

 <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.DÚBRAVSKÝ
	VYPRACOVAL: ING.M.RUSIN	KONTROLOVAL: ING.J.KURUC
OBJEKT:	208-00 Most ev.č.585-016	
PRÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET	
	MIERKA:	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 cestnou dopravou (1951).....	5
4.2.3	Zaťaženie cestnou dopravou (EC).....	6
4.3	Zaťažovací model pre brehové podpory a príslušné krídla mosta .....	7
4.3.1	Zvislé zaťaženia .....	7
<b>5</b>	<b>Nosná konštrukcia – pôvodný návrh.....</b>	<b>7</b>
5.1	Priebehy vnútorných síl.....	7
5.1.1	Ohybové momenty .....	7
5.1.2	Priečne sily .....	8
5.2	Pôvodné posúdenie mostovkovej dosky .....	8
<b>6</b>	<b>Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta .....</b>	<b>10</b>
6.1	Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty).....	10
6.1.1	Ohybové momenty .....	10
6.1.2	Priečne sily.....	10
6.2	Posúdenie mostovkovej dosky.....	10
6.2.1	Ohyb.....	10
6.2.2	Šmyk .....	13
6.2.3	Návrh a posúdenie spriahnutia.....	14
<b>7</b>	<b>Záver statického výpočtu.....</b>	<b>18</b>

## 1 Úvod

### 1.1 Popis mosta

Mostný objekt 585-016 sa nachádza na ceste II/585 medzi obcami Dolná Strehová a Pôtor.

Spodná stavba je betónová, nosnú konštrukciu tvorí žaluziová mostovková doska tvorená železobetónovými nosníkmi. Zabezpečenie požadovanej mechanickej odolnosti nosnej konštrukcie zaistíme vybudovaním spriahajúcej dosky (C30/37) minimálnej hrúbky 120mm.

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

- „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)  

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

## 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**
  - Spriahajúca doska ..... C30/37
  - 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)	$1,0 \cdot 10^{-5}$

<b>Betón: C35/45</b>		
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)	$1,0 \cdot 10^{-5}$

<b>Betonárska výstuž: B 500B</b>		
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 :

.....  $\Delta T_{N,exp} = 32^{\circ}\text{C}$

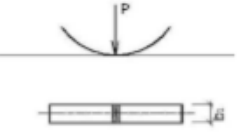
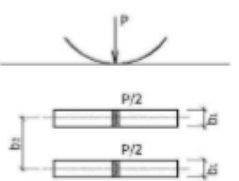
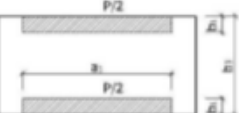
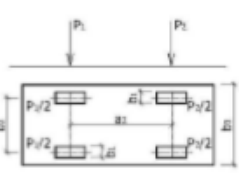
##### 4.2.1.2 Zložka teplotného spádu

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 Zatiaženie cestnou dopravou (1951)

##### 6 SMĚRNICE PRO NAVRHOVÁNÍ MOSTŮ Z ROKU 1951

Druhy zatížení			Pro třídu mostu		
			A	B	C
1) Ideální kolové zatížení působící jako jediné nahodilé zatížení mezi zvýšenými obrubami a současně rovnoměrné zatížení chodníků širších než 0,5 m.		P [t]	9		6
		$b_1$ [m]	0,5		0,35
2) Ideální nápravové zatížení působící jako jediné nahodilé zatížení mezi zvýšenými obrubami a současně rovnoměrné zatížení chodníků.		P [t]	18		12
		$b_1$ [m]	0,5		0,35
		$b_2$ [m]	$\geq 1,5$		$\geq 1,5$
3) Ideální vozidlo působící jako jediné nahodilé zatížení mezi zvýšenými obrubami a současně rovnoměrné zatížení chodníků; u zatěžovacích tříd A, B se uvažovalo ideální vozidlo pásové a u zatěžovací třídy C ideální vozidlo dvounápravové.		P [t]	60	30	-
		$b_1$ [m]	0,5	0,5	-
		$b_3$ [m]	3,0	2,5	-
		$a_1$ [m]	4,5	3,5	-
		$P=P_1+P_2$ [t]	-	-	15
		$P_1$ [t]	-	-	5
		$P_2$ [t]	-	-	10
		$b_1$ [m]	-	-	0,35
		$b_2$ [m]	-	-	1,7
		$b_3$ [m]	-	-	2,5
4) Současně působící rovnoměrné a přímkové zatížení; rovnoměrné zatížení se uvažuje na ploše mezi zvýšenými obrubami a na chodnících a přímkové zatížení se uvažuje mezi zvýšenými obrubami v každém podélném pruhu mostu pouze jednou.	Rovnoměrné zatížení [kg/m <sup>2</sup> ]	0 až 30m	500	450	400
		30 až 130m	660-2ℓ	530-ℓ	430-ℓ
		nad 130 m	400		300
	Přímkové zatížení [t/m kolmé šířky mostu]		3		2

rozpětí [m]	Dynamický součinitel pro konstrukce				dřevěné
	ocelové, lehké ocelobetonové spřažené	železobetonové, ocelobetonové, nezpražené, z předpjatého betonu	klenbové s nadnásypem při tloušťce nadnásypu ve vrcholu		
0 až 5	1,45	1,40	do 1,5m	1,00	1,00
10	1,35	1,30			
15	1,30	1,25			
20	1,25	1,20			
25	1,20	1,15			
40	1,15	1,10			
60	1,10	1,05			
100	1,05	1,00			
150	1,00	1,00			
			nad 1,5m		

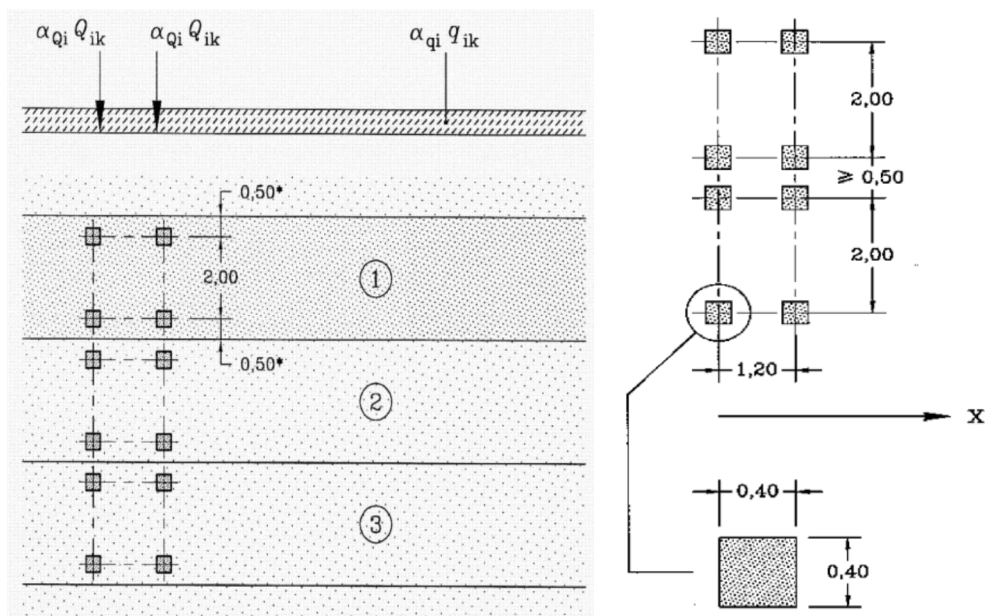
### 4.2.3 Zaťaženie cestnou dopravou (EC)

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

#### 4.2.3.1 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 " $\alpha_q q_k$ "

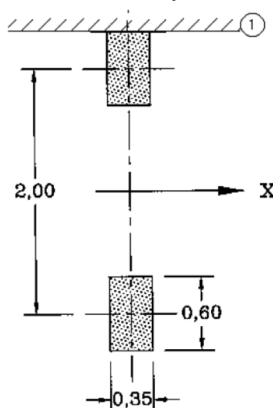


Pruh č. 1 .....	$Q_{1k} = 300kN$ ; $q_{1k} = 9,0kN/m^2$ ; $\alpha_{Q1} = 0,9$ ; $\alpha_{q1} = 0,9$
Pruh č. 2 .....	$Q_{2k} = 200kN$ ; $q_{1k} = 2,5kN/m^2$ ; $\alpha_{Q2} = 0,9$ ; $\alpha_{q2} = 1,0$
Pruh č. 3 .....	$Q_{3k} = 100kN$ ; $q_{1k} = 2,5kN/m^2$ ; $\alpha_{Q3} = 0,9$ ; $\alpha_{q3} = 1,0$
Zvyšná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

#### 4.2.3.2 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 .....	$Q_{ak} = 400kN$ ; $\beta_Q = 1,0$
--------------------	------------------------------------

#### 4.2.3.3 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  $5,0kN/m^2$ .

## 4.3 Zaťažovací model pre brehové podpory 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.

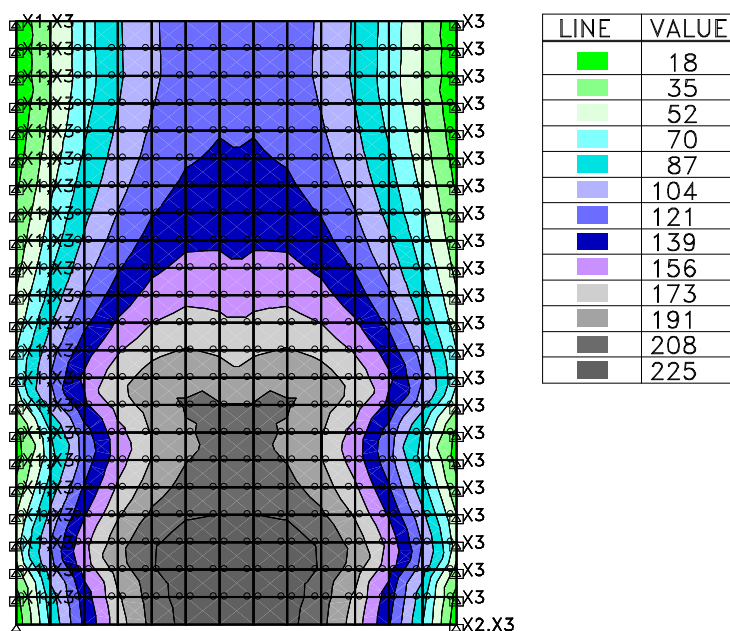
Neuvažujú sa iné reprezentatívne hodnoty zaťažovacích modelov, len ich charakteristické hodnoty.

## 5 Nosná konštrukcia – pôvodný návrh

Pri parametroch pôvodnej mostovkovej dosky navrhutej tesne pred rokom vybudovania mosta (1952) na tomu období prislúchajúcemu zaťaženiu ( „Smernice pro navrhování mostu“ z roku 1951) vypočítame jej vystuženie. Keďže nie je známe aká betonárska výstuž bola použitá, pri výpočte počítame s výstužou B500B (rozhodujúca je sila vo výstuži).

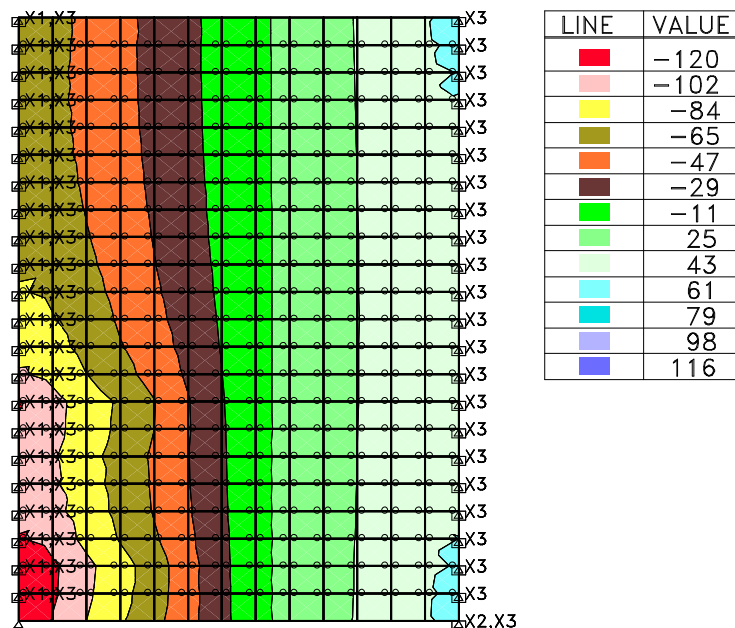
### 5.1 Priebehy vnútorných síl

#### 5.1.1 Ohybové momenty





### 5.1.2 Pričné sily



### 5.2 Pôvodné posúdenie mostovkovej dosky

#### ČISTÝ OHYB

##### Zadaj:

šírka  $b =$  1 m

výška  $h =$  0,4 m

$n =$  15

$a =$  0,05

Betón: 20/25  $\sigma_{abd} =$  12

Výstuž: B500B  $\sigma_{aad} =$  280

$\sigma_{abht} =$  0,65

##### Zaťaženie:

Stále

Pohyblivé

max min

$M =$  92 kNm

$T =$  95 kN

133 0 kNm

0 0 kN

#### Dimenzačné veličiny:

Mmax	225 kNm	Tmax	95 kN
Mmin	92 kNm	Tmin	95 kN

#### Návrh výstuže:

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

$a =$  1

$b =$  -1,05

$c =$  -0,072321429

$d =$  0,0253125

$h_0 =$  0,35

$x =$  0,131

$f(x) =$  -2,20069E-05

#### Potrebná výstuž:

Fa=	0,002627706 m2
to jest:	26,28 cm2
St.vystuženia	0,75 %

### Výpočet na únavu

Ld= 11,5 m      Zatiaženie premávkou(1,2,3,4):  
Pomer napätí= 0,5      Zatiažovacia trieda :  
Pomer rôa= 0,58  
koef kró= 1,000  
Sigmaú= 280,00 MPa

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

a= 1  
b= -1,05  
c= -0,050946429  
d= 0,01783125  
x= 0,114  
f(x)= -3,30949E-05

### Potrebná výstuž:

Fa= 0,001818482 m<sup>2</sup>  
to jest: 18,18 cm<sup>2</sup>  
St.vystuženia 0,52 %

Rozhoduje: Statické namáhanie

### Posúdenie prierezu

Výstuž	a[m]	Profil[mm]	Počet[ks]	Fa[m <sup>2</sup> ]
1.rad	0,040	18	10	0,00254469
2.rad	0,000	0	0	0
3.rad	0,000	0	0	0
<b>Spolu:</b>	<b>0,040</b>	ho=	<b>0,360</b>	<b>0,00254469</b>
x=	0,131946163 m	Wa=		0,00080417 m <sup>3</sup>
Ji=	0,002750903 m <sup>4</sup>	Wb=		0,02084868 m <sup>3</sup>

<b>Sigma a=</b>	<b>279,79</b> MPa	<=	<b>280,00</b> MPa
<b>Sigma aú=</b>	<b>197,10</b> MPa	<=	<b>280,00</b> MPa
<b>Sigma b=</b>	<b>10,79</b> MPa	<=	<b>12,00</b> MPa
<b>Stupeň vyst.=</b>	<b>0,71</b> %	<	<b>?</b> %

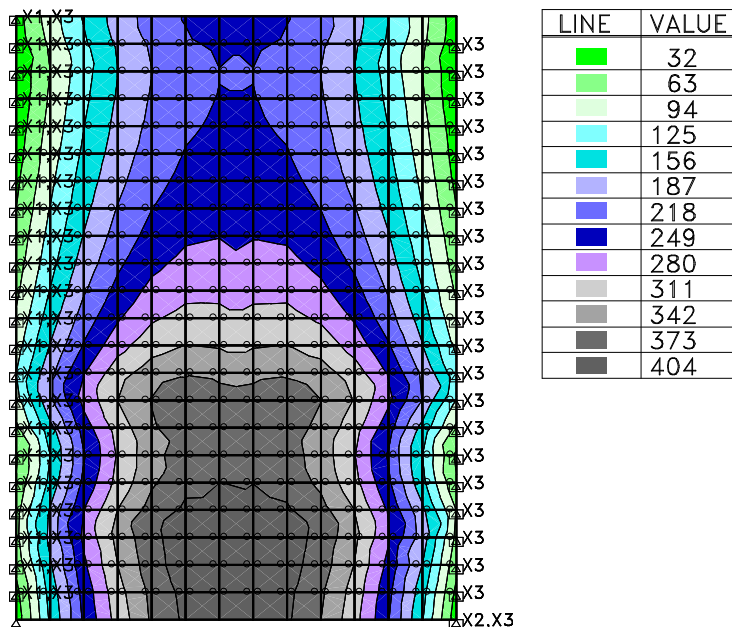
Z uvedeného vyplýva, že pri pôvodnom návrhu vystuženie mostovkovej dosky pri jej spodnom povrch zodpovedalo vystuženiu 10Ø18(B500B).

## 6 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta

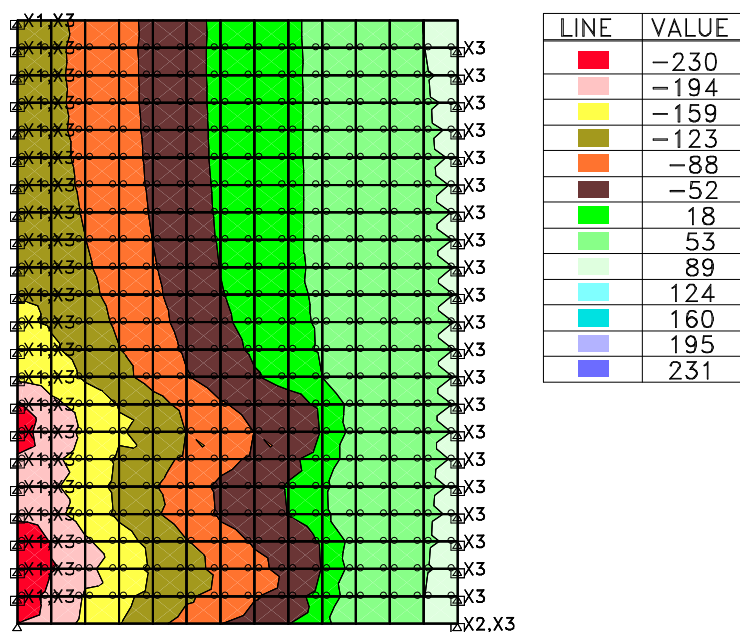
Navrhujeme vybudovanie železobetónovej (C30/37) spriahajúcej dosky minimálnej hrúbky 120mm.

### 6.1 Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty)

#### 6.1.1 Ohybové momenty



#### 6.1.2 Priečne sily



## 6.2 Posúdenie mostovkovej dosky

### 6.2.1 Ohyb

#### Všeobecné parametre:

Návrhová situácia:	trvalá
Typ konštrukcie:	most
Druh betónu:	železobetón
Tvar prierezu:	obdĺžnik

Posúdenie MSU:	jednoduchý ohyb (My)
Posúdenie MSP:	áno
Trieda betónu:	C30/37
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= 0,5m
Návrhová hodnota ohybového momentu:	M <sub>Ed</sub> = 404kNm
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	M <sub>Ek</sub> = 321kNm
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	M <sub>Eqp</sub> = 129kNm
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)= 38MPa
charakter. pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f <sub>ck</sub> (t)= 30MPa
stredná hodnota pevnosti v centr. ťahu (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f <sub>ctm</sub> (t)= 2,9MPa
modul pružnosti (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	E <sub>cm</sub> (t)= 33GPa
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)= 17MPa

#### 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> = 18 mm
počet ks ťahanej výstuže:	n <sub>st</sub> = 10 ks
krytie ťahanej výstuže:	c <sub>nom,st</sub> = 50 mm
profil tlačenej výstuže:	Ø <sub>sc</sub> = 8 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> = 0,0015
minimálna plocha ťahovej výstuže:	A <sub>st,min</sub> = 665 mm <sup>2</sup>
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ <sub>st,max</sub> = 0,0193
maximálna plocha ťahovej výstuže:	A <sub>st,min</sub> = 8508 mm <sup>2</sup>

stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0058$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 2545 \text{ mm}^2$
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0051$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 2877 \text{ mm}^2$

#### 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):	665	<	2545	<	8508

**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):	0,0015	<	0,0058	<	0,0193

**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):	665	<	2877	<	20000

**VYHOVUJE**

##### Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia	$x$	$\leq$	$x_{lim}$
	0,077m	<	0,272m

**VYHOVUJE**

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

moment odolnosti:	$M_{Rd} = 456,4 \text{ kNm}$
podmienka posúdenia:	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$
	$456,4 \text{ kNm} > 404 \text{ kNm}$

**VYHOVUJE**

#### Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:	$M_{cr} = 130,6 \text{ kNm}$
--	------------------------------

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

podmienka posúdenia:	$M_{cr} \geq M_{ek}$
	$130,6 \text{ kNm} < 321 \text{ kNm}$

**PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ**

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:	$\sigma_{st,qp} = 124,5 \text{ MPa}$
max. vzdialenosť susedných trhlin (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.11)):	$s_{r,max} = 330 \text{ mm}$

šírka trhliny (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.8)):	$w_k = 0,124 \text{ mm}$
--	--------------------------

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

podmienka posúdenia:	$w_k \leq w_{k,lim}$
	$0,124 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$

**VYHOVUJE**

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

podmienka posúdenia:

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

$$-15,37 \text{ MPa} < -18 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

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

podmienka posúdenia:

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

$$309,7 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

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

podmienka posúdenia:

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

$$-43,8 \text{ MPa} < -400 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

## 6.2.2 Šmyk

### Všeobecné parametre:

Návrhová situácia:	trvalá
Typ konštrukcie:	most
Druh betónu:	železobetón
Tvar prierezu:	obdĺžnik
Posúdenie MSU:	šmyk (Vz)
Posúdenie MSP:	áno
Trieda betónu:	C30/37
Druh použitého cementu:	normálny
Minimálny vek betónu:	28dni
Trieda betonárskej výstuže:	B500B
Šírka prierezu pre šmyk:	$b_w = 1 \text{ m}$
Výška prierezu:	$h = 0,5 \text{ m}$
Návrhová hodnota šmykovej sily:	$V_{Ed} = 184 \text{ kN}$

### 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)):	$f_{ck}(t) = 30 \text{ MPa}$
koeficient (3.1.6):	$\alpha_{cc} = 0,85$
koeficient (3.1.6):	$\alpha_{ct} = 1,00$
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)):	$f_{cd}(t) = 17 \text{ MPa}$

### 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:	$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

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

návrhová hodnota šmykovej odolnosti prvku bez šmykovej výstuže:  $V_{Rd,c}(t) = 199,4 \text{ MPa}$

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:	$V_{Rd,c}(t)$	$\geq$	$V_{Ed}$
	199,4kN	$>$	184kN

## 6.2.3 Návrh a posúdenie spriahnutia

### Vstupné dáta - pôvodná konštrukcia

#### Materiál

Betón	<b>C 20/25</b>		Oceľ	<b>B500B</b>
$f_{ck} =$	20,0 MPa	$\alpha_{cc} =$	$f_{yk} =$	500,0 MPa
$f_{ctk,0.05} =$	1,5 MPa		$\gamma_M =$	1,15
$\gamma_C =$	1,5		$f_{yd} =$	434,8 MPa
$f_{cd} =$	11,333 MPa			
$f_{ctd} =$	1,0 MPa			
$E_{cs} =$	30000,0 MPa			

#### Geometria

$H_s =$	400,0 mm	- výška prierezu
$A_{si} =$	0,4 m <sup>2</sup>	- plocha prierezu pôvodnej konštrukcie
$I_{si} =$	0,0053 m <sup>4</sup>	- moment zotrvačnosti prierezu pôvodnej konštrukcie
$t_{si} =$	200,0 mm	- poloha ťažiska prierezu pôvodnej konštrukcie od spodnej hrany
$L =$	7,5 m	- rozpätie nosníka

### Vstupné dáta - spriahujúca doska

#### Materiál

Betón	<b>C 30/37</b>	
$f_{ck} =$	30,0 MPa	$\alpha_{cc} =$
$f_{ctk,0.05} =$	2,0 MPa	0,85
$\gamma_C =$	1,5	
$f_{cd} =$	17,0 MPa	
$f_{ctd} =$	1,333 MPa	
$E_{cn} =$	33000,0 MPa	
$\phi(t, t_0) =$	2,1016	
$\psi_L =$	0,5	
$E_{c,eff} =$	16091 MPa	

## Geometria

Spolupôsobiaci šírka dosky:

$H_n =$	100,0 mm	$L_0 =$	7,5 m
$H_{nc} =$	62,0 mm		
$b_2 =$	500,0 mm	$b_{e1} =$	500,0 mm
$b_{2k} =$	500,0 mm	$b_{e2} =$	500,0 mm
$b_{eff} =$	<b>1000,0 mm</b>	- spolupôsobiaci šírka dosky	
$A_{ni} =$	0,1 m <sup>2</sup>	- plocha prierezu spriahujúcej dosky	
$A_{nic} =$	0,062 m <sup>2</sup>	- plocha tlačenej časti prierezu spriahujúcej dosky na medzi únosnosti	
$I_{ni} =$	8,3333E-05 m <sup>4</sup>	- moment zotrvačnosti prierezu spriahujúcej dosky	
$t_{si} =$	50,0 mm	- poloha ťažiska prierezu spriahujúcej dosky od spodnej hrany dosky	

## Vstupné dáta - spriahnutá konštrukcia

### Geometria

$H =$	500 mm	- výška ideálneho prierezu
$A_i =$	0,5 m <sup>2</sup>	- plocha ideálneho prierezu
$y_{hi} =$	250,0 mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od hornej hrany
$y_{di} =$	250,0 mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od spodnej hrany
$r_s =$	50, mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska pôvodného prierezu
$r_n =$	200, mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska spr. dosky
$I_i =$	1,0383E-02 m <sup>4</sup>	- moment zotrvačnosti ideálneho prierezu
$S_{ci} =$	2,0000E-02 m <sup>4</sup>	- statický moment plochy spriahujúcej dosky

## Šmyková sila od zmraštenia nového betónu

$u =$	100 mm	- obvod dosky vystavený vysychaniu
$h_0 =$	2000 mm	- náhradná výška priečného rezu dosky
$k_n =$	0,7	$\epsilon_{cd,0} =$ 0,00032
$\epsilon_{cd,\infty} =$	0,00022	- konečné pomerné pretvorenie z vysychania
$t =$	36500,0 dni	- vek betónu v uvažovanom čase
$t_s =$	7,0 dni	- vek betónu na začiatku zmrašťovania
$\beta_{ds}(t, t_s) =$	0,91072	- pomerné pretvorenie z vysychania v uvažovanom čase
$\epsilon_{cd}(t) =$	0,00020	
$\epsilon_{ca,\infty} =$	0,00005	- pomerné pretvorenie od autogenného zmrašťovania
$\beta_{as}(t) =$	1	
$\epsilon_{ca}(t) =$	0,00005	
$\epsilon_{cs} =$	<b>0,00025</b>	- celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania
$\sigma_{sr} =$	4,09 MPa	- ťahové napätie od zmrašťovania
$N_{sr} =$	408,72 kN	- ťahová sila od zmrašťovania
$M_{sr} =$	81,74 kNm	- ohybový moment od zmrašťovania
$\sigma_{sr,d} =$	1,7 MPa	- výsledné napätie v doske
$F_{sr} =$	<b>169,52 kN</b>	- výslednica napätia od zmrašťovania v doske na jednotku dĺžky
$\gamma_g =$	1	- súčiniteľ zaťaženia
$F_{srd} =$	<b>169,52 kN</b>	- návrhová výslednica napätia od zmrašť. v doske na jednotku dĺžky



## Šmyková sila od vnútorného zaťaženia

Návrhová zvislá šmyková sila

$T_{ed1} =$	<b>158,0 kN</b>	- šmyková sila pre úsek 0 - 0.25xL
$T_{ed2} =$	<b>88,0 kN</b>	- šmyková sila pre úsek 0.25xL - 0.5xL

## Šmyková sila medzi doskou a pôvodným prierezom

$V_{Ed1} =$	<b>351,111 kN/m</b>	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0 - 0.25xL
$V_{Ed2} =$	<b>195,556 kN/m</b>	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0.25xL - 0.5xL
$V_{Ed11} =$	<b>520,634 kN/m</b>	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0 - 0.25xL
$V_{Ed12} =$	<b>365,079 kN/m</b>	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0.25xL - 0.5xL

## Šmykové spojenie

Šmyková únosnosť nevystuženého styku

Povrch	<b>hladký</b>	
$c =$	0,35	- súčiniteľ drsnosti nevystuženej plochy
$\mu =$	0,6	
$b_l =$	<b>1,0 m</b>	- šírka stykovej plochy
$f_{cd} =$	17,0 MPa	
$f_{ctd} =$	1,0 MPa	
$\alpha =$	<b>90,0 °</b>	- sklon šmykovej výstuže v pozdĺžnom smere
$V_{jcu} =$	<b>350,0 kN/m</b>	- šmyková únosnosť nevystuženého styku na jednotku dĺžky
$V_{jcu} =$	<b>350,0 kN/m</b>	$<$ $V_{Ed11} =$ <b>520,63 kN/m</b> je potrebné navrhnuť spriahovacie trne
$V_{jcu} =$	<b>350,0 kN/m</b>	$<$ $V_{Ed12} =$ <b>365,08 kN/m</b> je potrebné navrhnuť spriahovacie trne

## Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0 - 0.25L

$n =$	<b>4</b>	- počet trňov v priečnom smere
$\varnothing =$	<b>12</b>	- priemer trňa
$A_s =$	452,389 mm <sup>2</sup>	- plocha trňov v priečnom reze
$s =$	<b>300 mm</b>	- osová vzdialenosť trňov v pozdĺžnom smere
$\rho =$	1,5080E-03	- stupeň vystuženia
$v =$	0,528	- redukčný súčiniteľ pevnosti
$V_{jsu1} =$	<b>393,38 kN/m</b>	- hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže
$V_{Rd11} =$	<b>743,38 kN/m</b>	- návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche
$V_{Ed11}$	$\leq$	$V_{Rd11}$
<b>520,63 kN/m</b>	$\leq$	<b>743,38 kN/m</b>

Prvky spriahnutia vyhovujú

### Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0.25L - 0.5L

$n =$	4	- počet trŕňov v priečnom smere
$\varnothing =$	12	- priemer trŕňa
$A_s =$	452,389 mm <sup>2</sup>	- plocha trŕňov v priečnom reze
$s =$	500 mm	- osová vzdialenosť trŕňov v pozdĺžnom smere
$\rho =$	9,0478E-04	- stupeň vystuženia
$v =$	0,528	- redukčný súčiniteľ pevnosti

$$V_{jsu2} = 236,03 \text{ kN/m} \quad \text{- hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže}$$

$$V_{Rdl2} = 586,03 \text{ kN/m} \quad \text{- návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{Edl2} & \leq & V_{Rdl2} \\ 365,08 \text{ kN/m} & \leq & 586,03 \text{ kN/m} \end{array}$$

**Prvky spriahnutia vyhovujú**

### Medzný stav únosnosti

**Potrebný počet spriahovacích prvkov - priečna sila**

0 - 0.25xL	1,875 m	- dĺžka úseku 0 - 0.25xL
$n =$	4	- počet vetiev
$s =$	300,0 mm	- vzdialenosť medzi trŕňami v pozdĺžnom smere
0.25xL - 0.5xL	1,875 m	- dĺžka úseku 0.25xL - 0.5L
$n =$	4	- počet vetiev
$s =$	500,0 mm	- vzdialenosť medzi slučkami v pozdĺžnom smere

### Medzný stav únosnosti

**Únosnosť kotevnej slučky**

$l_s =$	70,0 mm	- účinná dĺžka slučky
$d_s =$	12,0 mm	- priemer slučky
$A_s =$	0,000113 m <sup>2</sup>	- prierezová plocha vetvy slučky
$\alpha =$	90 °	- uhol medzi slučkou a rovinou prírubby nosníka
$\beta =$	0 °	- uhol vo vodorovnej rovine medzi kotevným prútom a pozdĺžnou osou nosníka
$d =$	12,0 mm	- priemer slučky
$h_k =$	80,0 mm	- hĺbka kotvenia trŕňa
$f_{yk} =$	500,0 MPa	- char. medza kĺzu kotevného trŕňa
$\gamma_M =$	1,15	- parciálny súčiniteľ materiálu trŕňa
$\gamma_v =$	1,25	- parciálny súčiniteľ spoľahlivosti

$$P_{rd,1} = 34,77 \text{ kN} \quad \text{- únosnosť trŕňa slučky}$$

$$P_{rd,2} = 39,679 \text{ kN} \quad \text{- únosnosť slučky - porušenie betónu pôvodnej konštrukcie}$$

$$P_{rd,3} = 45,429 \text{ kN} \quad \text{- únosnosť slučky - porušenie betónu spriahujúcej dosky}$$

$$P_{rd} = 34,77 \text{ kN} \quad \text{- rozhodujúca únosnosť trŕňa}$$

#### Podmienka spľahlivosti

$V_c = 1054,0 \text{ kN}$	- návrhová pozdĺžna sila pripadajúca na trne
$p = 10$	- počet medzier
$m = 11$	- celkový počet trňov v pozdĺžnom smere
$n = 4$	- počet vetiev
$P_{rd} = 1529,9 \text{ kN}$	- návrhová odolnosť všetkých trňov

#### Podmienka spľahlivosti

$V_c$	$\leq$	$P_{rd}$
1054,0 kN	$\leq$	1529,9 kN

#### Prvky spriahnutia vyhovujú

Spriahnutie pôvodnej mostovkovej dosky so spriahajúcou doskou bude zabezpečené kotevnými trňmi Ø12mm z betónárskej výstuže B500B. Trne budú vlepované do dier Ø16mm vyvŕtaných v pôvodnej mostovke. Hĺbka vlepovania je minimálne 100mm. Výška prečnievajúcej časti trňov 70mm. Trne budú rozmiestnené nasledovne:

- V úsekoch 0-1/4L (L je dĺžka nosnej konštrukcie) a 3/4L-L budú trne rozmiestňované v rastri 250x300mm (dve vetvy na nosník po 300mm)
- V úseku 1/4L-3/4L v rastri 250x500mm (dve vetvy na nosník po 500mm)

## 7 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.