

Obsah:

1. ÚVOD	2
1.1. POPIS MODELU	2
1.1.1. <i>Model</i>	2
1.1.2. <i>Predpoklady výpočtu</i>	2
1.2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE	2
1.2.1. <i>Identifikačné údaje o modeli</i>	2
2. CHARAKTERISTIKY MODELOV	3
2.1. POUŽITÉ MATERIÁLY V MODELY	3
2.1.1. <i>Materiál nosníkov</i>	3
2.1.2. <i>Materiál spriahujúcej dosky</i>	3
2.2. POUŽITÉ PRIEREZY V MODELY	3
3. ZAŤAŽENIE	4
3.1. VÝPOČET ZAŤAŽENIA NA KONŠTRUKCIU MOSTA	4
3.1.1. <i>Vlastná tiaž</i>	4
3.1.2. <i>Stále zaťaženie</i>	4
3.1.3. <i>Premenné zaťaženie</i>	4
3.2. ZAŤAŽOVACIE STAVY NA MODELI	6
3.3. ZAŤAŽOVACIE SKUPINY NA MODELI Č.1	6
3.4. VYBRANÉ KOMBINÁCIE ZAŤAŽENIA NA MODELI	6
4. VÝPOČET	7
4.1. NASTAVENIE RIEŠIČA A SIETI NA MODELI	7
5. POSÚDENIE	9
5.1. POSÚDENIE OCEĽOVÉHO NOSNÍKA NA OHYB	9
5.2. POSÚDENIE OCEĽOVÉHO NOSNÍKA NA ŠMYK	9
5.3. POSÚDENIE PRVKOV SPRIAHNUTIA	10
5.4. POSÚDENIE ŽB DOSKY NA Kladný MOMENT	10
5.5. POSÚDENIE ŽB DOSKY NA Záporný MOMENT	11
6. ZÁVER	12
6.1. VÝPIS NORIEM POUŽITÝCH V STATICKOM VÝPOČTE	12
6.2. DOSLOV	12

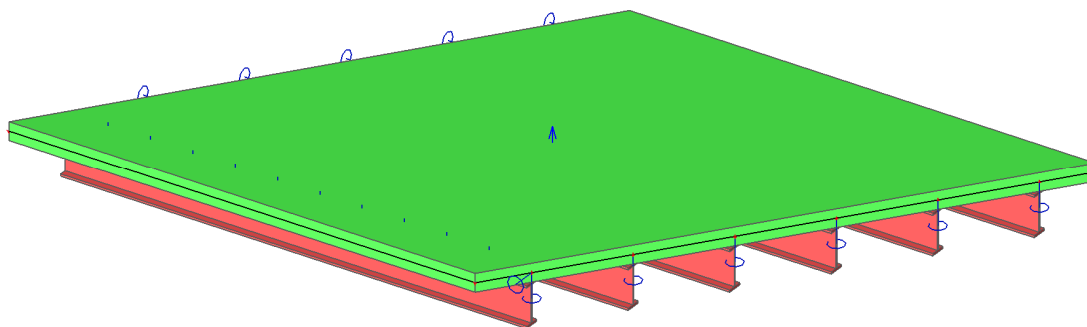
1. Úvod

1.1. Popis modelu

1.1.1. Model

Model mosta bol modelovaný ako doskové makro s rebami. Prúťové prvky rebier pozostávali z prierezu I 500. Dosková časť modelu je zaťažená stálym zaťažením od vybavenia mosta a premenným úžitkovým zaťažením LM1. Premenné zaťaženie LM1 bolo modelované tak, aby vyvolalo najnepriaznivejšie účinky na nosnú konštrukciu.

Obrázok 1 – Model



1.1.2. Predpoklady výpočtu

Posúdenie hlavného nosného systému pozostávalo z posúdenia oceľových I profilov ako samostatne nosných prvkov (nebolo uvažované so spriahnutím prierezu). Takýto predpoklad výpočtu uvažuje najhoršiu možnosť kedy spriahnutie medzi nosníkmi a doskou bude nefunkčné. Na priečny smer bola posúdená únosnosť žb dosky ako nosný system v priečnom smere.

1.2. Základné údaje

1.2.1. Identifikačné údaje o modeli

Národná norma	EC - EN
Konštrukcia	Všeobecná XYZ
Počet uzlov :	18
Počet prúťov :	6
Poč. plôch :	1
Počet použitých prierezov :	1
Počet zat. stavov :	6
Počet použitých materiálov :	2
Gravitačné zrýchlenie [m/sec ²]	9,810
Verzia	Scia Engineer 9.0.158
Funkcionalita	Oceľ
Popis kombinácie	Súčinitele zaťaženia do kombinácií : stále zaťaženie - nepriaznivý 1.35 stále zaťaženie - priaznivý 1.00 zaťaženie od predpätia - priaznivý 1.00 zaťaženie od predpätia - nepriaznivý 1.20 únosnosť - 1 premenné zaťaženie 1.50 únosnosť - všetky premenné zaťaženia 1.50 Redukčný súčiniteľ 0.85 zaťaženie od zmrašťovania 1.00

2. Charakteristiky modelov

2.1. Použité materiály v modely

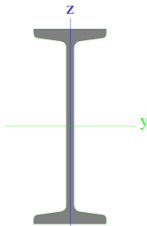
2.1.1. Materiál nosníkov

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	G modul [MPa]
S 235	Oceľ	7850,00	2,1000e+05	0,3	8,0769e+04

2.1.2. Materiál spriahujúcej dosky

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	G modul [MPa]	Charakteristická valcová pevnosť v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
C30/37	Betón	2500,00	3,200e+04	0,2	1,4208e+04	30,00

2.2. Použité prierezy v modely

Názov	CS1	
Typ	I500	
Popis zdroja	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Vzper y-y, z-z	a	b
		
A [m ²]	1,7900e-02	
A _{y, z} [m ²]	8,3794e-03	7,9594e-03
I _{y, z} [m ⁴]	6,8740e-04	2,4800e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,6255e-06	4,0200e-06
W _{el y, z} [m ³]	2,7500e-03	2,6800e-04
W _{pl y, z} [m ³]	3,2400e-03	4,5600e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	93	250
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	1,6242e+00	

3. Zaťaženie

3.1. Výpočet zaťaženia na konštrukciu mosta

3.1.1. Vlastná tiaž

Vlastná tiaž je vygenerovaná programom Scia Engineer 2008.1

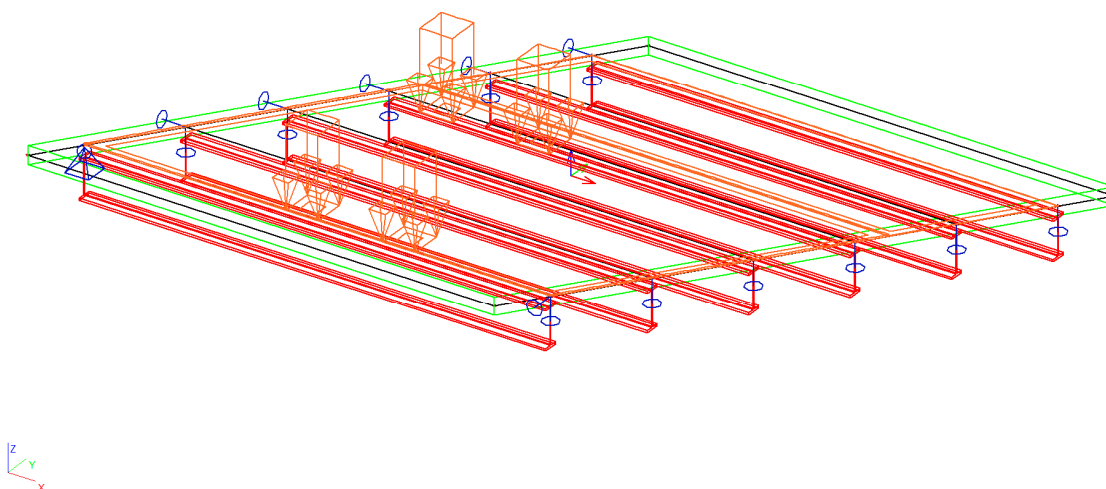
3.1.2. Stále zaťaženie

Položka	Hr. h_v (mm)	Plocha A_{pol} (m^2)	Obj.hmot. γ_{mat} (kN/m^3)	Roz. šírka δ_{roznos} (m)	Excen. zať. e_{zat} (mm)	Lin. zaťaž q_{lin} (kN/m)	Ploš. zaťaž $q_{ploš}$ (kN/m^2)	Lin.moment m_{lin} (kNm/m)
Vozovka	90		22,0			0,000	1,98	0,000
Rímsa			26,0			0,000	13,30	0,000
Zábradlie			78,5			1,000	0,000	0,000

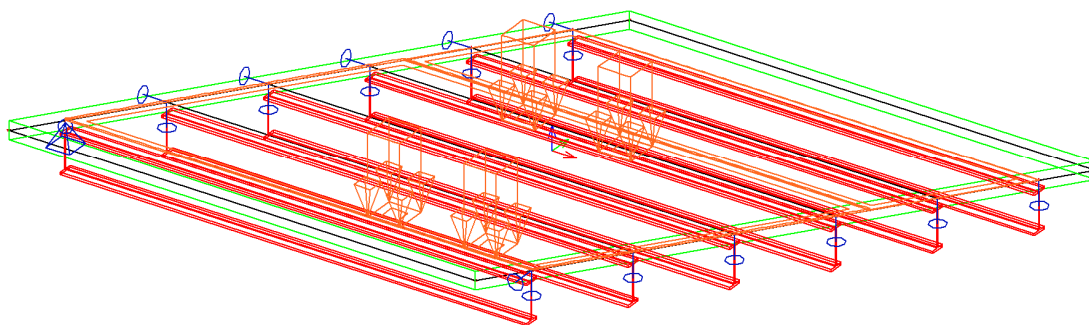
3.1.3. Premenné zaťaženie

Ako pohyblivé zaťaženie bolo uvažované LM1 podľa normy STN EN 1991-2 s príslušnými kategorizačnými súčiniteľmi podľa národnej prílohy pre komunikácie.

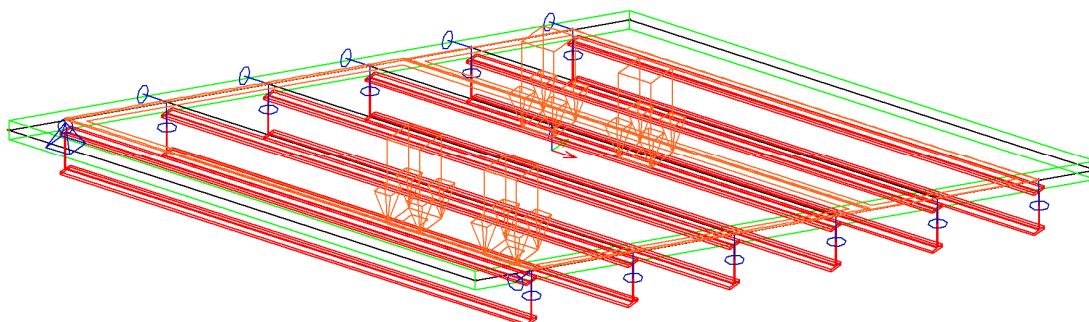
Obrázok 2 - Zaťaženie LM1 pre max. kladný moment m_{xD} na nosníku



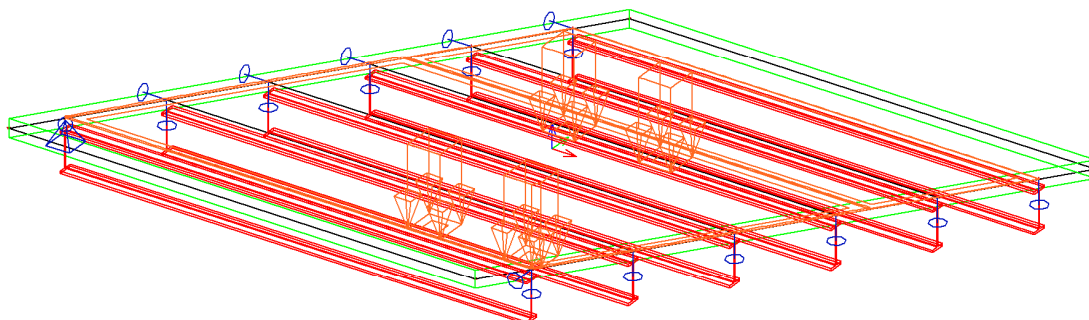
Obrázok 3 - Zaťaženie LM1 pre max. posúvajúcu silu V_z na nosníku



Obrázok 4 - Zaťaženie LM1 pre max. záporný moment na doske $m_x D+$



Obrázok 5 - Zaťaženie LM1 pre max. kladný moment $m_x D+$ na doske



3.2. Zaťažovacie stavy na modeli

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Typ zaťaženia	Spec	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
LC1	Vlastná tiaž	Stále	LG1	Vlastná tiaž		-Z		
LC2	Vybavenie	Stále	LG1	Štandard				
LC23	Nosník My	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé	Žiadny
LC28	Nosník Vz	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé	Žiadny
LC29	Doska My zaporný	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé	Žiadny
LC30	Doska My kladný	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé	Žiadny

3.3. Zaťažovacie skupiny na modeli č.1

Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	koef. 2
LG1	Stále		
LG2	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN

3.4. Vybrané kombinácie zaťaženia na modeli

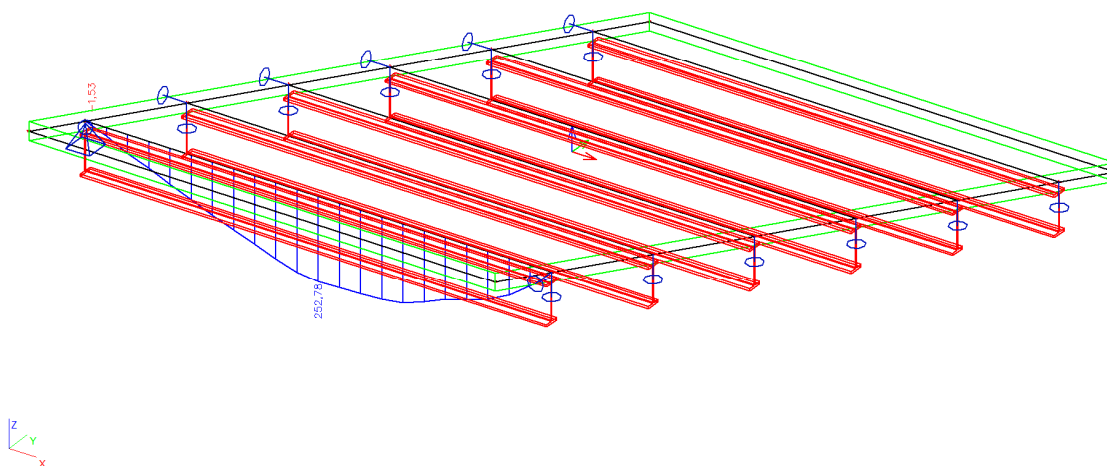
Názov	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO10	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie	1,35 1,35
CO11	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC23 - Nosník My	1,35 1,35 1,05
CO12	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC28 - Nosník Vz	1,35 1,35 1,05
CO13	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC29 - Doska My zaporný	1,35 1,35 1,05
CO14	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC30 - Doska My kladný	1,35 1,35 1,05
CO15	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie	1,15 1,15
CO16	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC23 - Nosník My	1,15 1,15 1,50
CO17	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC28 - Nosník Vz	1,15 1,15 1,50
CO18	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC29 - Doska My zaporný	1,15 1,15 1,50
CO19	Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Vybavenie LC30 - Doska My kladný	1,15 1,15 1,50

4. Výpočet

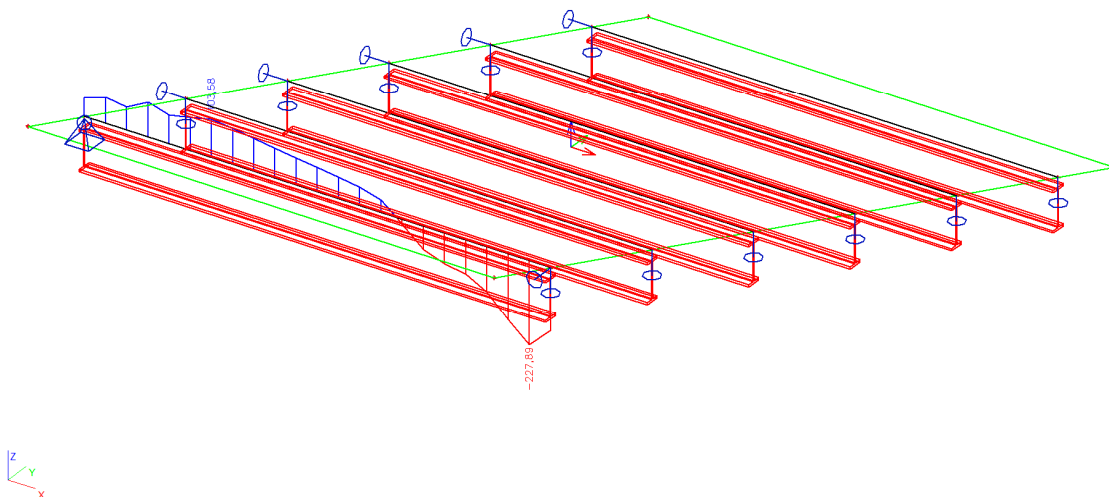
4.1. Nastavenie riešiča a sieti na modeli

Rozšírené možnosti riešiča	✖
Zanedbať deformáciu od šmykovej sily ($A_y, A_z \gg A$)	✖
Poč. FE na nábehu	5
Použiť uzlové zjemnenie	Žiadne prvky
Typ riešiča	Priamy
Počet rezov na strednom prvku	10
Maximálny prípustný posun [mm]	1000,0
Maximálne prípustné pootočenie [mrad]	100,0
Max. počet iterácií	50
Minimálna vzdialenosť medzi dvoma bodmi [m]	0,001
Priemerná veľkosť plošného/zakriveného prvku [m]	0,250
Priemerný počet dielikov na prvku 1D	1
Minimálna dĺžka prútového elementu [m]	0,050
Maximálna dĺžka prútového elementu [m]	0,250
Generovanie uzlov v dotykoch prútových prvkov	✓
Generovanie uzlov pod osamelými zaťažzeniami na prútových prvkoch	✖
Generovať excentrické prvky na prútoch s premennou výškou	✖
Počet frekvencií	4
Súčiniteľ pre výstuž	1

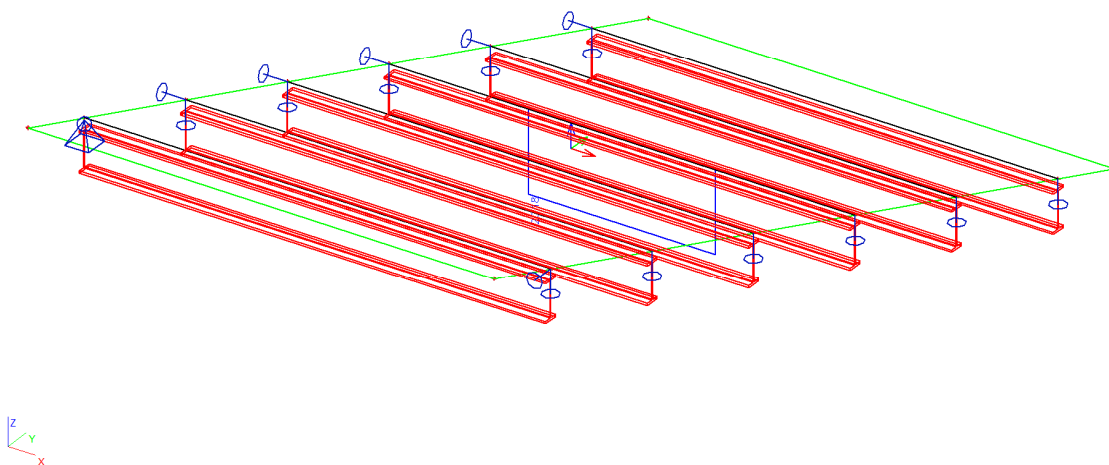
Obrázok 8 - Max. kladný moment m_{xD} - na nosníku (252,78 kN.m)



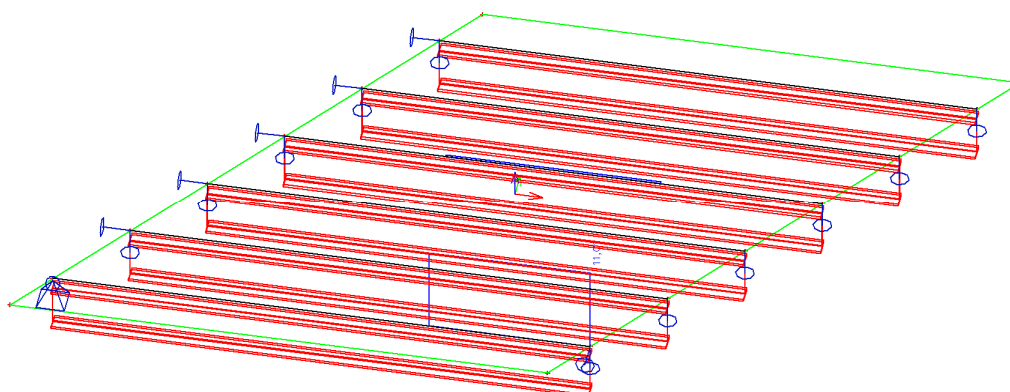
Obrázok 9 - Zaťaženie LM1 pre max. posúvajúcu silu V_z na nosníku (227,89 kN)



Obrázok 10 - Zaťaženie LM1 pre max. kladný moment na doske $m_x D$ - (20,18 kN.m)



Obrázok 11 - Zatáženie LM1 pre max. záporný moment m_{xD+} na doske (11,01 kN.m)



5. Posúdenie

5.1. Posúdenie ocelového nosníka na ohyb

Zadané veličiny							
$M_{y,Ed}$ (kNm)	252,780	$I_{y,eff}$ (m ⁴)	6,8740E-04	t_{max} (mm)	27,0	ocel'	S 235
z_h (mm)	250,0	z_d (mm)	250,0				

Posúdenie

$$M_{y,h,Rd} = f_y \cdot I_{y,eff} / (z_h \cdot \gamma_{m1})$$

$$M_{y,h,Rd} = 646,156 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d,Rd} = f_y \cdot I_{y,eff} / (z_d \cdot \gamma_{m1})$$

$$M_{y,d,Rd} = 646,156 \text{ kNm}$$

$$1 \geq M_{y,Ed} / M_{y,h,Rd}$$

$$1 \geq 0,391$$

VYHOVUJE

$$1 \geq M_{y,Ed} / M_{y,d,Rd}$$

$$1 \geq 0,391$$

VYHOVUJE

Percentuálne využitie prierezu

39,12 %

5.2. Posúdenie ocelového nosníka na šmyk

Zadané veličiny							
h_w (mm)	446,0	t_w (mm)	18,0	I_y (m ⁴)	6,874E-04	S_y (m ³)	1,610E-03
V_{Ed} (kN)	263,770	ocel'	S 235	t_{max} (mm)	27,0	A_v (m ²)	8,000E-03

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5}$$

$$\varepsilon = 1,0000$$

$$\delta = h_w/t_w$$

$$\delta = 24,778$$

$$\delta < 72 \cdot \varepsilon / \eta$$

$$\rightarrow \delta < 72,000$$

NEVYDÚVA

$$V_{c,Rd} = I_y \cdot t_w \cdot f_{yk} / [(3)^{0,5} \cdot S_y \cdot \gamma_{m0}]$$

$$V_{c,Rd} = 1042,710 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{c,Rd} \geq 263,770 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / [\gamma_{m0} \cdot (3)^{0,5}]$$

$$V_{pl,Rd} = 1085,419 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rightarrow V_{Ed} > 542,709 \text{ kN}$$

NEPLATÍ

$$\rho = [(2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd}) - 1]^2$$

$$\rho = 0,0000$$

NEVPLÝVA NA OHYB

5.3. Posúdenie prvkov spriahnutia

Zadané veličiny							
$V_{L,Ed,0}$ (kN/m)	2524,468	$V_{L,Ed,p}$ (kN/m)	2524,468	$V_{L,Ed,\infty}$ (kN/m)	2524,468	betón	C 30/37
n_{tot} (ks)	32,0	n_w (ks)	16,0	d (mm)	25,0	h_{sc} (mm)	80,0
T_0 (dni)	28,0	T_p (dni)	90,0	T_∞ (dni)	36500,0	oceľ	8.8
cement	S						

Posudok trňov	T_0 (dni)	T_p (dni)	T_∞ (dni)	jednotky
$E_{c(T)} = E_{cm} \cdot ((f_{cm(T)})/f_{cm})^{0,3}$	32,000	33,655	35,751	GPa
$P_{Ed(T)} = V_{L,Ed(T)}/n_{tot} \cdot [(3,85 \cdot (n_w/n_{tot})^{-0,17} - 3) + 0,15]$	116,873	116,873	116,873	kN
$P_{Rd(T),1} = (0,8 \cdot f_{td} \cdot \pi \cdot d^2/4)/\gamma_v$	157,080	157,080	157,080	kN
α	0,84	0,84	0,84	-
$P_{Rd(T),2} = [0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{c(T)})^{0,5}]/\gamma_v$	119,339	122,386	126,140	kN
$P_{Rd(T)} = \min[P_{Rd(T),1}; P_{Rd(T),2}]$	119,339	122,386	126,140	kN
$P_{Ed(T)} \leq P_{Rd(T)}$	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	-

Poznámka: Reologické zmeny betónu (zmrašťovanie a dotvarovanie) boli na konštrukcii zanedbané vzhľadom na zanedbateľný vplyv na únosnosť konštrukcie.

5.4. Posúdenie žb dosky na kladný moment

Zadané veličiny							
betón	C 30/37	$c_{min,b}$ (mm)	25	Δc_{dev} (mm)	10	n_1 (ks)	6,67
γ_c	1,50	$c_{min,dur}$ (mm)	20	\emptyset (mm)	12	n_2 (ks)	0,00
výstuž	B 500B	$\Delta c_{dur,\gamma}$ (mm)	0	\emptyset_{st} (mm)	-	n_3 (ks)	0,00
γ_s	1,15	$\Delta c_{dur,st}$ (mm)	0	b (m)	1,000	η	1,00
c (mm)	45	$\Delta c_{dur,add}$ (mm)	0	h (m)	0,200	M_{Ed} (kNm)	20,18
a (mm)	0						

Krytie výstuže a plocha hlavnej ťahovej výstuže

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$



$$c_{st} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{st} = 35 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{st} + \emptyset_{st}$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

$$c \geq c_{nom}$$

$$c \geq 35 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$d_1 = 0,051 \text{ m}$$

$$d = h - d_1$$

$$d = 0,149 \text{ m}$$

$$A_{s1} = (n_1 + n_2 + n_3) \cdot \pi \cdot \emptyset^2/4$$

$$A_{s1} = 7,54E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = \max[(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d)/f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d]$$

$$A_{s,min} = 2,29E-04 \text{ m}^2$$



$$A_{s1} \geq A_{s,min}$$

$$A_{s1} \geq 2,29E-04 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Stupeň vystuženia

$$\rho_1 = A_{s1}/(b \cdot d)$$

$$\rho_1 = 5,06E-03$$

$$\rho_{\min} = 0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \quad \rho_{\min} = 1,54E-03$$



$\rho_1 \geq \rho_{\min}$	$\rho_1 \geq 1,54E-03$		VYHOVUJE
$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$	$f_{cd} = 20,000$	MPa	
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$	$f_{yd} = 426,087$	MPa	
predpoklad $f_{yd} = \sigma_{s1}$			

Výška tlačenej vrstvy betónu

$x = (A_{s1} \cdot f_{yd})/(\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$	$x = 0,020$	m	
$\xi_{\lim} = 700/(700 + f_{yd})$	$\xi_{\lim} = 0,6216$		
$\xi_{\lim} \geq \xi$	$\xi_{\lim} \geq 0,1348$		VYHOVUJE
$\xi \leq \xi_{\max}$	$\xi \leq 0,4500$		VYHOVUJE

Moment únosnosti

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,4x) \quad M_{Rd} = 45,309 \quad \text{kNm}$$



M_{Rd}	\geq	M_{Ed}	
45,309	\geq	20,18	kNm VYHOVUJE

Percentuálne využitie prierezu 44,54 %

Rovnomerné rozdelenie napätia, neobmedzené pretvorenie výstuže

5.5. Posúdenie žb dosky na záporný moment

Zadané veličiny							
betón	C 30/37	$c_{\min,b}$ (mm)	25	Δc_{dev} (mm)	10	n_1 (ks)	6,67
γ_c	1,50	$c_{\min,dur}$ (mm)	20	\emptyset (mm)	12	n_2 (ks)	0,00
výstuž	B 500B	$\Delta c_{dur,\gamma}$ (mm)	0	\emptyset_{st} (mm)	-	n_3 (ks)	0,00
γ_s	1,15	$\Delta c_{dur,st}$ (mm)	0	b (m)	1,000	η	1,00
c (mm)	45	$\Delta c_{dur,add}$ (mm)	0	h (m)	0,200	M_{Ed} (kNm)	11,01
a (mm)	0						

Krytie výstuže a plocha hlavnej ťahovej výstuže

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

$$c_{\min} = 25 \quad \text{mm}$$



$c_{st} = c_{\min} + \Delta c_{dev}$	$c_{st} = 35$	mm	
$c_{nom} = c_{st} + \emptyset_{st}$	$c_{nom} = 35$	mm	
$c \geq c_{nom}$	$c \geq 35$	mm	VYHOVUJE
$d = h - d_1$	$d_1 = 0,051$	m	
$A_{s1} = (n_1 + n_2 + n_3) \cdot \pi \cdot \emptyset^2/4$	$d = 0,149$	m	
	$A_{s1} = 7,54E-04$	m ²	

$$A_{s,min} = \max[(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d)/f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d]$$

$$A_{s,min} = 2,29E-04 \quad \text{m}^2$$



$A_{s1} \geq A_{s,min}$	$A_{s1} \geq 2,29E-04$	m ²	VYHOVUJE
-------------------------	------------------------	----------------	----------

Stupeň vystuženia

$\rho_1 = A_{s1}/(b \cdot d)$	$\rho_1 =$	5,06E-03	
$\rho_{\min} = 0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk}$	$\rho_{\min} =$	1,54E-03	



$\rho_1 \geq \rho_{\min}$	$\rho_1 \geq$	1,54E-03	VYHOVUJE
$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$	$f_{cd} =$	20,000	MPa
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$	$f_{yd} =$	426,087	MPa
predpoklad $f_{yd} = \sigma_{s1}$			

Výška tlačenej vrstvy betónu

$x = (A_{s1} \cdot f_{yd})/(\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$	$x =$	0,020	m
$\xi_{\lim} = 700/(700 + f_{yd})$	$\xi_{\lim} =$	0,6216	
$\xi_{\lim} \geq \xi$	$\xi_{\lim} \geq$	0,1348	VYHOVUJE
$\xi \leq \xi_{\max}$	$\xi \leq$	0,4500	VYHOVUJE

Moment únosnosti

$M_{Rd} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,4x)$	$M_{Rd} =$	45,309	kNm
---	------------	--------	-----



M_{Rd}	\geq	M_{Ed}	
45,309	\geq	11,01	kNm VYHOVUJE

Percentuálne využitie prierezu 24,30 %

Rovnomerné rozdelenie napätia, neobmedzené pretvorenie výstuže

6. Záver

6.1. Výpis noriem použitých v statickom výpočte

STN EN 1990	Zásady navrhovania konštrukcii
STN EN 1991-2	Zaťaženie konštrukcií - Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou
STN EN 1992-1-1	Navrhovanie betónových konštrukcií - Časť 1: Všeobecné pravidla a pravidla pre budovy
STN EN 1993-1-1	Navrhovanie oceľových konštrukcií - Časť 1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy

6.2. Doslov

Posudzovaná konštrukcia vyhovuje pre zaťaženie podľa STN EN 1991-2. Rozmery, materiály, vystuženie nosných prvkov boli navrhnuté vzhľadom k výpočtovým. Všetky vstupné a výstupné súbory použitých výpočtových programov sú archivované u projektanta.

V Žiline 02. 11. 2014