zahrňujúce dynamické účinky bežnej dopravnej prevádzky na krátke konštrukčné prvky.

Národná príloha upravuje kontaktnú plochu na rozmery 0,40x0,40m.



Tiaž nápravy .....	$Q_{ak} = 400\text{kN}$ ; $\beta_Q = 1,0$
--------------------	---

### 4.2.2.3 Zaťažovací model 4 „LM4“

Zaťaženie vyvolané pohybom davu ľudí. Model je určený len na všeobecné overenie konštrukcie.

Zaťažovací model je vyjadrený rovnomerným spojitým zaťažením zahrňujúcim dynamické prírastky rovným 5,0kN/m<sup>2</sup>.

## 4.3 Zaťažovací model pre brehové podpery a prilahlé krídla mosta

### 4.3.1 Zvislé zaťaženia

Vozovka umiestnená za brehovými podperami, krídlami a ďalšími časťami mosta, ktoré sú v kontakte so základovou pôdou, musí byť zaťažená adekvátnymi zaťažovacími modelmi.

Použije sa zaťažovací model 1 (LM1), ale pre zjednodušenie zaťaženia od dvojnápravového vozidla bude nahradený ekvivalentným spojitým zaťažením „ $q_{eq}$ “, pôsobiace na ploche obdĺžnika závisiacej od roznosu zaťažení v zásype alebo zemine.

Predpokladá sa zásyp primerane konsolidovaný a preto sa uvažuje roznos zaťaženia pod uhlom  $30^\circ$  od zvislého smeru. Pri takejto hodnote uhla obdĺžniková plocha, na ktorej sa uvažuje pôsobenie zaťaženia „ $q_{eq}$ “ má 3,0m šírku a 2,20m dĺžku.

Neuvažujú sa iné reprezentatívne hodnoty zaťažovacích modelov, len ich charakteristické hodnoty.

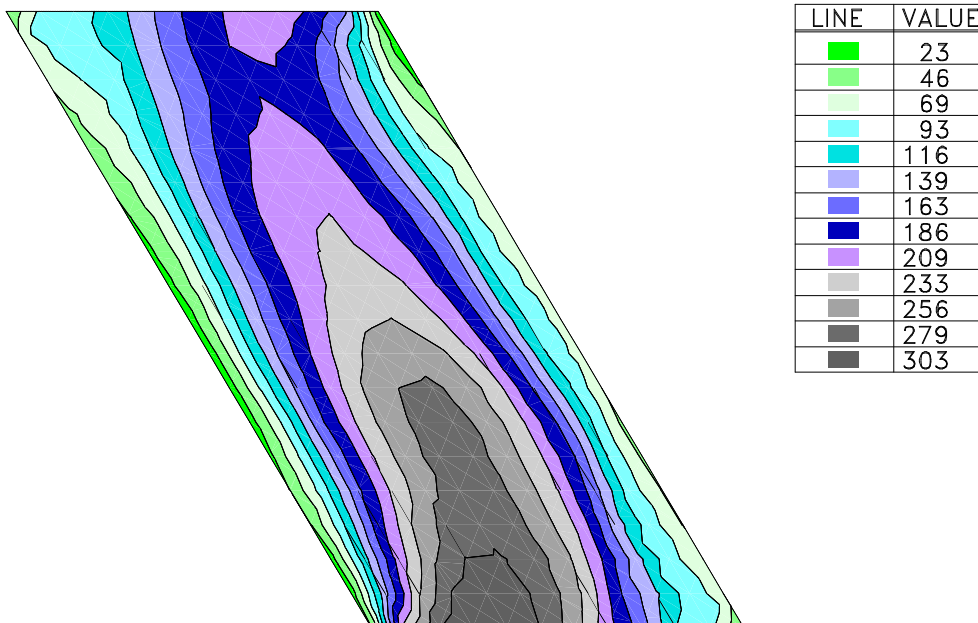
## 5 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta

Navrhujeme novú mostovkovú železobetónovú dosku nadimenzovanú tak, aby „preniesla“ všetky relevantné zaťaženia.

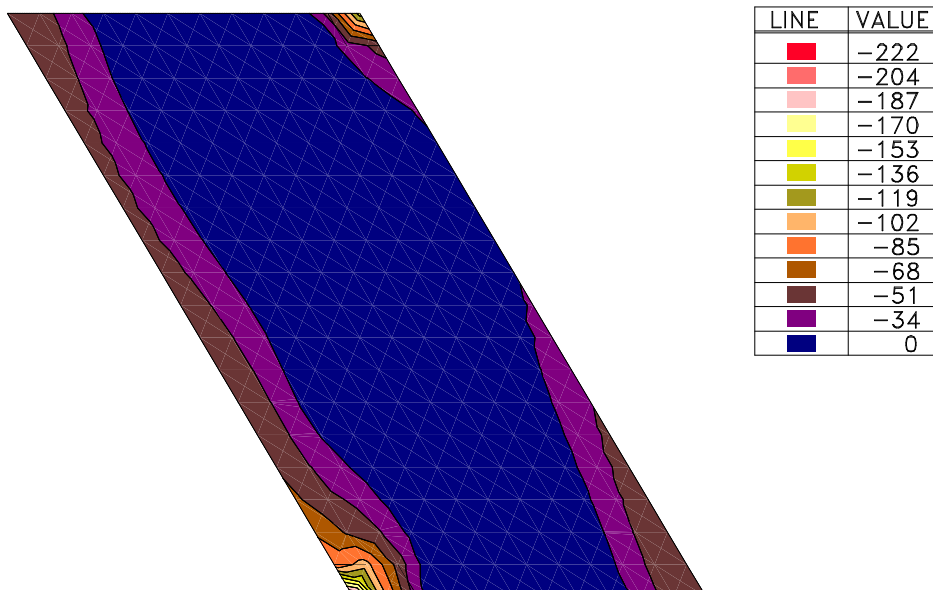
### 5.1 Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty) v pozdĺžnom smere mosta

#### 5.1.1 Ohybové momenty

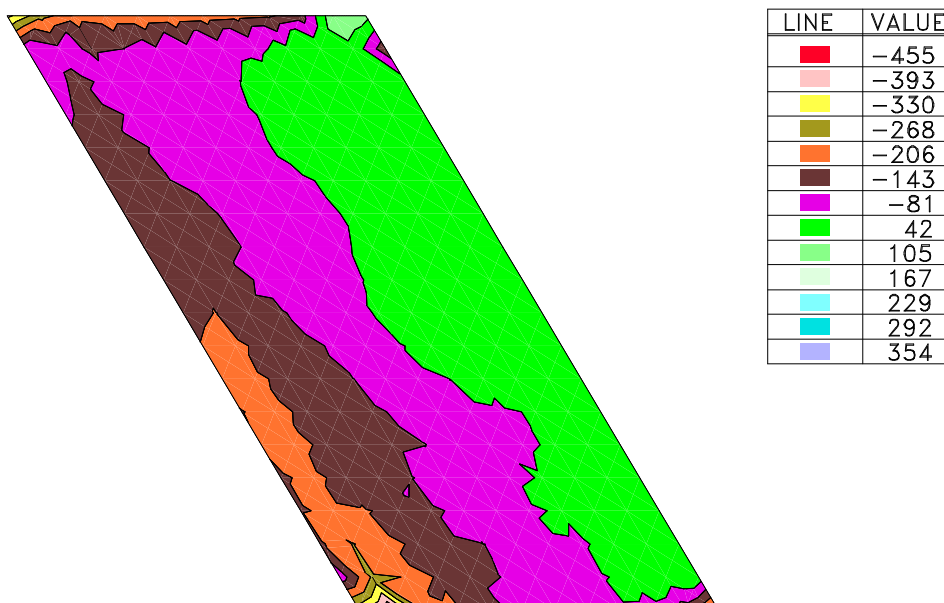
##### 5.1.1.1 Ťah pri spodnom povrchu



### 5.1.1.2 Ťah pri hornom povrchu



### 5.1.2 Pričné sily



## 5.2 Posúdenie mostovkovej dosky

### 5.2.1 Ohyb

#### 5.2.1.1 Vystuženie pri spodnom povrchu v pozdĺžnom smere

##### Všeobecné parametre:

Návrhová situácia:	trvalá
Typ konštrukcie:	most
Druh betónu:	železobetón
Tvar prierezu:	obdĺžnik
Posúdenie MSU:	jednoduchý ohyb (My)
Posúdenie MSP:	áno
Trieda betónu:	C35/45
Druh použitého cementu:	normálny



Minimálny vek betónu:	28dni
Trieda betonárskej výstuže:	B500B
Šírka prierezu (tlačená zóna):	b= 1m
Šírka prierezu (ťahaná zóna):	b <sub>t</sub> = 1m
Výška prierezu:	h= 0,4m
Návrhová hodnota ohybového momentu:	M <sub>Ed</sub> = 303kNm
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	M <sub>Ek</sub> = 224kNm
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	M <sub>Eqp</sub> = 58kNm
Limitná hodnota šírky trhlín	w <sub>k,lim</sub> = 0,3 mm

#### Betón:

koeficient veku betónu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(3.2)):	β <sub>cc</sub> (t)= 1,00
stredná hodnota valcovej pevnosti v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f <sub>cm</sub> (t)= 43MPa
charakter. pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f <sub>ck</sub> (t)= 35MPa
stredná hodnota pevnosti v centr. ťahu (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f <sub>ctm</sub> (t)= 3,2MPa
modul pružnosti (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	E <sub>cm</sub> (t)= 34GPa
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	α <sub>cc</sub> = 0,85
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	α <sub>ct</sub> = 1,00
koeficient druhu cementu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(6)):	s= 0,25
parc. súčiniteľ spoľahl. betónu (STN EN 1992-1,2; 2.4.2.4(TAB 2.1N)):	γ <sub>c</sub> = 1,5
návrhová pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; 3.1.6(3.15)):	f <sub>cd</sub> (t)= 19,8MPa

#### Betonárska výstuž:

charakteristická medza klzu bet. výstuže:	f <sub>yk</sub> = 500MPa
parciálny súčiniteľ bet. výstuže (STN EN 1992-1,2; 2.4.2.4(TAB 2.1N)):	γ <sub>s</sub> = 1,15
návrhová medza klzu bet. výstuže:	f <sub>yd</sub> = 434,8MPa
modul pružnosti bet. výstuže (STN EN 1992-1,2; 3.2.7(4)):	E <sub>s</sub> = 200MPa

#### Plocha výstuže a stupeň vystuženia

profil ťahanej výstuže:	Ø <sub>st</sub> = 25 mm
počet ks ťahanej výstuže:	n <sub>st</sub> = 6,6 ks
krytie ťahanej výstuže:	C <sub>nom,st</sub> = 50 mm
profil tlačenej výstuže:	Ø <sub>sc</sub> = 12 mm
počet ks tlačenej výstuže:	n <sub>sc</sub> = 6,6 ks
krytie tlačenej výstuže:	C <sub>nom,sc</sub> = 50 mm
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ <sub>st,min</sub> = 0,0017
minimálna plocha ťahovej výstuže:	A <sub>st,min</sub> = 561 mm <sup>2</sup>
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ <sub>st,max</sub> = 0,0225
maximálna plocha ťahovej výstuže:	A <sub>st,min</sub> = 7590 mm <sup>2</sup>
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ <sub>st</sub> = 0,0096
skutočná plocha ťahovej výstuže:	A <sub>st</sub> = 3240 mm <sup>2</sup>
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	ρ <sub>s</sub> = 0,0081
celková skutočná plocha výstuže:	A <sub>s</sub> = 3986 mm <sup>2</sup>

## Posúdenia MSÚ (ULS)

### Posúdenie plochy ťahanej výstuže

podmienka posúdenia:

$$A_{st,min} \leq A_{st} \leq A_{st,max}$$

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):

$$561 < 3240 < 7590$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie stupňa vystuženia (ťahaná výstuž)

podmienka posúdenia:

$$\rho_{st,min} \leq \rho_{st} \leq \rho_{st,max}$$

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):

$$0,0017 < 0,0096 < 0,0225$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie celkovej plochy výstuže

podmienka posúdenia:

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):

$$561 < 3986 < 16000$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia

$$x \leq x_{lim}$$

$$0,079m < 0,208m$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:

$$M_{Rd} = 426,3kNm$$

podmienka posúdenia:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$426,3kNm > 303kNm$$

**VYHOVUJE**

## Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:

$$M_{cr} = 94,6kNm$$

### Posúdenie vzniku trhlin (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$M_{cr} \geq M_{ek}$$

$$94,6kNm < 224kNm$$

**PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ**

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = 58,7MPa$$

max. vzdialenosť susedných trhlín (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.11)):

$$s_{r,max} = 304 \text{ mm}$$

šírka trhliny (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.8)):

$$w_k = 0,054 \text{ mm}$$

### Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$w_k \leq w_{k,lim}$$

$$0,054 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie maximálneho tlakového napätia v betóne (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\sigma_{cc} \geq 0,6 \cdot f_{ck}$$

$$-15,09MPa < -21MPa$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie maximálneho ťahového napätia v ťahanej výstuži (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\sigma_{st,max} \leq 0,8 \cdot f_{yk}$$

$$226,7 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

### Posúdenie maximálneho tlakového napätia v tlačenej výstuži (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\sigma_{sc,max} \geq 0,8 \cdot f_{yk}$$

$$-36,4 \text{ MPa} < -400 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

### 5.2.1.2 Vystuženie pri hornom povrchu v pozdĺžnom smere

#### Všeobecné parametre:

Návrhová situácia:	trvalá
Typ konštrukcie:	most
Druh betónu:	železobetón
Tvar prierezu:	obdĺžnik
Posúdenie MSU:	jednoduchý ohyb ( $M_y$ )
Posúdenie MSP:	áno
Trieda betónu:	C35/45
Druh použitého cementu:	normálny
Minimálny vek betónu:	28dni
Trieda betonárskej výstuže:	B500B
Šírka prierezu (tlačená zóna):	$b = 1 \text{ m}$
Šírka prierezu (ťahaná zóna):	$b_t = 1 \text{ m}$
Výška prierezu:	$h = 0,4 \text{ m}$
Návrhová hodnota ohybového momentu:	$M_{Ed} = 85 \text{ kNm}$
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	$M_{Ek} = 62 \text{ kNm}$
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	$M_{Eqp} = 13 \text{ kNm}$
Limitná hodnota šírky trhlín	$w_{k,lim} = 0,3 \text{ mm}$

#### Betón:

koeficient veku betónu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(3.2)):	$\beta_{cc}(t) = 1,00$
stredná hodnota valcovej pevnosti v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	$f_{cm}(t) = 43 \text{ MPa}$
charakter. pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	$f_{ck}(t) = 35 \text{ MPa}$
stredná hodnota pevnosti v centr. ťahu (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	$f_{ctm}(t) = 3,2 \text{ MPa}$
modul pružnosti (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	$E_{cm}(t) = 34 \text{ GPa}$
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	$\alpha_{cc} = 0,85$
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	$\alpha_{ct} = 1,00$
koeficient druhu cementu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(6)):	$s = 0,25$
parc. súčiniteľ spoľahl. betónu (STN EN 1992-1,2; 2.4.2.4(TAB 2.1N)):	$\gamma_c = 1,5$
návrhová pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; 3.1.6(3.15)):	$f_{cd}(t) = 19,8 \text{ MPa}$

#### Betonárska výstuž:

charakteristická medza klzu bet. výstuže:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
parciálny súčiniteľ bet. výstuže (STN EN 1992-1,2; 2.4.2.4(TAB 2.1N)):	$\gamma_s = 1,15$

návrhová medza klzu bet. výstuže:	$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$
modul pružnosti bet. výstuže (STN EN 1992-1,2; 3.2.7(4)):	$E_s = 200 \text{ MPa}$

#### Plocha výstuže a stupeň vystuženia

profil ťahanej výstuže:	$\varnothing_{st} = 12 \text{ mm}$
počet ks ťahanej výstuže:	$n_{st} = 6,6 \text{ ks}$
krytie ťahanej výstuže:	$C_{nom,st} = 50 \text{ mm}$
profil tlačenej výstuže:	$\varnothing_{sc} = 0 \text{ mm}$
počet ks tlačenej výstuže:	$n_{sc} = 0 \text{ ks}$
krytie tlačenej výstuže:	$C_{nom,sc} = 50 \text{ mm}$
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,min} = 0,0017$
minimálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 572 \text{ mm}^2$
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,max} = 0,0225$
maximálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,max} = 7736 \text{ mm}^2$
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0022$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 746 \text{ mm}^2$
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0019$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 746 \text{ mm}^2$

#### Posúdenia MSÚ (ULS)

##### Posúdenie plochy ťahanej výstuže

podmienka posúdenia:	$A_{st,min} \leq A_{st} \leq A_{st,max}$
podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):	$572 < 746 < 7736$

**VYHOVUJE**

##### Posúdenie stupňa vystuženia (ťahaná výstuž)

podmienka posúdenia:	$\rho_{st,min} \leq \rho_{st} \leq \rho_{st,max}$
podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):	$0,0017 < 0,0022 < 0,0225$

**VYHOVUJE**

##### Posúdenie celkovej plochy výstuže

podmienka posúdenia:	$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$
podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):	$572 < 746 < 16000$

**VYHOVUJE**

##### Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia	$x \leq x_{lim}$
	$0,02\text{m} < 0,212\text{m}$

**VYHOVUJE**

##### Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:	$M_{Rd} = 106,6 \text{ kNm}$
podmienka posúdenia:	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$
	$106,6 \text{ kNm} > 85 \text{ kNm}$

**VYHOVUJE**

### Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlín:

$$M_{cr} = 87,5 \text{ kNm}$$

#### Posúdenie vzniku trhlín (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} M_{cr} & \geq & M_{ek} \\ 87,5 \text{ kNm} & > & 62 \text{ kNm} \end{array}$$

**PRIEREZ BEZ TRHLÍN**

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = \text{NEPOSUDZUJE SA}$$

max. vzdialenosť susedných trhlín (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.11)):

$$s_{r,max} = \text{NEPOSUDZUJE SA}$$

šírka trhliny (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.8)):

$$w_k = \text{NEPOSUDZUJE SA}$$

#### Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} w_k & \leq & w_{k,lim} \\ 0 \text{ mm} & --- & 0,3 \text{ mm} \end{array}$$

**NEPOSUDZUJE SA**

#### Posúdenie maximálneho tlakového napätia v betóne (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{cc} & \geq & 0,6 \cdot f_{ck} \\ -7,52 \text{ MPa} & > & -21 \text{ MPa} \end{array}$$

**VYHOVUJE**

#### Posúdenie maximálneho ťahového napätia v ťahanej výstuži (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{st,max} & \leq & 0,8 \cdot f_{yk} \\ 254,5 \text{ MPa} & > & 400 \text{ MPa} \end{array}$$

**VYHOVUJE**

#### Posúdenie maximálneho tlakového napätia v tlačenej výstuži (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{sc,max} & \geq & 0,8 \cdot f_{yk} \\ \text{NEUPLATNÍ SA} & > & -400 \text{ MPa} \end{array}$$

**NEPOSUDZUJE SA**

## 5.2.2 Šmyk

### Všeobecné parametre:

Návrhová situácia:	trvalá
Typ konštrukcie:	most
Druh betónu:	železobetón
Tvar prierezu:	obdĺžnik
Posúdenie MSU:	šmyk (Vz)
Posúdenie MSP:	áno
Trieda betónu:	C35/45
Druh použitého cementu:	normálny
Minimálny vek betónu:	28dni
Trieda betonárskej výstuže:	B500B
Šírka prierezu pre šmyk:	$b_w = 1 \text{ m}$
Výška prierezu:	$h = 0,4 \text{ m}$
Návrhová hodnota šmykovej sily:	$V_{Ed} = 175 \text{ kN}$

#### Betón:

koeficient veku betónu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(3.2))	$b_{cc}(t) = 1,00$
charakter. pevnosť betónu v tlaku (3.1.2(5)):	$f_{ck}(t) = 35\text{MPa}$
koeficient (3.1.6):	$a_{cc} = 0,85$
koeficient (3.1.6):	$a_{ct} = 1,00$
koeficient druhu cementu (3.1.2(6))	$s = 0,25$
parciálny súčiniteľ spoľahlivosti betónu (2.4.2.4(TAB 2.1N)):	$\gamma_c = 1,5$
návrhová pevnosť betónu v tlaku (3.1.6(3.15)):	$f_{cd}(t) = 19,8\text{MPa}$

#### Betonárska výstuž:

charakteristická medza klzu betonárskej výstuže:	$f_{yk} = 500\text{MPa}$
parciálny súčiniteľ betonárskej výstuže (2.4.2.4(TAB 2.1N)):	$\gamma_s = 1,15$
návrhová medza klzu šmykovej betonárskej výstuže:	$f_{yd} = 434,8\text{MPa}$

#### Parametre šmykového vystuženia

profil šmykovej výstuže	$\varnothing_{sw} = 12\text{ mm}$
počet strihov šmykovej výstuže	$n_{sw} = 3,3\text{ ks}$
vzdialenosť šmykovej výstuže	$s_{sw} = 300\text{ mm}$
odklon šmykovej výstuže od osi prvku:	$\alpha_{sw} = 90^\circ$
sklon tlakovej diagonály:	$\theta = 40^\circ$
normálové napätie v prvku (tlak +):	$\sigma_{cp} = 0\text{MPa}$

#### Šmyková odolnosť prvku bez šmykovej výstuže (MSU(ULS))

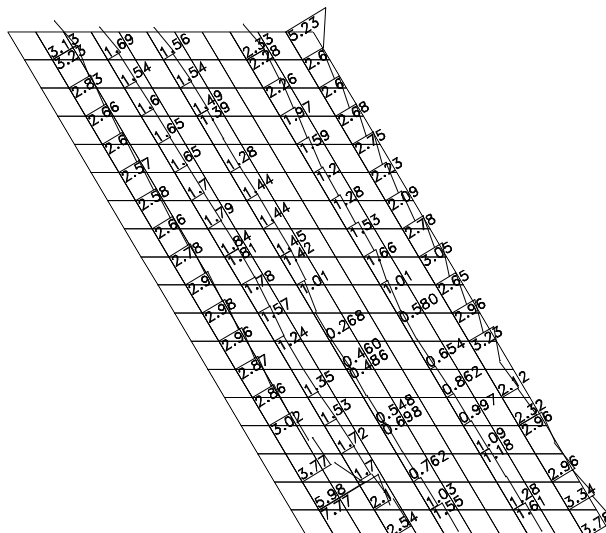
návrhová hodnota šmykovej odolnosti prvku bez šmykovej výstuže:	$V_{Rd,c}(t) = 233,2\text{MPa}$
STN EN 1992-1,2;6.2.2(6.2.a;6.2.b)	

#### Posúdenie šmykovej odolnosti prvku bez šmykovej výstuže (MSU(ULS))

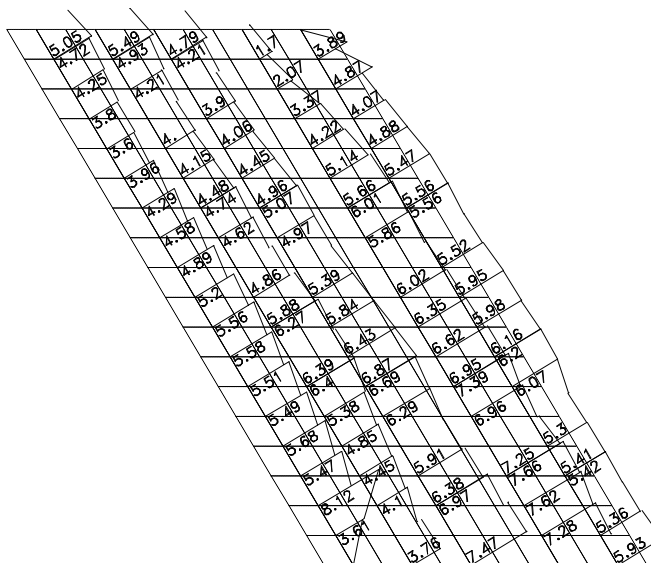
Podmienka posúdenia:	$V_{Rd,c}(t)$	$\geq$	$V_{Ed}$
	233,2kN	$>$	175kN

### 5.2.3 Minimálne nutné plochy výstuže v priečnom smere

#### 5.2.3.1 Vystuženie pri hornom povrchu v priečnom smere



### 5.2.3.2 Vystuženie pri dolnom povrchu v priečnom smere



### 5.2.4 Rekapitulácia vystuženia

*Návrh vyhovet posúdeniu. Navrhujeme nasledovné vystuženie mostovkovej dosky:*

- V pozdĺžnom smere pri dolnom povrchu: Ø25 á150mm
- V pozdĺžnom smere pri hornom povrchu: Ø12 á150mm
- V priečnom smere (v smere osi uloženia) pri dolnom povrchu Ø14 á150mm
- V priečnom smere (v smere osi uloženia) pri hornom povrchu: Ø14 á150mm v tupých rohoch na ploche ¼ dĺžky a ¼ šírky mostovky, inde Ø10 á150mm
- Krytie výstuže pri hornom povrchu 40mm, ostatné o povrchy 50mm
- Šmyková výstuž: Ø12 á300/300mm s vystriedaním

## 6 Záver statického výpočtu

Statickým výpočtom bola overená celková konštrukcia predmetného mostného objektu.

Všetky prvky konštrukcie boli navrhnuté a posúdené podľa platných STN a STN EN. Navrhnutá konštrukcia je stabilná a vyhovuje pre najnepriaznivejšiu kombináciu vnútorných síl.

Statickým posudkom bolo preukázané splnenie základnej požiadavky na stavby – mechanickej odolnosti a stability stavby v zmysle § 43d ods. 1. písm. a) Zákona č.50/1976 Zb. v znení neskorších predpisov (Stavebný zákon) a sú splnené podmienky spoľahlivosti (t.j. bezpečnosti, použiteľnosti a trvanlivosti) stavby.