

 inžinierske stavby 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.RUSÍN 	KONTROLOVAL: ING.J.KURUC 
OBJEKT:	227-00 Most ev.č.591-033	
PRÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET	
	MIERKA:	Č. PRÍLOHY: 8

OBSAH :

1	Úvod	2
1.1	Popis mosta	2
1.2	Použité normy, predpisy, podklady a literatúra	2
1.3	Použité programy.....	2
1.4	Výpočtové postupy.....	2
2	Geometria mosta.....	3
3	Použité materiály	3
3.1	Druhy materiálov.....	3
3.1.1	Charakteristiky pevnostných tried materiálov	3
4	Stanovenie zaťaženia	4
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 (EC).....	5
4.3	Zaťažovací model pre brehové podpory a príslušné krídla mosta	6
4.3.1	Zvislé zaťaženia	6
5	Nosná konštrukcia – posúdenie medzného stavu únosnosti (ULS)	6
5.1	Parametre nosníkov „Vloščák“ dĺžky 19,4m a výšky 850mm	6
5.2	Mechanická odolnosť spriahnutého prierezu	7
5.2.1	Ohybová odolnosť v strede rozpätia.....	7
5.2.2	Návrhové hodnoty vnútorných síl (1.MS).....	8
5.2.3	Posúdenie ohybovej odolnosti.....	8
6	Nosná konštrukcia – posúdenie medzného použiteľnosti (SLS)	8
6.1	Priebehy napätí na nosníku	8
6.1.1	Od predpätia v čase 100r	8
6.1.2	Od vlastnej tiaže nosníka	8
6.1.3	Od tiaže betónu spriahajúcej dosky.....	9
6.2	Priebehy napätí na spriahnutom priereze	9
6.2.1	Od mostného zvršku.....	9
6.2.2	Od dopravy (LM1-ts).....	9
6.2.3	Od dopravy (LM1-udl).....	9
6.3	Výsledné napätia (SLS)	9
6.4	Posúdenie napätí (SLS).....	10
6.4.1	Posúdenie napätí pri charakteristickej kombinácii zaťažení	10
6.4.2	Posúdenie dekompresie pri častej kombinácii.....	10
6.4.3	Posúdenie tlakových hlavných napätí pri kvázi-stálej kombinácii	10
6.5	Prvky spriahnutia	10
6.5.1	Priebehy priečných síl pri 1.MS	10
6.5.2	Návrh a posúdenie spriahnutia.....	11
7	Záver statického výpočtu.....	15

1 Úvod

1.1 Popis mosta

Mostný objekt 591-033 sa nachádza na ceste II/591 za obcou Dolná Strehová. Most bol postavený v roku 1959.

Spodná stavba je železobetónová pozostávajúca z úložných hĺbkovo založených úložných prahov, nosnú konštrukciu tvorí železobetónová mostovková doska.

Zabezpečenie požadovanej mechanickej odolnosti nosnej konštrukcie zaistíme vybudovaním spriahajúcej dosky (C35/45) minimálnej hrúbky 200mm.

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)

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

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**
 - Spriahajúca 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	α_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	α_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/m³
- Časti z prostého betónu 24,0 kN/m³

4.1.2 Mostný zvršok

- Asfaltová vozovka, hr. 90mm
 - Horná hranica „sup“ 3,03 kN/m²
- Ľavá rímsa
 - Rímsa 7,50 kN/m²
 - Zvodidlo 1,00 kN/m²
- Pravá rímsa
 - Rímsa 7,50 kN/m²
 - Zvodidlo 1,00 kN/m²

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 : $\Delta T_{M,cool} = -8,0^{\circ}\text{C}$

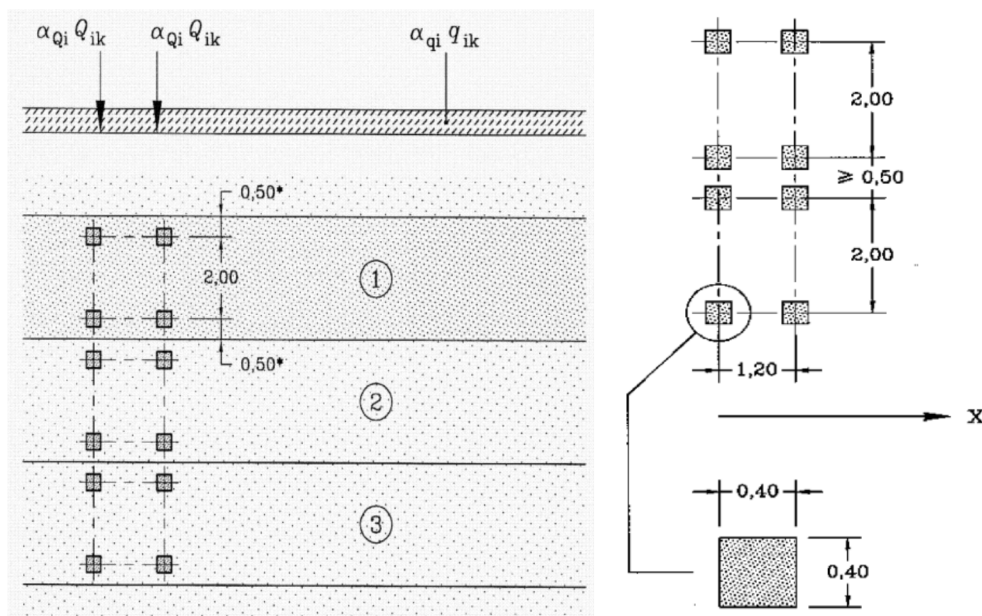
4.2.2 Zaťaženie cestnou dopravou (EC)

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 " $\alpha_q q_k$ "

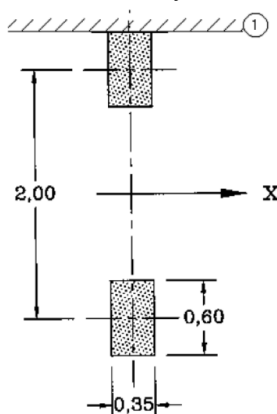


Pruh č. 1	$Q_{1k} = 300\text{kN}$; $q_{1k} = 9,0\text{kN/m}^2$; $\alpha_{Q1} = 0,9$; $\alpha_{q1} = 0,9$
Pruh č. 2	$Q_{2k} = 200\text{kN}$; $q_{1k} = 2,5\text{kN/m}^2$; $\alpha_{Q2} = 0,9$; $\alpha_{q2} = 1,0$
Pruh č. 3	$Q_{3k} = 100\text{kN}$; $q_{1k} = 2,5\text{kN/m}^2$; $\alpha_{Q3} = 0,9$; $\alpha_{q3} = 1,0$
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/m².

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° 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 – posúdenie medzného stavu únosnosti (ULS)

5.1 Parametre nosníkov „Vloššák“ dĺžky 19,4m a výšky 850mm

Betón: C35/45 (B500 podľa ČSN 732001)

Predpínacia výstuž (drôty PZ 4,5mm):

pevnosť v ťahu:

napätie pri pomernom pretvorení 0,1%:

maximálne prípustné predpínacie napätie:

maximálne prípustné napätie po transfére sily:

uvažované predpínacie napätie:

$$f_{pk} = 1650 \text{ MPa}$$

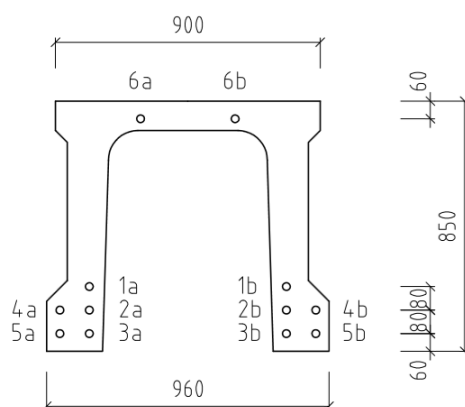
$$f_{p0,1k} = 1402,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,max} = \min(0,8f_{pk}; 0,9f_{p0,1k}) = 1261 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pm} = \min(0,75f_{pk}; 0,85f_{p0,1k}) = 1192 \text{ MPa}$$

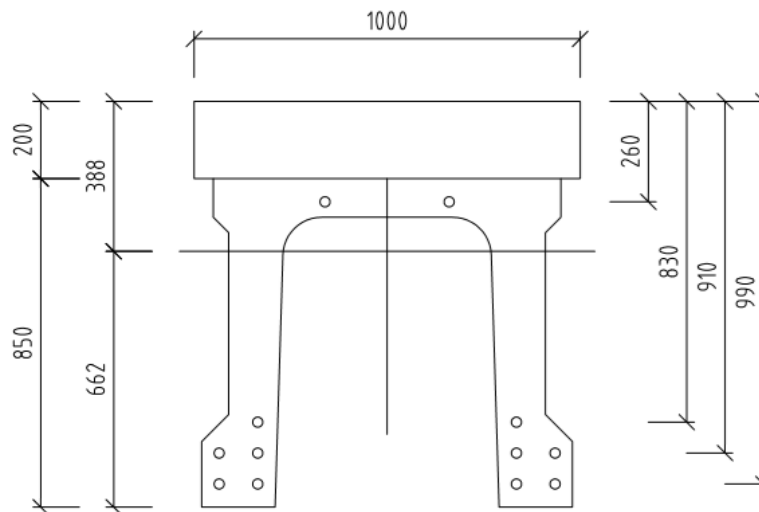
$$\sigma_{p0} = 1192 \text{ MPa}$$

kábel	tvar	drôty	
		typ	počet
1a	zakriv.	Ø PZ 4,5mm	17
2a	zakriv.		17
3a	zakriv.		17
4a	priamy		17
5a	priamy		17
6a	priamy		8
1b	zakriv.		17
2b	zakriv.		17
3b	zakriv.		17
4b	priamy		17
5b	priamy		17
6b	priamy		8



5.2 Mechanická odolnosť spriahnutého prierezu

Mechanická odolnosť spriahnutého prierezu „Vloššák + spriahajúca doska“ je stanovená v zmysle STN EN 1992-2.



5.2.1 Ohybová odolnosť v strede rozpätia

Maximálne návrhové napätie vo výstuži: $f_{pd} = \frac{f_{p0,1k}}{\gamma_s} = \frac{1402,5}{1,15} = 1219 \text{ MPa}$

Výpočet tlačenej časti prierezu:

$$0,8x = \frac{F_{pd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1219 \cdot (10 \cdot 17 \cdot 1,59 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 8 \cdot 1,59 \cdot 10^{-5})}{1,0 \cdot (0,85 \cdot 35 / 1,5)} = 0,150 \text{ m} > 0,200 \Rightarrow \text{tlačená časť prierezu}$$

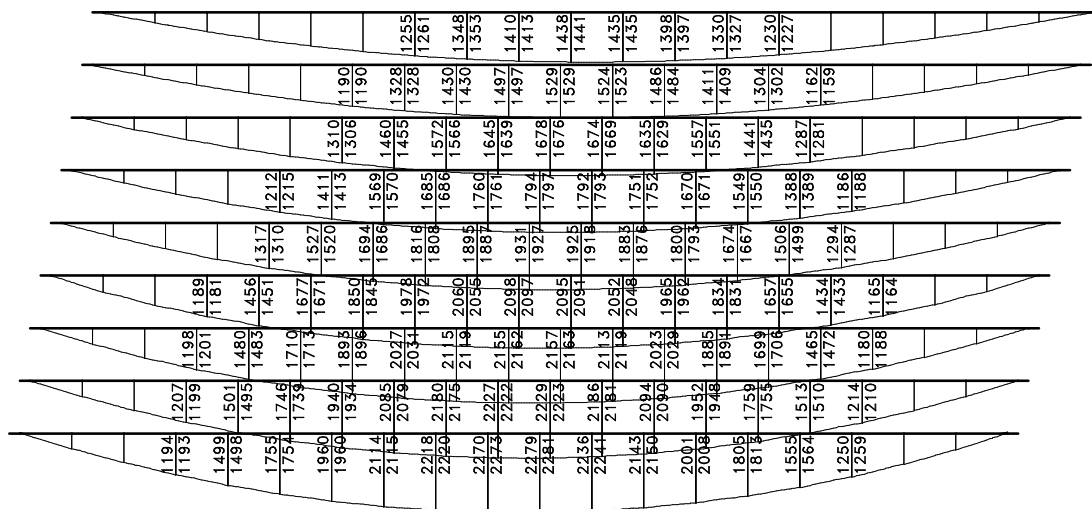
nezasahuje pod spodný okraj spriahajúcej dosky 200mm \Rightarrow výpočet vyhovel predpokladu

Ohybová odolnosť spriahnutého prierezu:

"kábel"	drôty		d _{pi} (mm)	0,8x (mm)	F _{pdi} (MN)	M _{pdi} (mm)
	plocha	počet				
1a	0,0000159	17	830	150	0,3296	0,249
2a	0,0000159	17	910	150	0,3296	0,275
3a	0,0000159	17	990	150	0,3296	0,302
4a	0,0000159	17	910	150	0,3296	0,275
5a	0,0000159	17	990	150	0,3296	0,302
6a	0,0000159	8	260	150	0,1551	0,029
1b	0,0000159	17	830	150	0,3296	0,249
2b	0,0000159	17	910	150	0,3296	0,275
3b	0,0000159	17	990	150	0,3296	0,302
4b	0,0000159	17	910	150	0,3296	0,275
5b	0,0000159	17	990	150	0,3296	0,302
6b	0,0000159	8	260	150	0,1551	0,029

M_{Rd}= 2,863 MNm

5.2.2 Návrhové hodnoty vnútorných síl (1.MS)



5.2.3 Posúdenie ohybovej odolnosti

Posúdenie je urobené pre, z hľadiska ohybovej odolnosti, najviac namáhaný spriahnutý prierez (nosník „Vloššák“ + spriahajúca doska)

Podmienka posúdenia:

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

$$2863 \text{ kNm} > 2281 \text{ kNm}$$

Návrh zosilnenia nosnej konštrukcie vyhovet posúdeniu 1. medzného stavu.

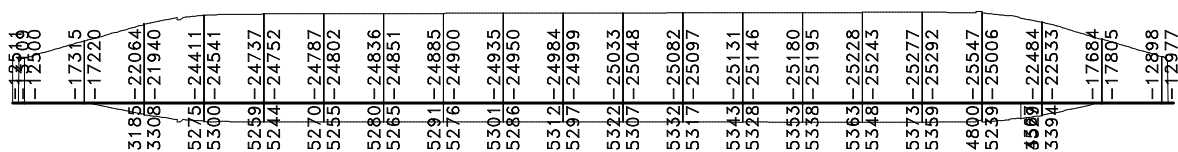
6 Nosná konštrukcia – posúdenie medzného použiteľnosti (SLS)

Pri posúdení 2. medzného je dôležitá etapizácia (fázovanie) budovania konštrukcie a história zaťaženia. Pri tomto posúdení preto rozlišujeme tieto etapy (štádia):

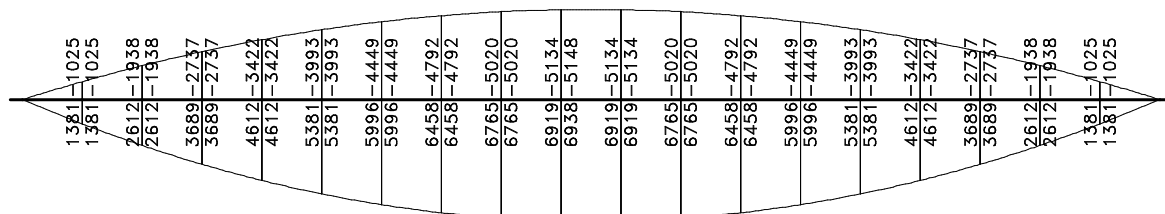
- Štádium výstavby – zaťaženie je prenášané nosníkmi bez spriahnutia.
- Definitívne štádium – zaťaženiu odoláva spriahnutý nosník

6.1 Priebehy napätí na nosníku

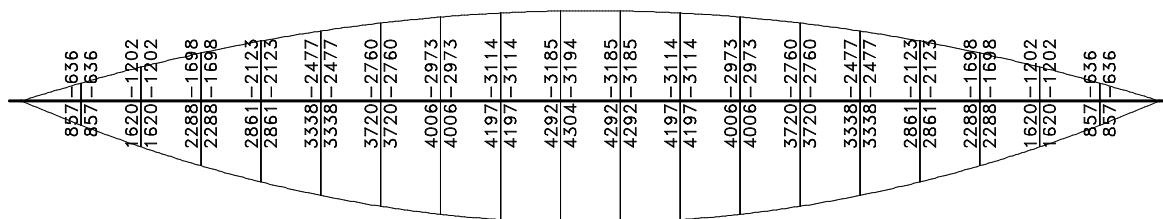
6.1.1 Od predpätia v čase 100r



6.1.2 Od vlastnej tiaže nosníka

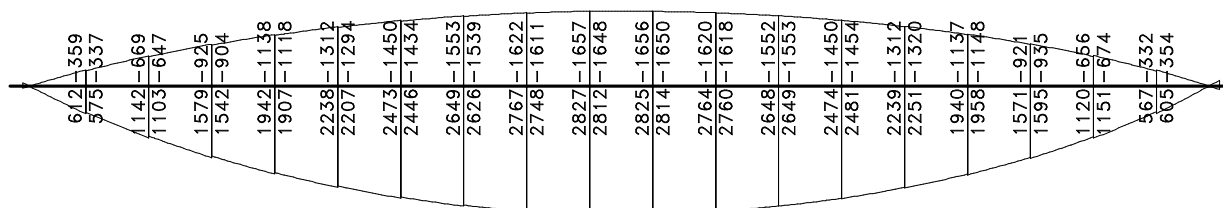


6.1.3 Od tiaže betónu spriahajúcej dosky

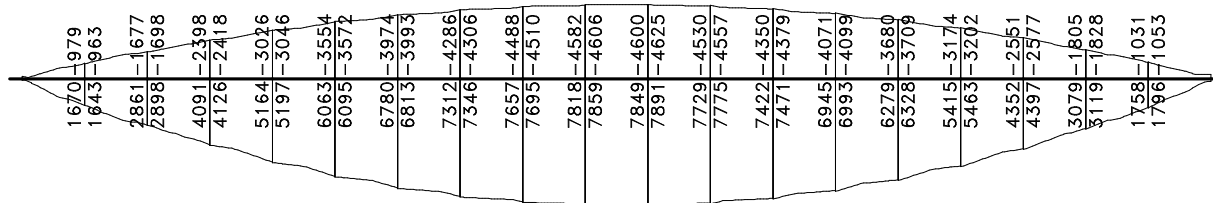


6.2 Priebehy napätí na spriahnutom priereze

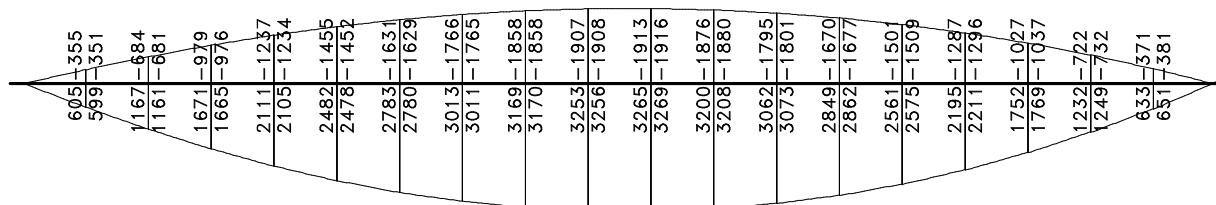
6.2.1 Od mostného zvršku



6.2.2 Od dopravy (LM1-ts)



6.2.3 Od dopravy (LM1-udl)



6.3 Výsledné napätia (SLS)

Výsledné napätia v strede rozpätia mosta:

zaťaženie	stred rozpätia		
	nosník		doska
	σ_{nh} (MPa)	σ_{nd} (MPa)	σ_{dh} (MPa)
vlt nosníka	-5,15	6,92	0,00
predpätie 100r. x0,9	4,76	-22,49	0,00
tiaž betónu spriah dosky	-3,19	4,29	0,00
mostný zvršok	-1,83	2,83	-1,66
LM1-TS	-2,30	7,85	-4,61
LM1-UDL	-0,95	3,27	-1,91
MSP - charakteristická kombinácia	-8,66	2,67	-8,18
MSP - častá kombinácia	-7,51	-1,26	-5,88
MSP - častá kombinácia	-5,41	-8,45	-1,66

6.4 Posúdenie napätí (SLS)

6.4.1 Posúdenie napätí pri charakteristickej kombinácii zaťaženi

6.4.1.1 Ťahové napätia

$$\sigma_{ct} \leq 3,2 \text{ MPa}$$

$$2,67 < 3,2 \text{ MPa}$$

vyhovuje

6.4.1.2 Tlakové napätia

$$\sigma_{cc} \geq 0,6 \cdot (-35 \text{ MPa})$$

$$-8,66 > -21,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

6.4.2 Posúdenie dekompresie pri častej kombinácii

Pri častej kombinácii sú pri spodnom okraj prierezu (nosníka) tlakové napätia so zvyšujúcou sa hodnotou smerom nahor ku káblovým kanálikom. Podmienka dekompresie je teda **splnená**.

6.4.3 Posúdenie tlakových hlavných napätí pri kvázi-stálej kombinácii

$$\sigma_{cc} \geq 0,45 \cdot (-35 \text{ MPa})$$

$$-8,45 > -15,75 \text{ MPa}$$

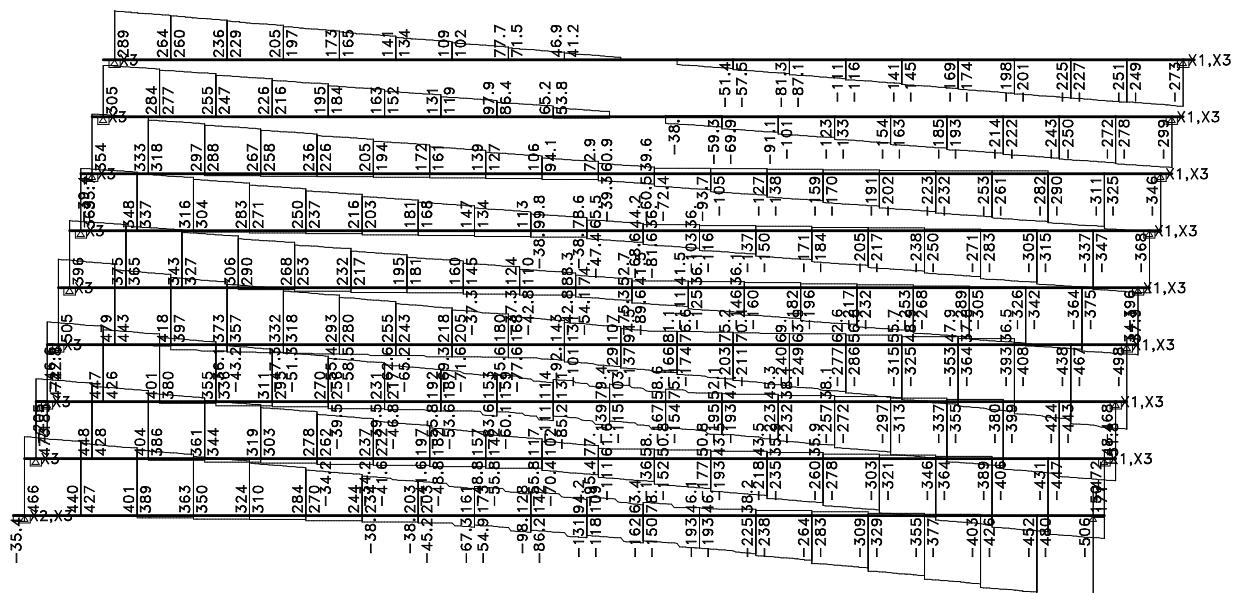
vyhovuje

Návrh zosilnenia nosnej konštrukcie vyhovet posúdeniu 2. medzného stavu.

6.5 Prvky spriahnutia

Spolupôsobenie pôvodných nosníkov s novovybudovanou spriahajúcou doskou bude zabezpečené spriahujúcimi tržmi z betonárskej výstuže B500B. Tieto budú vlepané do vyvrtaných a vyčistených dier v mostných nosníkoch.

6.5.1 Pribehy priečných síl pri 1.MS



6.5.2 Návrh a posúdenie spriahnutia

Vstupné dáta - pôvodná konštrukcia

Materiál

Betón	C 35/45		Oceľ	B500B
$f_{ck} =$	35,0 MPa	$\alpha_{cc} =$	$f_{yk} =$	500,0 MPa
$f_{ctk,0.05} =$	2,2 MPa		$\gamma_M =$	1,15
$\gamma_C =$	1,5		$f_{yd} =$	434,8 MPa
$f_{cd} =$	19,833 MPa			
$f_{ctd} =$	1,467 MPa			
$E_{cs} =$	34000,0 MPa			

Geometria

$H_s =$	850,0 mm	- výška prierezu
$A_{si} =$	0,3224 m ²	- plocha prierezu pôvodnej konštrukcie
$I_{si} =$	0,02587 m ⁴	- moment zotrvačnosti prierezu pôvodnej konštrukcie
$t_{si} =$	494,0 mm	- poloha ťažiska prierezu pôvodnej konštrukcie od spodnej hrany
$L =$	19,0 m	- rozpätie nosníka

Vstupné dáta - spriahujúca doska

Materiál

Betón	C 35/45	
$f_{ck} =$	35,0 MPa	$\alpha_{cc} =$
$f_{ctk,0.05} =$	2,2 MPa	
$\gamma_C =$	1,5	
$f_{cd} =$	19,833 MPa	
$f_{ctd} =$	1,467 MPa	
$E_{cn} =$	34000,0 MPa	
$\varphi(t, t_0) =$	2,1016	
$\psi_L =$	0,5	
$E_{c,eff} =$	16579 MPa	

Geometria

Spolupôsobiaci šírka dosky:

$H_n =$	200,0 mm	$L_0 =$	19,0 m
$H_{nc} =$	150,0 mm		
$b_2 =$	500,0 mm	$b_{e1} =$	500,0 mm
$b_{2k} =$	500,0 mm	$b_{e2} =$	500,0 mm
$b_{eff} =$	1000,0 mm	- spolupôsobiaci šírka dosky	
$A_{ni} =$	0,2 m ²	- plocha prierezu spriahujúcej dosky	
$A_{nic} =$	0,15 m ²	- plocha tlačenej časti prierezu spriahujúcej dosky na medzi únosnosti	
$I_{ni} =$	6,6667E-04 m ⁴	- moment zotrvačnosti prierezu spriahujúcej dosky	
$t_{si} =$	100,0 mm	- poloha ťažiska prierezu spriahujúcej dosky od spodnej hrany dosky	

Vstupné dáta - spriahnutá konštrukcia

Geometria

$H = 1050 \text{ mm}$	- výška ideálneho prierezu
$A_i = 0,5224 \text{ m}^2$	- plocha ideálneho prierezu
$y_{hi} = 381,42 \text{ mm}$	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od hornej hrany
$y_{di} = 668,58 \text{ mm}$	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od spodnej hrany
$r_s = 174,58 \text{ mm}$	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska pôvodného prierezu
$r_n = 281,42 \text{ mm}$	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska spr. dosky
$I_i = 5,2202\text{E-}02 \text{ m}^4$	- moment zotrvačnosti ideálneho prierezu
$S_{ci} = 5,6284\text{E-}02 \text{ m}^4$	- statický moment plochy spriahajúcej dosky

Šmyková sila od zmraštenia nového betónu

$u = 200 \text{ mm}$	- obvod dosky vystavený vysychaniu
$h_0 = 2000 \text{ mm}$	- náhradná výška priečného rezu dosky
$k_n = 0,7$	$\epsilon_{cd,0} = 0,00032$
$\epsilon_{cd,\infty} = 0,00022$	- konečné pomerné pretvorenie z vysychania
$t = 36500,0 \text{ dni}$	- vek betónu v uvažovanom čase
$t_s = 7,0 \text{ dni}$	- vek betónu na začiatku zmrašťovania
$\beta_{ds}(t, t_s) = 0,91072$	- pomerné pretvorenie z vysychania v uvažovanom čase
$\epsilon_{cd}(t) = 0,00020$	
$\epsilon_{ca,\infty} = 0,0000625$	- pomerné pretvorenie od autogenného zmrašťovania
$\beta_{as}(t) = 1$	
$\epsilon_{ca}(t) = 0,0000625$	
$\epsilon_{cs} = 0,00027$	- celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania
$\sigma_{sr} = 4,42 \text{ MPa}$	- ťahové napätie od zmrašťovania
$N_{sr} = 883,66 \text{ kN}$	- ťahová sila od zmrašťovania
$M_{sr} = 248,68 \text{ kNm}$	- ohybový moment od zmrašťovania
$\sigma_{sr,d} = 1,39 \text{ MPa}$	- výsledné napätie v doske
$F_{sr} = 277,22 \text{ kN}$	- výslednica napätia od zmrašťovania v doske na jednotku dĺžky
$\gamma_g = 1$	- súčiniteľ zaťaženia
$F_{srd} = 277,22 \text{ kN}$	- návrhová výslednica napätia od zmrašť. v doske na jednotku dĺžky

Šmyková sila od vnútorného zaťaženia

Návrhová zvislá šmyková sila

$T_{ed1} = 391,0 \text{ kN}$	- šmyková sila pre úsek 0 - 0.25xL
$T_{ed2} = 225,0 \text{ kN}$	- šmyková sila pre úsek 0.25xL - 0.5xL

Šmyková sila medzi doskou a pôvodným prierezom

$V_{Ed1} = 413,757 \text{ kN/m}$	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0 - 0.25xL
$V_{Ed2} = 238,095 \text{ kN/m}$	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0.25xL - 0.5xL
$V_{Ed1} = 690,981 \text{ kN/m}$	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0 - 0.25xL
$V_{Ed2} = 515,32 \text{ kN/m}$	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0.25xL - 0.5xL

Šmykové spojenie

Šmyková únosnosť nevystuženého styku

Povrch
 $c = 0,35$ - súčiniteľ drsnosti nevystuženej plochy
 $\mu = 0,6$
 $b_l = 1,0 \text{ m}$ - šírka stykovej plochy
 $f_{cd} = 19,833 \text{ MPa}$
 $f_{ctd} = 1,467 \text{ MPa}$
 $\alpha = 90,0^\circ$ - sklon šmykovej výstuže v pozdĺžnom smere

$V_{jcu} = 513,333 \text{ kN/m}$ - šmyková únosnosť nevystuženého styku na jednotku dĺžky

$V_{jcu} = 513,33 \text{ kN/m} < V_{Ed1} = 690,98 \text{ kN/m}$

je potrebné navrhnuť spriahovacie trne

$V_{jcu} = 513,33 \text{ kN/m} < V_{Ed2} = 515,32 \text{ kN/m}$

je potrebné navrhnuť spriahovacie trne

Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0 - 0.25L

$n = 2$ - počet trňov v priečnom smere
 $\emptyset = 14$ - priemer trňa
 $A_s = 250, \text{ mm}^2$ - plocha trňov v priečnom reze
 $s = 200 \text{ mm}$ - osová vzdialenosť trňov v pozdĺžnom smere
 $\rho = 1,2500\text{E-}03$ - stupeň vystuženia
 $v = 0,516$ - redukčný súčiniteľ pevnosti

$V_{jsu1} = 326,09 \text{ kN/m}$ - hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže

$V_{Rd1} = 839,42 \text{ kN/m}$ - návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche

$V_{Ed1} \leq V_{Rd1}$
 $690,98 \text{ kN/m} \leq 839,42 \text{ kN/m}$

Prvky spriahnutia vyhovujú

Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0.25L - 0.5L

$n = 2$ - počet trňov v priečnom smere
 $\emptyset = 14$ - priemer trňa
 $A_s = 307,876 \text{ mm}^2$ - plocha trňov v priečnom reze
 $s = 500 \text{ mm}$ - osová vzdialenosť trňov v pozdĺžnom smere
 $\rho = 6,1575\text{E-}04$ - stupeň vystuženia
 $v = 0,516$ - redukčný súčiniteľ pevnosti

$V_{jsu2} = 160,63 \text{ kN/m}$ - hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže

$V_{Rd2} = 673,96 \text{ kN/m}$ - návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche

$V_{Ed2} \leq V_{Rd2}$
 $515,32 \text{ kN/m} \leq 673,96 \text{ kN/m}$

Prvky spriahnutia vyhovujú

Medzný stav únosnosti

Potrebný počet spriahovacích prvkov - priečna sila

0 - 0.25xL	4,75 m	- dĺžka úseku 0 - 0.25xL
n =	2	- počet vetiev
s =	200,0 mm	- vzdialenosť medzi trňami v pozdĺžnom smere
0.25xL - 0.5xL	4,75 m	- dĺžka úseku 0.25xL - 0.5L
n =	2	- počet vetiev
s =	500,0 mm	- vzdialenosť medzi slučkami v pozdĺžnom smere

Medzný stav únosnosti

Únosnosť kotevnej slučky

$l_s =$	100,0 mm	- účinná dĺžka slučky
$d_s =$	14,0 mm	- priemer slučky
$A_s =$	0,000154 m ²	- 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 =	14,0 mm	- priemer slučky
$h_k =$	100,0 mm	- hĺbka kotvenia trňa
$f_{yk} =$	500,0 MPa	- char. medza kĺzu kotevného trňa
$\gamma_M =$	1,15	- parciálny súčiniteľ materiálu trňa
$\gamma_v =$	1,25	- parciálny súčiniteľ spoľahlivosti
$P_{rd,1} =$	47,33 kN	- únosnosť trňa slučky
$P_{rd,2} =$	80,784 kN	- únosnosť slučky - porušenie betónu pôvodnej konštrukcie
$P_{rd,3} =$	80,784 kN	- únosnosť slučky - porušenie betónu spriahujúcej dosky
$P_{rd} =$	47,326 kN	- rozhodujúca únosnosť trňa

Podmienka spoľahlivosti

$V_c =$	2975,0 kN	- návrhová pozdĺžna sila pripadajúca na tĺne
p =	33	- počet medzier
m =	34	- celkový počet trňov v pozdĺžnom smere
n =	2	- počet vetiev
$P_{rd} =$	3218,2 kN	- návrhová odolnosť všetkých trňov

Podmienka spoľahlivosti

V_c	\leq	P_{rd}
2975,0 kN	\leq	3218,2 kN

Prvky spriahnutia vyhovujú

Spriahnutie pôvodnej mostovkovej dosky so spriahajúcou doskou bude zabezpečené kotevnými trňmi Ø14mm z betonárskej výstuže B500B. Trne budú vlepuvané do dier Ø18mm vyvŕtaných v pôvodnej mostovke. Hĺbka vlepenia je minimálne 100mm. Výška prečnievajúcej časti trňov min 100mm. Trne budú rozmiestnené nasledovne:

- **V úsekoch 0-1/4L (L je dĺžka nosnej konštrukcie) a 3/4L-L budú trne rozmiestňované po dvojiciach v osových vzdialenostiach po 250mm**
- **V úseku 1/4L-3/4L po dvojiciach v osových vzdialenostiach po 250mm**

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.