

 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:	221-00 Most ev.č.591-024		MIERKA: Č. PRÍLOHY: 8
PRÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET		

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 (1953).....	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
5	Nosná konštrukcia – pôvodný návrh.....	7
5.1	Priebehy vnútorných síl.....	7
5.1.1	Ohybové momenty	7
5.1.2	Priečne sily	8
5.2	Pôvodné posúdenie	8
5.2.1	Horná stavba - doska	8
6	Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta – pôvodná časť so zosilnením spriahajúcou doskou	11
6.1	Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty).....	11
6.1.1	Ohybové momenty	11
6.1.2	Priečne sily	11
6.2	Posúdenie mostovkovej dosky.....	12
6.2.1	Ohyb.....	12
6.2.2	Šmyk	16
6.2.3	Návrh a posúdenie spriahnutia	19
7	Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta – rozšírená časť	23
7.1	Posúdenie mostovkovej dosky – pozdĺžny smer mosta	23
7.1.1	Ohyb.....	23
7.1.2	Šmyk	28
7.2	Posúdenie mostovkovej dosky – priečny smer mosta.....	30
7.2.1	Minimálne nutné plochy výstuže – horný povrch	30
7.2.2	Minimálne nutné plochy výstuže – dolný povrch	31
8	Záver statického výpočtu.....	31

1 Úvod

1.1 Popis mosta

Mostný objekt 591-024 sa nachádza na ceste II/591 medzi obcami Senné a Brusník. Bol postavený v roku 1959.

Mostná konštrukcia zo statického hľadiska pôsobí ako rám. Hornú stavbu tvorí železobetónová doska hrúbky 500 až 900mm so šikmou svetlosťou 15,05 a kolmou 10,4m. Stojky rámu sú železobetónové hrúbky 1000mm.

Zabezpečenie požadovanej mechanickej odolnosti nosnej konštrukcie zaistíme vybudovaním spriahajúcej dosky (C35/45) minimálnej hrúbky 150mm.

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)

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

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	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.

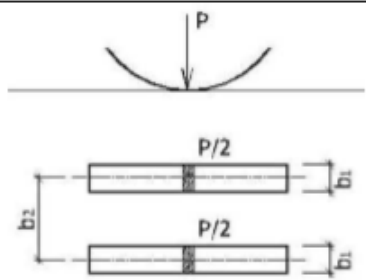
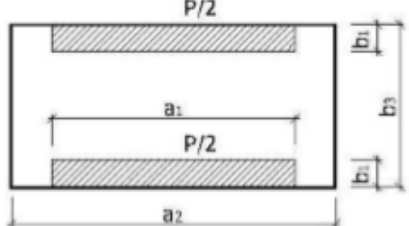
- Horný povrch teplejší ako spodný povrch : $\Delta T_{M,heat} = 11,4^{\circ}\text{C}$
- Spodný povrch teplejší ako horný povrch : $\Delta T_{M,cool} = -8,0^{\circ}\text{C}$

4.2.2 Zatiaženie cestnou dopravou (1953)

7 ČSN 73 6202 "ZATÍŽENÍ A STATICKÝ VÝPOČET MOSTŮ" Z ROKU 1953

Alternativy zatížení :

- 1) Ideální náprava mezi zvýšenými obrubami a současně rovnoměrné zatížení chodníků širších než 0,5 m.
- 2) Ideální pásové vozidlo a současně rovnoměrné zatížení chodníků.
- 3) Rovnoměrné zatížení mezi zvýšenými obrubami a na ploše chodníků a současně přímkové zatížení mezi zvýšenými obrubami, avšak jen jednou v každém podélném pruhu mostu.

Druhy zatížení		Pro třídu mostu		
		A	B	C
	P [t]	15		10
	b ₁ [m]	0,5		0,35
	b ₂ [m]	≥ 1,5		≥ 1,5
	P [t]	60	30	15
	b ₁ [m]	0,5	0,5	0,35
	b ₂ [m]	3,0	2,5	2,0
	a ₁ [m]	4,5	3,5	2,5
	a ₂ [m]	7	6	5
Rovnoměrné zatížení [kg/m ²]	0 až 30m	600	500	400
	30 až 130m	660-2ℓ	530-ℓ	430-ℓ
	nad 130 m	400		300
Přímkové zatížení napříč mostu [t/m]		3		2

Dynamický součinitel se uvažuje podle tabulky.

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

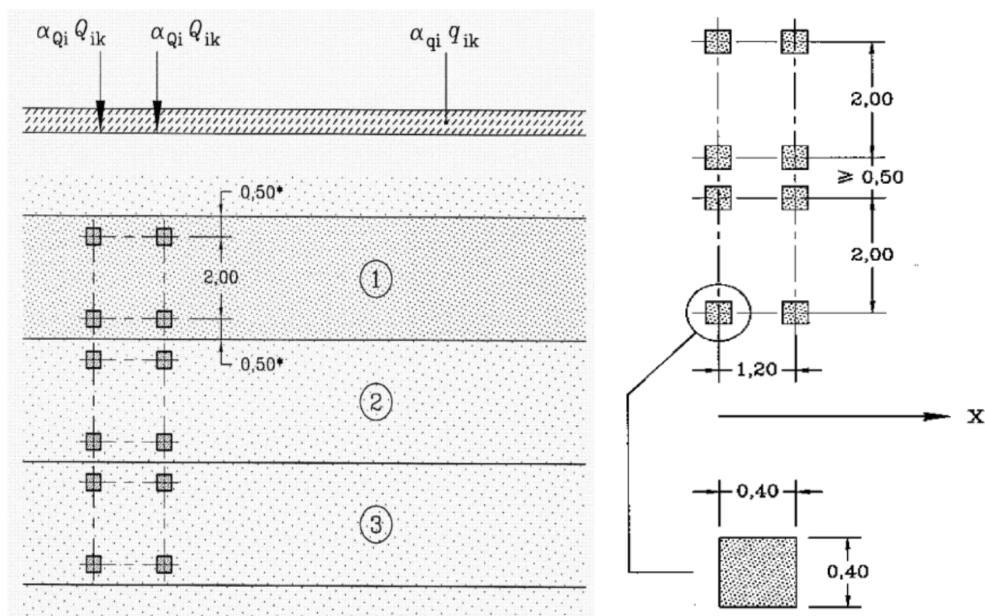
4.2.3 Zaťaženie cestnou dopravou (EC)

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 " $\alpha_q q_k$ "

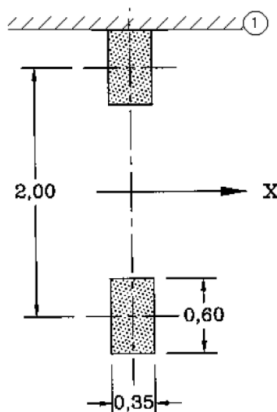


Pruh č. 1	$Q_{1k} = 300kN$; $q_{1k} = 9,0kN/m^2$; $\alpha_{Q1} = 0,9$; $\alpha_{q1} = 0,9$
Pruh č. 2	$Q_{2k} = 200kN$; $q_{1k} = 2,5kN/m^2$; $\alpha_{Q2} = 0,9$; $\alpha_{q2} = 1,0$
Pruh č. 3	$Q_{3k} = 100kN$; $q_{1k} = 2,5kN/m^2$; $\alpha_{Q3} = 0,9$; $\alpha_{q3} = 1,0$
Zvyšná plocha	$q_{rk} = 2,5kN/m^2$;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

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/m².

4.3 Zaťažovací model pre brehovú podpery a príhlé 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 zaťaženia 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.

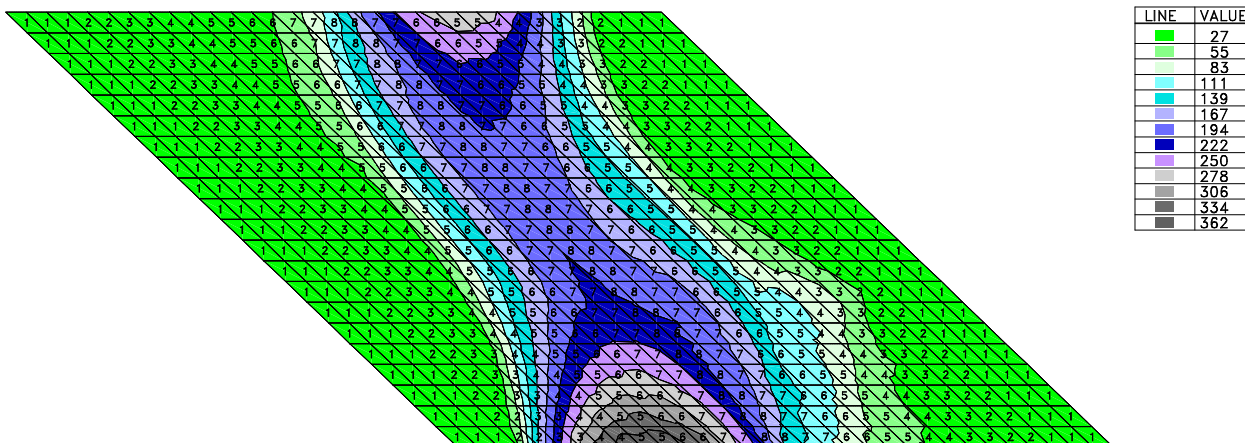
5 Nosná konštrukcia – pôvodný návrh

Pri parametroch pôvodnej konštrukcie mosta navrhnuté tesne pred rokom vybudovania mosta (1959) na tom období prislúchajúcemu zaťaženiu (ČSN 736202 „Zatížení a statický výpočet mostu“ z roku 1953) vypočítame jej vystuženie. Keďže nie je známe aká betonárska výstuž bola použitá, pri výpočte počítame s výstužou B500B (rozhodujúca je sila vo výstuži).

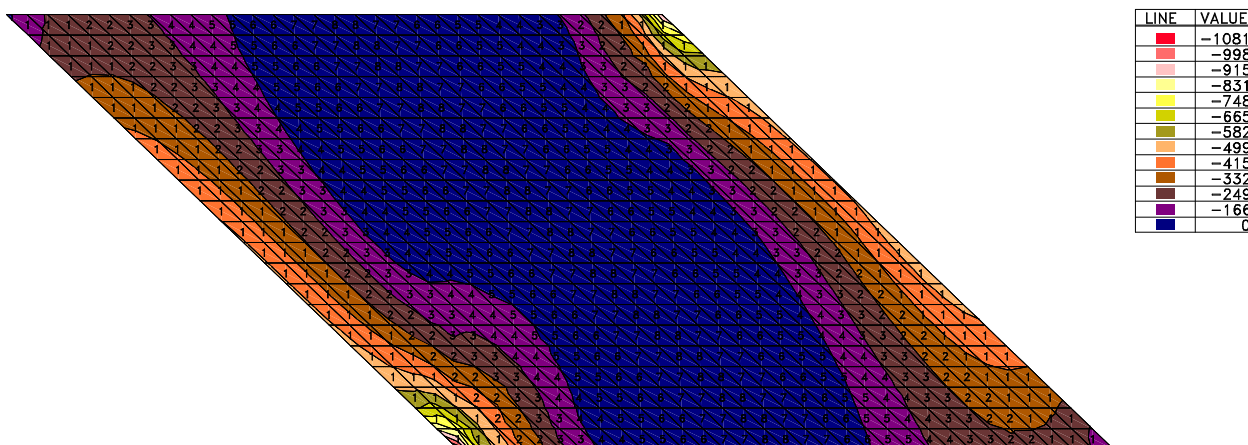
5.1 Priebiehy vnútorných síl

5.1.1 Ohybové momenty

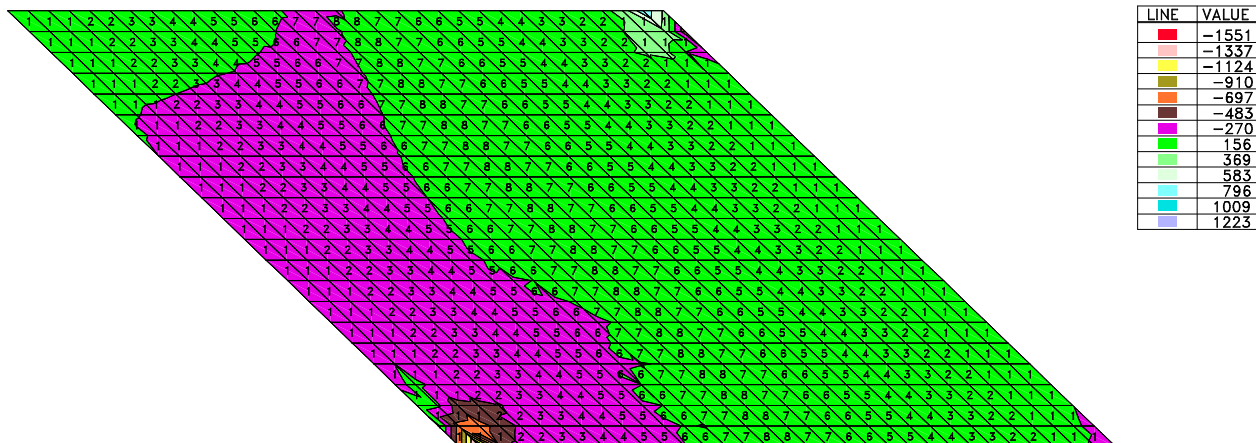
5.1.1.1 Ťah pri spodnom povrchu



5.1.1.2 Ťah pri hornom povrchu



5.1.2 Pričné sily



5.2 Pôvodné posúdenie

5.2.1 Horná stavba - doska

5.2.1.1 Vystuženie pri dolnom povrchu - prierez v poli hrúbky 500mm

ČISTÝ OHYB

Zadaj:

šírka b= 1 m
výška h= 0,5 m

n= 15
a= 0,05

Betón: 16/20 sigmabd= 10
Výstuž: B500B sigmaad= 280
sigmabht= 0,6

Zaťaženie:

Stále

Pohyblivé

M= 119 kNm
T= 158 kN

max min

131 0 kNm
0 kN

Dimenzačné veličiny:

Mmax	250 kNm	Tmax	158 kN
Mmin	119 kNm	Tmin	158 kN

Návrh výstuže:

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

a= 1
b= -1,35
c= -0,080357143
d= 0,036160714
ho= 0,45
x= 0,144
f(x)= -0,000378924

Potrebná výstuž:

Fa=	0,002255072 m2
to jest:	22,55 cm2
St.vystuženia	0,50 %

Výpočet na únavu

Ld= 6,6 m
Pomer napätí= 0,5
Pomer róa= 0,64
koef kró= 1,000
Sigmaú= 280,00 MPa

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

a= 1
b= -1,35
c= -0,059303571
d= 0,026686607
x= 0,126
f(x)= -0,000306825

Potrebná výstuž:

Fa= 0,001641169 m²
to jest: 16,41 cm²
St.vystuženia 0,36 %

Rozhoduje: Statické namáhanie

Posúdenie prierezu

Výstuž	a[m]	Profil[mm]	Počet[ks]	Fa[m ²]
1.rad	0,040	20	7	0,00219911
2.rad	0,000	0	0	0
3.rad	0,000	0	0	0
Spolu:	0,040	ho=	0,460	0,00219911
x=	0,144315023 m	Wa=		0,0009058 m ³
Ji=	0,004289233 m ⁴	Wb=		0,02972132 m ³

Sigma a=	276,00 MPa	<=	280,00 MPa
Sigma aú=	203,69 MPa	<=	280,00 MPa
Sigma b=	8,41 MPa	<=	10,00 MPa
Stupeň vyst.=	0,48 %	>=	0,18 %

Z uvedeného vyplýva, že pri pôvodnom návrhu vystuženie dosky pri jej spodnom povrchu „v poli“ zodpovedalo vystuženiu 7Ø20(B500B).

5.2.1.2 Vystuženie pri hornom povrchu - prierez „nadpodperový“ hrúbky 900mm

ČISTÝ OHYB

Zadaj:

šírka b= 1 m
výška h= 0,9 m
Betón: 16/20 sigma_{abd}= 10
Výstuž: B500B sigma_{aad}= 280
sigma_{abht}= 0,6

Zaťaženie: Stále

Pohyblivé

		max	min
M=	268 kNm	147	0 kNm
T=	270 kN		0 kN

Dimenzačné veličiny:

Mmax	415 kNm	Tmax	270 kN
Mmin	268 kNm	Tmin	270 kN

Návrh výstuže:

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

a=	1
b=	-2,55
c=	-0,133392857
d=	0,113383929
ho=	0,85
x=	0,193
f(x)=	-0,000100542

Potrebná výstuž:

Fa=	0,001888597 m2
to jest:	18,89 cm2
St.vystuženia	0,22 %

Výpočet na únavu

Ld=	6,6 m
Pomer napätí=	0,5
Pomer ró=	0,78
koef kró=	1,000
Sigmaú=	280,00 MPa

Koeficienty kubickej rovnice:

Prierez 1

a=	1
b=	-2,55
c=	-0,109767857
d=	0,093302679
x=	0,176
f(x)=	0,000315847

Potrebná výstuž:

Fa=	0,001534762 m2
to jest:	15,35 cm2
St.vystuženia	0,18 %

Rozhoduje: Statické namáhanie

Posúdenie prierezu

Výstuž	a[m]	Profil[mm]	Počet[ks]	Fa[m2]
1.rad	0,040	20	6	0,00188496
2.rad	0,000	0	0	0
3.rad	0,000	0	0	0
Spolu:	0,040	ho=	0,860	0,00188496
x=	0,194057158 m	Wa=		0,00149913 m3
Ji=	0,014975044 m4	Wb=		0,07716821 m3
Sigma a=	276,83 MPa	<=		280,00 MPa
Sigma aú=	227,80 MPa	<=		280,00 MPa
Sigma b=	5,38 MPa	<=		10,00 MPa
Stupeň vyst.=	0,22 %	>=		0,18 %

Z uvedeného vyplýva, že pri pôvodnom návrhu vystuženie dosky pri jej hornom povrchu „nad podporou“ zodpovedalo vystuženiu 6Ø20(B500B).

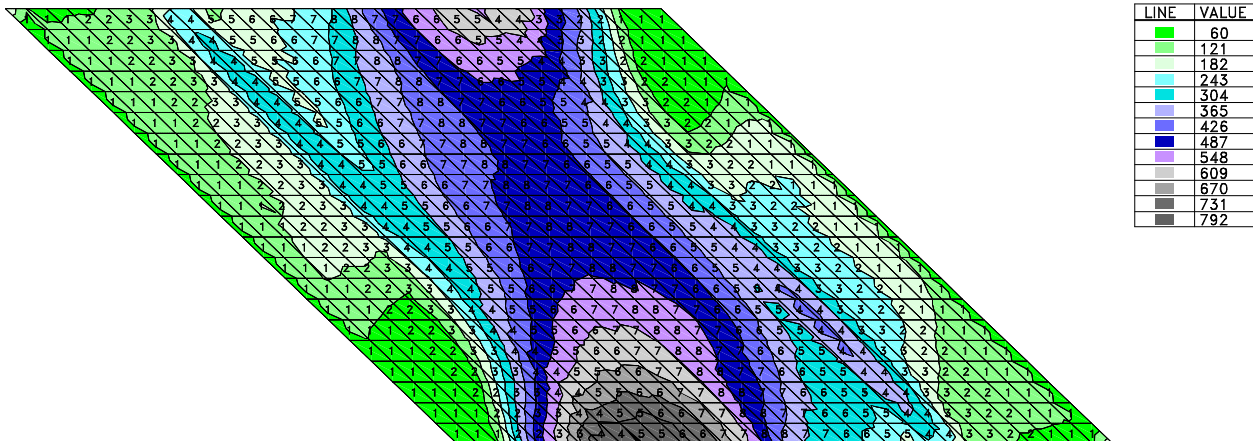
6 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta – pôvodná časť so zosilnením spriahajúcou doskou

Navrhujeme vybudovanie železobetónovej (C35/45) spriahajúcej dosky minimálnej hrúbky 150mm.

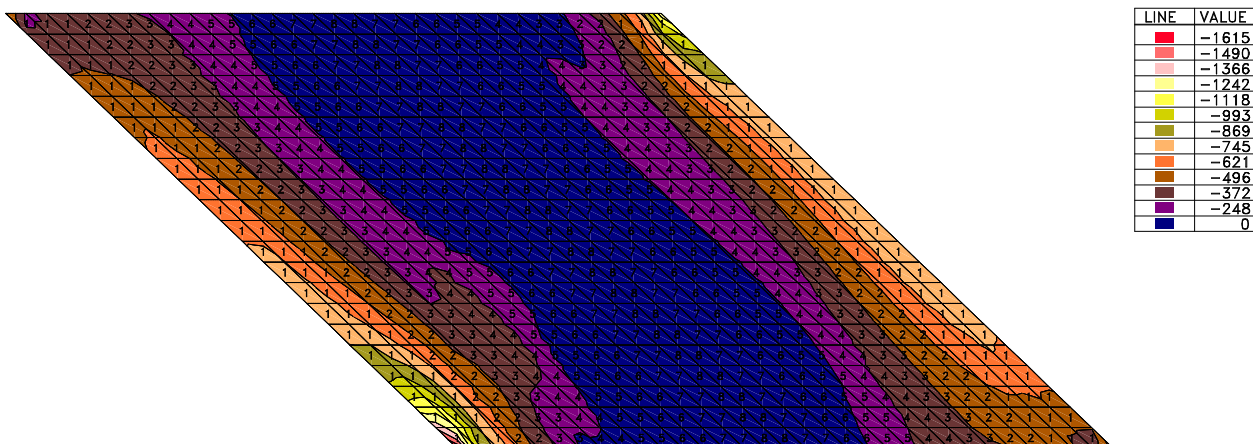
6.1 Priebehy vnútorných síl (návrhové hodnoty)

6.1.1 Ohybové momenty

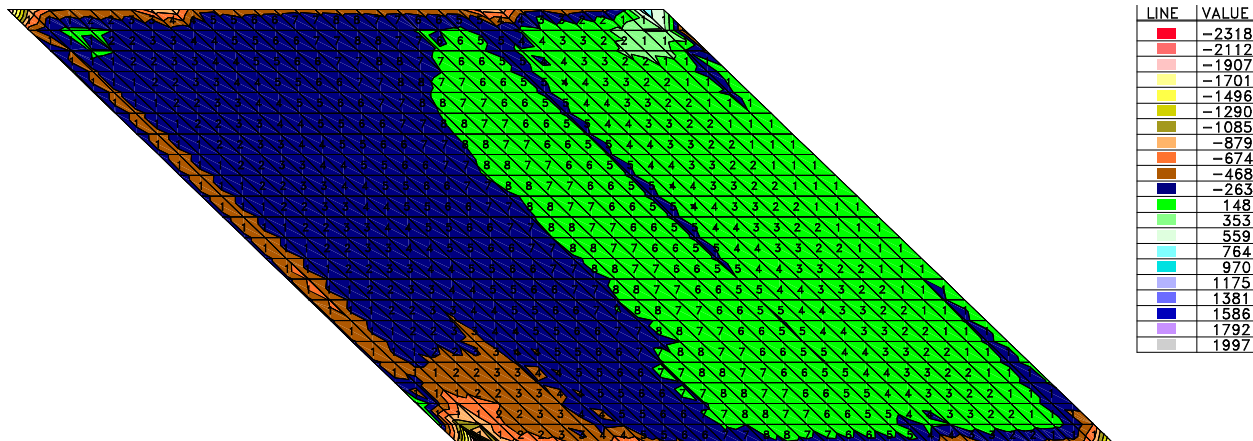
6.1.1.1 Ťah pri dolnom povrchu



6.1.1.2 Ťah pri hornom povrchu



6.1.2 Priečne sily



6.2 Posúdenie mostovkovej dosky

6.2.1 Ohyb

6.2.1.1 Ťah pri dolnom povrchu

Uvažujeme s prierezom v strede rozpätia výšky 500+160= 660mm.

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:	$h = 0,66\text{m}$
Návrhová hodnota ohybového momentu:	$M_{Ed} = 548\text{kNm}$
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	$M_{Ek} = 396\text{kNm}$
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	$M_{Eqp} = 154\text{kNm}$
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:	$\varnothing_{st} = 20\text{ mm}$
-------------------------	-----------------------------------

počet ks ťahanej výstuže:	$n_{st} = 7$ ks
krytie ťahanej výstuže:	$c_{nom,st} = 50$ mm
profil tlačenej výstuže:	$\varnothing_{sc} = 8$ mm
počet ks tlačenej výstuže:	$n_{sc} = 6,6$ ks
krytie tlačenej výstuže:	$c_{nom,sc} = 50$ mm
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,min} = 0,0017$
minimálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 998$ mm ²
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,max} = 0,0225$
maximálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,max} = 13502$ mm ²
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0037$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 2199$ mm ²
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0033$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 2531$ 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):

$$998 < 2199 < 13502$$

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):

$$0,0017 < 0,0037 < 0,0225$$

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):

$$998 < 2531 < 26400$$

VYHOVUJE

Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia

$$x \leq x_{lim}$$

$$0,059m < 0,37m$$

VYHOVUJE

Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:

$$M_{Rd} = 550,3kNm$$

podmienka posúdenia:

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

$$550,3kNm > 548kNm$$

VYHOVUJE

Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:

$$M_{cr} = 245,6kNm$$

Posúdenie vzniku trhlin (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

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

$$245,6kNm < 396kNm$$

PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = 124,6 \text{ MPa}$$

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

$$s_{r,max} = 401 \text{ mm}$$

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

$$w_k = 0,15 \text{ mm}$$

Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

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

$$0,15 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-12,49 \text{ MPa} < -21 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$320,3 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-38 \text{ MPa} < -400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.2.1.2 Ťah pri hornom povrchu

Posudzovaný je prierez „pripodperový“ pôvodnej výšky 900mm.

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:	$h = 0,9 \text{ m}$
Návrhová hodnota ohybového momentu:	$M_{Ed} = 745 \text{ kNm}$
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	$M_{Ek} = 549 \text{ kNm}$
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	$M_{Eqp} = 279 \text{ kNm}$
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:	$\varnothing_{st} = 20\text{ mm}$
počet ks ťahanej výstuže:	$n_{st} = 6\text{ ks}$
krytie ťahanej výstuže:	$c_{nom,st} = 50\text{ mm}$
profil tlačenej výstuže:	$\varnothing_{sc} = 20\text{ mm}$
počet ks tlačenej výstuže:	$n_{sc} = 3\text{ ks}$
krytie tlačenej výstuže:	$c_{nom,sc} = 50\text{ mm}$
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,min} = 0,0017$
minimálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 1397\text{ mm}^2$
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,max} = 0,0225$
maximálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,max} = 18903\text{ mm}^2$
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0022$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 1885\text{ mm}^2$
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0021$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 2828\text{ mm}^2$

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):	1397	<	1885	<	18903

VYHOVUJE

Posúdenie stupňa vystuženia (ťahaná výstuž)

podmienka posúdenia:	$\rho_{st,min}$	\leq	ρ_{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):	1397	<	2828	<	36000

VYHOVUJE

Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia

$$\begin{array}{ccc} x & \leq & x_{lim} \\ 0,056\text{m} & < & 0,518\text{m} \end{array}$$

VYHOVUJE

Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:

$$M_{Rd} = 763,2\text{kNm}$$

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} M_{Rd} & \geq & M_{Ed} \\ 763,2\text{kNm} & > & 745\text{kNm} \end{array}$$

VYHOVUJE

Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlín:

$$M_{cr} = 452\text{kNm}$$

Posúdenie vzniku trhlín (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} M_{cr} & \geq & M_{ek} \\ 452\text{kNm} & < & 549\text{kNm} \end{array}$$

PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = 185,4\text{MPa}$$

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

$$s_{r,max} = 440\text{ mm}$$

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

$$w_k = 0,245\text{ mm}$$

Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} w_k & \leq & w_{k,lim} \\ 0,245\text{ mm} & < & 0,3\text{ mm} \end{array}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{cc} & \geq & 0,6 \cdot f_{ck} \\ -10,73\text{MPa} & < & -21\text{MPa} \end{array}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{st,max} & \leq & 0,8 \cdot f_{yk} \\ 364,8\text{MPa} & < & 400\text{MPa} \end{array}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

$$\begin{array}{ccc} \sigma_{sc,max} & \geq & 0,8 \cdot f_{yk} \\ -32,5\text{MPa} & < & -400\text{MPa} \end{array}$$

VYHOVUJE

6.2.2 Šmyk

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 _t = 1m
Výška prierezu:	h= 0,66m
Návrhová hodnota ohybového momentu:	M _{Ed} = 548kNm
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	M _{Ek} = 396kNm
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	M _{Eqp} = 154kNm
Limitná hodnota šírky trhlín	w _{k,lim} = 0,3 mm

Betón:

koeficient veku betónu (STN EN 1992-1,2; 3.1.2(3.2)):	β _{cc} (t)= 1,00
stredná hodnota valcovej pevnosti v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f _{cm} (t)= 43MPa
charakter. pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f _{ck} (t)= 35MPa
stredná hodnota pevnosti v centr. ťahu (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	f _{ctm} (t)= 3,2MPa
modul pružnosti (STN EN 1992-1,2; tab 3.1):	E _{cm} (t)= 34GPa
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	α _{cc} = 0,85
koeficient (STN EN 1992-1,2; 3.1.6):	α _{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)):	γ _c = 1,5
návrhová pevnosť betónu v tlaku (STN EN 1992-1,2; 3.1.6(3.15)):	f _{cd} (t)= 19,8MPa

Betonárska výstuž:

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

Plocha výstuže a stupeň vystuženia

profil ťahanej výstuže:	Ø _{st} = 20 mm
počet ks ťahanej výstuže:	n _{st} = 7 ks
krytie ťahanej výstuže:	C _{nom,st} = 50 mm
profil tlačenej výstuže:	Ø _{sc} = 8 mm
počet ks tlačenej výstuže:	n _{sc} = 6,6 ks
krytie tlačenej výstuže:	C _{nom,sc} = 50 mm
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ _{st,min} = 0,0017
minimálna plocha ťahovej výstuže:	A _{st,min} = 998 mm ²
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	ρ _{st,max} = 0,0225
maximálna plocha ťahovej výstuže:	A _{st,min} = 13502 mm ²

stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0037$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 2199 \text{ mm}^2$
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0033$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 2531 \text{ mm}^2$

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):	998	<	2199	<	13502

VYHOVUJE

Posúdenie stupňa vystuženia (ťahaná výstuž)

podmienka posúdenia:	$\rho_{st,min}$	\leq	ρ_{st}	\leq	$\rho_{st,max}$
podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):	0,0017	<	0,0037	<	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):	998	<	2531	<	26400

VYHOVUJE

Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia	x	\leq	x_{lim}
	0,059m	<	0,37m

VYHOVUJE

Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:	$M_{Rd} = 550,3 \text{ kNm}$
podmienka posúdenia:	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$
	$550,3 \text{ kNm} > 548 \text{ kNm}$

VYHOVUJE

Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:	$M_{cr} = 245,6 \text{ kNm}$
--	------------------------------

Posúdenie vzniku trhlin (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:	$M_{cr} \geq M_{ek}$
	$245,6 \text{ kNm} < 396 \text{ kNm}$

PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:	$\sigma_{st,qp} = 124,6 \text{ MPa}$
max. vzdialenosť susedných trhlín (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.11)):	$s_{r,max} = 401 \text{ mm}$

šírka trhliny (STN EN 1992-1,2; 7.3.4(7.8)):	$w_k = 0,15 \text{ mm}$
--	-------------------------

Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:	$w_k \leq w_{k,lim}$
	$0,15 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-12,49 \text{ MPa} < -21 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$320,3 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-38 \text{ MPa} < -400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.2.3 Návrh a posúdenie spriahnutia

Vstupné dáta - pôvodná konštrukcia

Materiál

Betón

C 20/25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$f_{ctk,0.05} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 11,333 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ MPa}$$

$$E_{cs} = 30000,0 \text{ MPa}$$

Oceľ

B500B

$$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,15$$

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

Geometria

$$H_s = 700,0 \text{ mm}$$

- výška prierezu

$$A_{si} = 0,7 \text{ m}^2$$

- plocha prierezu pôvodnej konštrukcie

$$I_{si} = 0,0286 \text{ m}^4$$

- moment zotrvačnosti prierezu pôvodnej konštrukcie

$$t_{si} = 350,0 \text{ mm}$$

- poloha ťažiska prierezu pôvodnej konštrukcie od spodnej hrany

$$L = 15,05 \text{ m}$$

- rozpätie nosníka

Vstupné dáta - spriahujúca doska

Materiál

Betón

C 35/45

$$f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$f_{ctk,0.05} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 19,833 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,467 \text{ MPa}$$

$$E_{cn} = 34000,0 \text{ MPa}$$

$$\phi(t, t_0) = 2,1016$$

$$\psi_L = 0,5$$

$$E_{c,eff} = 16579 \text{ MPa}$$

Geometria

Spolupôsobiaci šírka dosky:

$H_n =$	150,0 mm	$L_0 =$	15,05 m
$H_{nc} =$	48,0 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	
$A_{ni} =$	0,15 m ²	- plocha prierezu spriahajúcej dosky	
$A_{nic} =$	0,048 m ²	- plocha tlačenej časti prierezu spriahajúcej dosky na medzi únosnosti	
$I_{ni} =$	2,8125E-04 m ⁴	- moment zotrvačnosti prierezu spriahajúcej dosky	
$t_{sj} =$	75,0 mm	- poloha ťažiska prierezu spriahajúcej dosky od spodnej hrany dosky	

Vstupné dáta - spriahnutá konštrukcia

Geometria

$H =$	850 mm	- výška ideálneho prierezu
$A_i =$	0,85 m ²	- plocha ideálneho prierezu
$y_{hi} =$	425,0 mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od hornej hrany
$y_{di} =$	425,0 mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od spodnej hrany
$r_s =$	75, mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska pôvodného prierezu
$r_n =$	350, mm	- poloha ťažiska ideálneho prierezu od ťažiska spr. dosky
$I_i =$	5,1194E-02 m ⁴	- moment zotrvačnosti ideálneho prierezu
$S_{ci} =$	5,2500E-02 m ⁴	- statický moment plochy spriahajúcej dosky

Šmyková sila od zmraštenia nového betónu

$u =$	150 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	
$\epsilon_{ca,\infty} =$	0,0000625	- 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 MPa	- ťahové napätie od zmrašťovania
$N_{sr} =$	662,74 kN	- ťahová sila od zmrašťovania
$M_{sr} =$	231,96 kNm	- ohybový moment od zmrašťovania
$\sigma_{sr,d} =$	2,05 MPa	- výsledné napätie v doske
$F_{sr} =$	307,91 kN	- výslednica napätia od zmrašťovania v doske na jednotku dĺžky
$\gamma_g =$	1	- súčiniteľ zaťaženia
$F_{srd} =$	307,91 kN	- návrhová výslednica napätia od zmrašť. v doske na jednotku dĺžky

Šmyková sila od vnútorného zaťaženia

Návrhová zvislá šmyková sila

$T_{ed1} =$	323,0 kN	- šmyková sila pre úsek 0 - 0.25xL
$T_{ed2} =$	139,0 kN	- šmyková sila pre úsek 0.25xL - 0.5xL

Šmyková sila medzi doskou a pôvodným prierezom

$V_{Ed1} =$	422,222 kN/m	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0 - 0.25xL
$V_{Ed2} =$	181,699 kN/m	- pozdĺžna šmyková sila na jednotku dĺžky pre úsek 0.25xL - 0.5xL
$V_{Ed11} =$	730,131 kN/m	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0 - 0.25xL
$V_{Ed12} =$	489,608 kN/m	- celkový šmykový tok na úseku dĺžky 0.25xL - 0.5xL

Šmykové spojenie

Šmyková únosnosť nevystuženého styku

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

$V_{jcu} =$ **350,0 kN/m** - šmyková únosnosť nevystuženého styku na jednotku dĺžky

$V_{jcu} =$ **350,0 kN/m** < $V_{Ed11} =$ **730,13 kN/m**
je potrebné navrhnuť spriahovacie trne
 $V_{jcu} =$ **350,0 kN/m** < $V_{Ed12} =$ **489,61 kN/m**
je potrebné navrhnuť spriahovacie trne

Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0 - 0.25L

$n =$	3,3	- počet trňov v priečnom smere
$\emptyset =$	14	- priemer trňa
$A_s =$	507,996 mm ²	- plocha trňov v priečnom reze
$s =$	300 mm	- osová vzdialenosť trňov v pozdĺžnom smere
$\rho =$	1,6933E-03	- stupeň vystuženia
$v =$	0,516	- redukčný súčiniteľ pevnosti

$V_{jsu1} =$ **441,74 kN/m** - hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže

$V_{Rd11} =$ **791,74 kN/m** - návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche

V_{Ed11} ≤ V_{Rd11}
730,13 kN/m ≤ **791,74 kN/m**

Prvky spriahnutia vyhovujú

Šmyková únosnosť vystuženého styku - úsek 0.25L - 0.5L

$n =$	3,3	- počet trňov v priečnom smere
$\varnothing =$	14	- priemer trňa
$A_s =$	507,996 mm ²	- plocha trňov v priečnom reze
$s =$	500 mm	- osová vzdialenosť trňov v pozdĺžnom smere
$\rho =$	1,0160E-03	- stupeň vystuženia
$v =$	0,516	- redukčný súčiniteľ pevnosti

$$V_{jsu2} = 265,04 \text{ kN/m} \quad \text{- hmoždinková únosnosť šmykovej výstuže}$$

$$V_{Rdl2} = 615,04 \text{ kN/m} \quad \text{- návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{Edl2} & \leq & V_{Rdl2} \\ 489,61 \text{ kN/m} & \leq & 615,04 \text{ kN/m} \end{array}$$

Prvky spriahnutia vyhovujú

Medzný stav únosnosti

Potrebný počet spriahovacích prvkov - priečna sila

0 - 0.25xL	3,763 m	- dĺžka úseku 0 - 0.25xL
$n =$	3,3	- počet vetiev
$s =$	300,0 mm	- vzdialenosť medzi trňami v pozdĺžnom smere
0.25xL - 0.5xL	3,763 m	- dĺžka úseku 0.25xL - 0.5L
$n =$	3,3	- 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
$d_s =$	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
$h_k =$	80,0 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
$P_{rd,2} =$	47,299 kN	- únosnosť slučky - porušenie betónu pôvodnej konštrukcie
$P_{rd,3} =$	59,525 kN	- únosnosť slučky - porušenie betónu spriahujúcej dosky
$P_{rd} =$	47,299 kN	- rozhodujúca únosnosť trňa

Podmienka spľahlivosti

$V_c = 952,0 \text{ kN}$	- návrhová pozdĺžna sila pripadajúca na trne
$p = 20$	- počet medzier
$m = 21$	- celkový počet trňov v pozdĺžnom smere
$n = 3,3$	- počet vetiev
$P_{rd} = 3277,8 \text{ kN}$	- návrhová odolnosť všetkých trňov

Podmienka spľahlivosti

V_c	\leq	P_{rd}
952,0 kN	\leq	3277,8 kN

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

- V úsekoch 0-1/4L (L je dĺžka nosnej konštrukcie) a 3/4L-L budú trne rozmiestňované v rastri 300x300mm
- V úseku 1/4L-3/4L v rastri 300x500mm

7 Návrh a posúdenie nosnej konštrukcie mosta – rozšírená časť

7.1 Posúdenie mostovkovej dosky – pozdĺžny smer mosta

7.1.1 Ohyb

7.1.1.1 Ťah pri dolnom povrchu

Uvažujeme s prierezom v strede rozpätia výšky 660mm.

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:	$h = 0,66\text{m}$
Návrhová hodnota ohybového momentu:	$M_{Ed} = 548\text{kNm}$
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	$M_{Ek} = 396\text{kNm}$
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	$M_{Eqp} = 154\text{kNm}$
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:	$\varnothing_{st} = 22\text{ mm}$
počet ks ťahanej výstuže:	$n_{st} = 6,6\text{ ks}$
krytie ťahanej výstuže:	$c_{nom,st} = 50\text{ mm}$
profil tlačenej výstuže:	$\varnothing_{sc} = 8\text{ mm}$
počet ks tlačenej výstuže:	$n_{sc} = 6,6\text{ ks}$
krytie tlačenej výstuže:	$c_{nom,sc} = 50\text{ mm}$
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,min} = 0,0017$
minimálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 996\text{ mm}^2$
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,max} = 0,0225$
maximálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 13466\text{ mm}^2$
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0042$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 2509\text{ mm}^2$
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0038$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 2841\text{ mm}^2$

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):	996	<	2509	<	13466

VYHOVUJE

Posúdenie stupňa vystuženia (ťahaná výstuž)

podmienka posúdenia:	$\rho_{st,min}$	\leq	ρ_{st}	\leq	$\rho_{st,max}$
podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.1.1):	0,0017	<	0,0042	<	0,0225

VYHOVUJE

Posúdenie celkovej plochy výstuže

podmienka posúdenia:

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

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

$$996 < 2841 < 26400$$

VYHOVUJE

Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia

$$x \leq x_{lim}$$

$$0,066m < 0,369m$$

VYHOVUJE

Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:

$$M_{Rd} = 622,7kNm$$

podmienka posúdenia:

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

$$622,7kNm > 548kNm$$

VYHOVUJE

Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:

$$M_{cr} = 247,6kNm$$

Posúdenie vzniku trhlin (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

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

$$247,6kNm < 396kNm$$

PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = 109,8MPa$$

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

$$s_{r,max} = 398 \text{ mm}$$

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

$$w_k = 0,132 \text{ mm}$$

Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

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

$$0,132 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-11,77MPa < -21MPa$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$282,3MPa < 400MPa$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-37,5MPa < -400MPa$$

VYHOVUJE

7.1.1.2 Ťah pri hornom povrchu

Posudzovaný je prierez „pripodperový“ výšky 900mm.

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):	$b = 1\text{m}$
Šírka prierezu (ťahaná zóna):	$b_t = 1\text{m}$
Výška prierezu:	$h = 0,9\text{m}$
Návrhová hodnota ohybového momentu:	$M_{Ed} = 869\text{kNm}$
Charakteristická hodnota ohybového momentu:	$M_{Ek} = 640\text{kNm}$
Kvázi-stála hodnota ohybového momentu:	$M_{Eqp} = 325\text{kNm}$
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:	$\varnothing_{st} = 22\text{ mm}$
-------------------------	-----------------------------------

počet ks ťahanej výstuže:	$n_{st} = 6,6$ ks
krytie ťahanej výstuže:	$c_{nom,st} = 50$ mm
profil tlačenej výstuže:	$\varnothing_{sc} = 20$ mm
počet ks tlačenej výstuže:	$n_{sc} = 3$ ks
krytie tlačenej výstuže:	$c_{nom,sc} = 50$ mm
minimálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,min} = 0,0017$
minimálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,min} = 1396$ mm ²
maximálny stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st,max} = 0,0225$
maximálna plocha ťahovej výstuže:	$A_{st,max} = 18867$ mm ²
stupeň vystuženia ťahovou výstužou:	$\rho_{st} = 0,0030$
skutočná plocha ťahovej výstuže:	$A_{st} = 2509$ mm ²
celkový stupeň vystuženia (ťahová+tlaková výstuž):	$\rho_s = 0,0028$
celková skutočná plocha výstuže:	$A_s = 3451$ 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):	$1396 < 2509 < 18867$

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):	$0,0017 < 0,0030 < 0,0225$

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):	$1396 < 3451 < 36000$

VYHOVUJE

Posúdenie polohy neutrálnej osi

podmienka posúdenia	$x \leq x_{lim}$
	$0,066m < 0,517m$

VYHOVUJE

Posúdenie momentovej odolnosti (MSU(ULS))

moment odolnosti:	$M_{Rd} = 897,7$ kNm
podmienka posúdenia:	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$
	$897,7 \text{ kNm} > 869 \text{ kNm}$

VYHOVUJE

Posúdenia MSP (SLS)

ohybový moment na medzi vzniku trhlin:	$M_{cr} = 457,8$ kNm
--	----------------------

Posúdenie vzniku trhlin (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:	$M_{cr} \geq M_{Ek}$
	$457,8 \text{ kNm} < 640 \text{ kNm}$

PRIEREZ S TRHLINAMI-NUTNÁ VÝSTUŽ

napätie v betonárskej výstuži pre výpočet šírky trhliny:

$$\sigma_{st,qp} = 163,8 \text{ MPa}$$

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

$$s_{r,max} = 398 \text{ mm}$$

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

$$w_k = 0,196 \text{ mm}$$

Posúdenie šírky povrchovej trhliny (MSP(SLS))

podmienka posúdenia:

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

$$0,196 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-11,07 \text{ MPa} < -21 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$322,5 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

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

podmienka posúdenia:

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

$$-37,4 \text{ MPa} < -400 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

7.1.2 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:	$h = 0,9 \text{ m}$
Návrhová hodnota šmykovej sily:	$V_{Ed} = 496 \text{ kN}$

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 $n_{sw} = 4 \text{ ks}$
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: $V_{Rd,c}(t) = 315,4 \text{ MPa}$
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: $V_{Rd,c}(t) \geq V_{Ed}$
 $315,4 \text{ kN} < 496 \text{ kN}$

NAVRHNI ŠMYKOVÚ VÝSTUŽ

Plocha šmykovej výstuže a stupeň vystuženia

plocha šmykovej výstuže na dĺžke s_{sw} : $A_{sw} = 452 \text{ mm}^2$
stupeň vystuženia šmykovou výstužou (STN EN 1992-1,2; 9.2.2): $\rho_w = 0,0015$
min. stupeň vystuženia šmyk. výstužou (STN EN 1992-1,2; 9.2.2,(9.5N)): $\rho_{w,min} = 0,0009$
max. pozdĺž. vzd. zostavy šmyk. výstuže (STN EN 1992-1,2; 9.2.2,(9.6N)): $s_{l,max} = 600 \text{ mm}$
max. priečna vzd. vetiev šmyk. výstuže (STN EN 1992-1,2; 9.2.2,(9.8N)): $s_{t,max} = 600 \text{ mm}$
priečna vzdialenosť šmykovej výstuže: $s_t = 236 \text{ mm}$

Posúdenie na minimálny stupeň vystuženia šmykovou výstužou:

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.2(9.5N)): $\rho_w \geq \rho_{w,min}$
 $0,0015 > 0,0009$

VYHOVUJE

Posúdenie na maximálnu pozdĺžnu vzdialenosť šmykovej výstuže:

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.2(9.6N)): $s_{sw} \leq s_{l,max}$
 $300 \text{ mm} < 629 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Posúdenie na maximálnu priečnu vzdialenosť šmykovej výstuže:

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 9.2.2(9.8N)): $s_t \leq s_{t,max}$
 $236 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Šmyková odolnosť prvku so šmykovou výstužou (MSU(ULS))

návrhová šmyková odolnosť z hľadiska porušenia tlakovej diagonály: $V_{Rd,max} = 3805,1 \text{ kN}$
(STN EN 1992-1,2; 6.2.3(6.14))

návrhová šmyková odolnosť z hľadiska porušenia šmykovej výstuže: $V_{Rd,sw} = 589,4 \text{ kN}$
(STN EN 1992-1,2; 6.2.3(6.13))

návrhová šmyková odolnosť prvku so šmykovou výstužou: $V_{Rd,s}(t) = 589,4 \text{ kN}$
(STN EN 1992-1,2; 6.2.3(4))

Posúdenie šmykovej odolnosti prvku so šmykovou výstužou:

podmienka posúdenia (STN EN 1992-1,2; 6.2.1(6.1)):

$$V_{Rd,s}(t) \geq V_{ed}$$

$$589,4 \text{ kN} > 496 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Pozdĺžna výstuž v ťahanom páse

Minimálna plocha výstuže v ťahanom páse: $A_{sl,td} = 680 \text{ mm}^2$

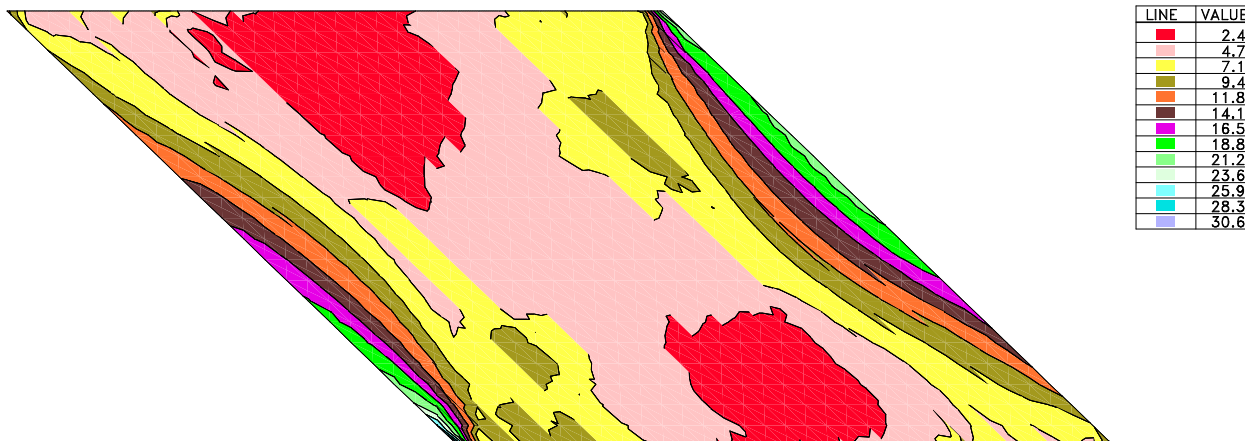
Návrh vyhovet posúdeniu

Vystuženie dobetonávky - doska:

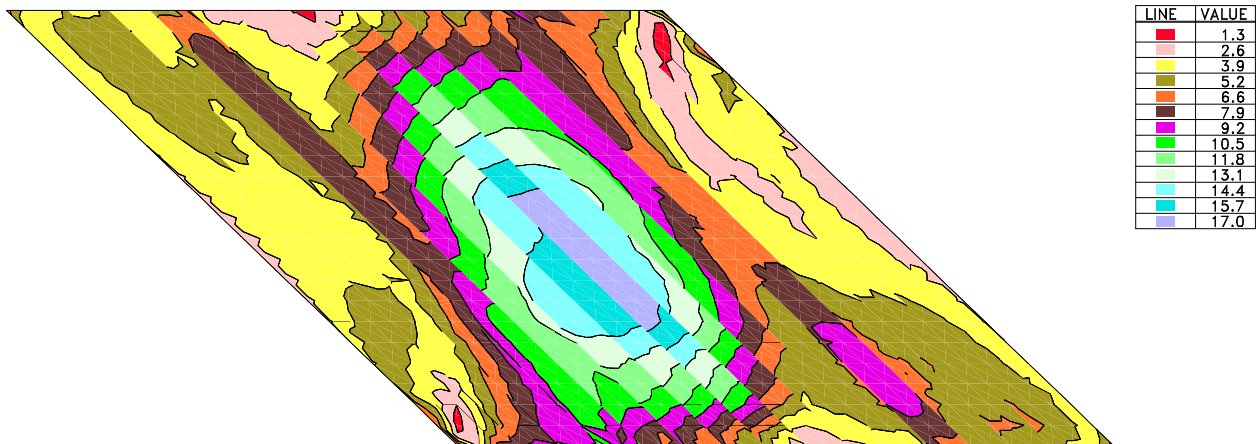
- Pri hornom povrchu v pozdĺžnom smere pri stenách rámu do vzd. 4m: Ø22(B500B) á 150mm, od 4m: Ø14(B500B) á 150mm
- Pri dolnom povrchu v pozdĺžnom smere: Ø22(B500B) á 150mm
- Strmene 4-strižné Ø14(B500B) á 300mm

7.2 Posúdenie mostovkovej dosky – priečny smer mosta

7.2.1 Minimálne nutné plochy výstuže – horný povrch



7.2.2 Minimálne nutné plochy výstuže – dolný povrch



8 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.

V Prešove, november 2018

Vypracoval: Ing. Martin Rusín