

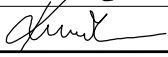



Vedoucí projektant : Ing. Pavel Kurečka 	Vyhotovil Kontroloval	Ing. Martin Anděl Ing. Pavel Kurečka	 	 Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o. U Studia 33, Ostrava 700 30 tel. 597 494 180, mobil 603 266 474 kurecka@mostykurecka.cz
Objednatel: Město Třinec, MěÚ odbor dopravy				
Stavba (místo) : DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ KONSTRUKCE A SPODNÍ STAVBY MOSTU ev.č. I/2 PŘES TYRKU				
Část / objekt : Most ev.č. I/2 přes řeku Tyrku u Třineckých železáren				
Název : Statický výpočet zatížitelnosti				
Datum		10/2014		
Formát				
Měřítko				
Účel		TP		
Č.zakázky		2014-52		
Č.soupravy		Č.výkresu		
		05		

STATICKÝ VÝPOČET

na akci

„Most ev.č. I/2 přes Tyrku u Třineckých železáren“

Identifikační údaje

Stavba	:	Diagnostický průzkum nosné konstrukce a spodní stavby mostu ev.č. I/2 přes Tyrku
Název mostu	:	Most ev.č. I/2 přes Tyrku u Třineckých železáren
Stupeň dokumentace	:	TP
Investor, správce	:	Město Třinec, MěÚ odbor dopravy Jablunkovská 160, 739 61 Třinec
Projektant	:	Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o. U Studia 33, 700 30 Ostrava - Zábřeh
Zodpovědný projektant	:	Ing. Pavel Kurečka
Vypracoval	:	Ing. Martin Anděl
Zakázkové číslo	:	2014 - 52
Datum	:	říjen 2014

1. Všeobecně

Předmětem statického výpočtu je stanovení zatížitelnosti mostu ev.č. I/2 ve městě Třinec. Most převádí místní komunikaci přes řeku Tyrku u Třineckých železáren. Dle mostního listu byl most postaven v roce 1963.

Most je jednopolový šikmý (L 82°) o délce přemostění 11,0 m. Nosná konstrukce mostu je železobetonová trámová tvořená zleva dvěma trámy pod chodníkem a sedmi trámy pod vozovkou. Konstrukce je ztužena koncovými příčnicí a středním příčnicí. Deska mostovky pod vozovkou je železobetonová o tloušťce 0,14 m a pod chodníkem 0,08 m. Uložení na opěry je prosté bez ložisek. Opěry jsou provedené jako masivní betonové. Způsob založení nezjištěn.

Původní projektová dokumentace mostu nebyla nalezena. Přístupné části NK byly změřeny in situ a bylo zajištěno provedení diagnostického průzkumu mostu. Průzkum mostu byl zaměřen zejména na zjištění pevnosti betonu a vyztužení prvků NK a na zjištění tloušťky mostovky.

Zatížení a zatížitelnost je stanovována pro stávající stav dle platných norem.

2. Podklady

Hlavní prohlídka mostu (Ing. Kurečka, 03/2014)

Mostní list

Diagnostický průzkum (VUT FAST v Brně, 11/2014)

3. Použitá literatura a výpočtové programy

- 1) ČSN EN 1990 – Zásady navrhování
- 2) ČSN EN 1991-1-1 – Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení
- 3) ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou
- 4) ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 5) ČSN EN 1992-2 – Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty
- 6) ČSN 73 6222 – Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
- 7) Scia Engineer 8.0.19 – Software pro návrh, výpočet a posouzení konstrukcí

4. Popis konstrukce

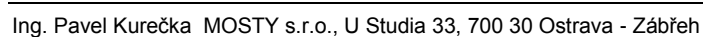
Základní údaje mostu:

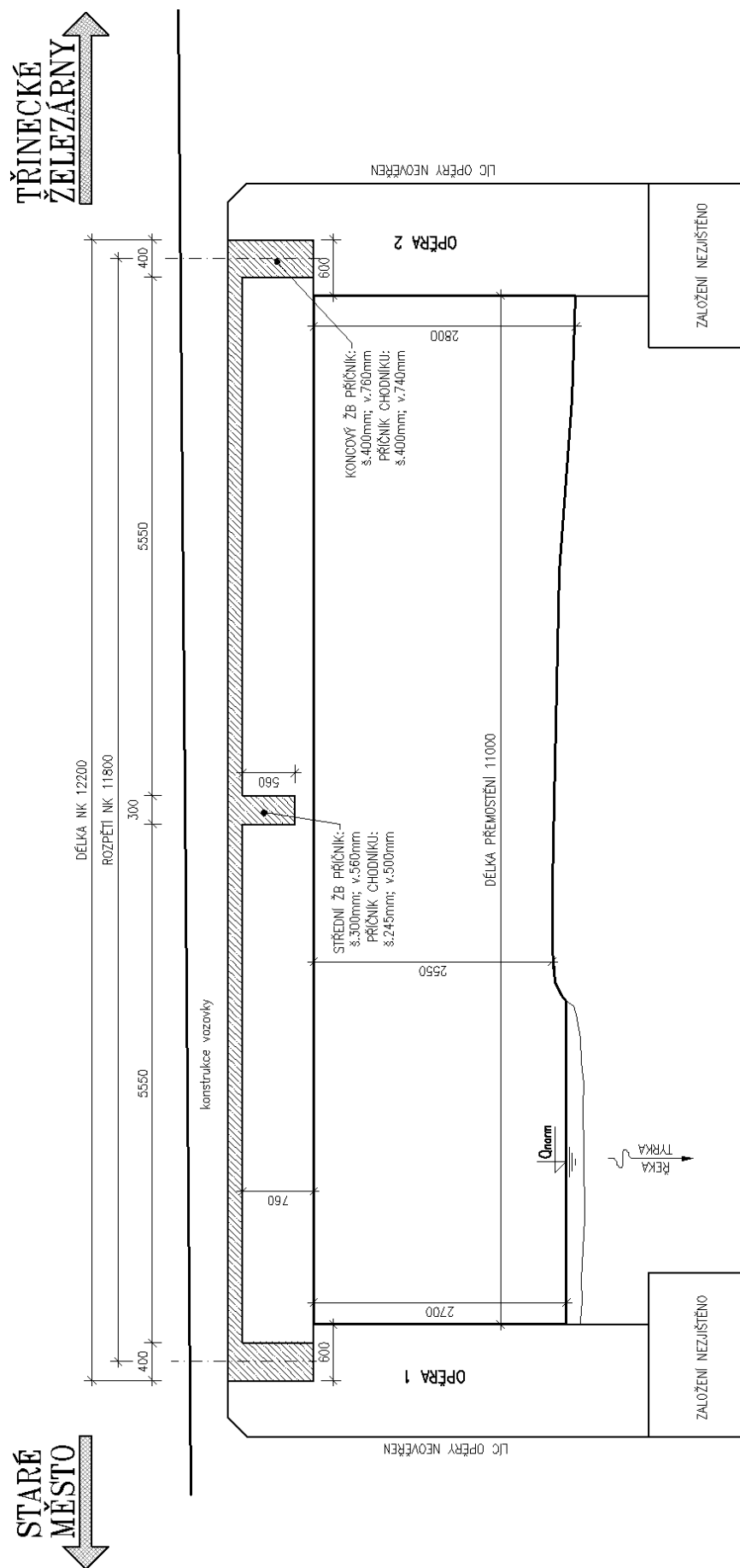
Délka přemostění	:	11,00 m
Světlost kolmá	:	10,95 m
Počet polí	:	1
Rozpětí (teoretické)	:	11,80 m
Šikmost mostu	:	L 82°
Nosná konstrukce	:	ŽB trémová s koncovými příčnicí a středním příčnicí
tl. desky	:	140 mm pod vozovkou, 80 mm pod chodníkem
Šířka vozovky	:	8,10 m
Šířka mostu	:	11,235 m
Výška mostu	:	cca. 2,70 m
Stavební výška	:	1,38 m
Zatížení mostu	:	dle ČSN EN 1991-2

Most byl dle mostního listu postaven v roce 1963. Konstrukce mostu je jednopólová trémová o délce přemostění 11,0 m tvořená zleva dvěma trémy pod chodníkem s osovou vzdáleností 1,465 m. Šířka těchto trámů je 0,30 m a výška 0,74 m. Dále pod vozovkou je sedm trámů šířky 0,35 m a výšky 0,76 m v osových vzdálenostech 1,20 m. Na opěrách jsou trámy ukončeny koncovými příčnicí o šířce 0,40 m a výšce 0,74 m pod chodníkem a 0,76 m pod vozovkou. Střední příčnicí pod chodníkem je široký 0,245 m a vysoký 0,50 m, příčnicí pod vozovkou má šířku 0,30 m a výšku 0,56 m. Tloušťka ŽB desky mostovky je pod vozovkou 0,14 m a pod chodníkem 0,08 m. NK je prostě uložena bez ložisek na úložný práh šířky 0,6 m. Opěry jsou provedeny jako masivní betonové.

Křídla jsou rovnoběžná vetknutá do opěr. Na pravé straně mostu je provedena úzká římsa, částečně překrytá vozovkovým souvrstvím. Po obou stranách mostu je umístěno ocelové zábradlí.

Rok postavení mostu je dle mostního listu 1963. Stavební stav spodní stavby i nosné konstrukce je dle poslední hlavní prohlídky (03/2014) špatný - V. Zatížitelnost uváděná v mostním listu je normální – 30t, výhradní a výjimečná zatížitelnost není známa. Způsob stanovení zatížitelnosti je neznámý.





6. Materiálové charakteristiky

Stávající konstrukce, viz. diagnostický průzkum:

Opěry:

Beton C16/20 – z důvodu vysoké porozity snížena pevnost na C12/15

$$\begin{aligned} \text{Beton C12/15} &\rightarrow f_{ck} = 12 \text{ MPa} \\ &f_{cd} = \alpha * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * 12 / 1,5 = 6,80 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Nosníky:

$$\begin{aligned} \text{Beton C12/15} &\rightarrow f_{ck} = 12 \text{ MPa} \\ &f_{cd} = \alpha * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * 12 / 1,5 = 6,80 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Mostková deska:

$$\begin{aligned} \text{Beton C16/20} &\rightarrow f_{ck} = 16 \text{ MPa} \\ &f_{cd} = \alpha * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * 16 / 1,5 = 9,07 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Pro pruty **betonářské výztuže** byla pevnost na mezi kluzu stanovena v souladu s ČSN ISO 138822. Pro výztuž v konstrukcích navržených v období 1960-1970 platí tabulka NC.3, dle které minimální návrhová hodnota meze kluzu je 190 MPa.

$$\text{Výztuž - hladké tyče} \rightarrow f_{yd} = 190 \text{ MPa}$$

7. Výpočet únosnosti

Krajní trám pod vozovkou – ohybová únosnost

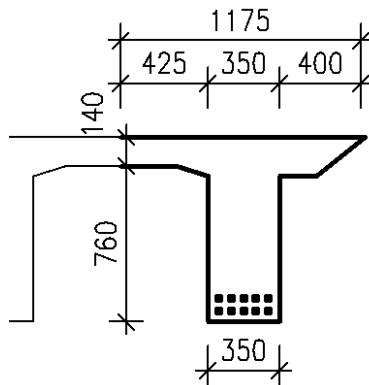
$h_t = 760 \text{ mm}$	(výška trámu)
$h_d = 140 \text{ mm}$	(tloušťka desky)
$h = 900 \text{ mm}$	(celková výška průřezu)
$h_n = 50 \text{ mm}$	(výška náběhu desky)
$b_n = 150 \text{ mm}$	(šířka náběhu desky)
$b_w = 350 \text{ mm}$	(šířka trámu)
$b_1 = 425 \text{ mm}$	
$b_2 = 400 \text{ mm}$	

efektivní šířka T-průřezu

$$l_0 = 11800 \text{ mm}$$

$$b_{eff,i} = 0,2 * b_i + 0,1 * l_0 = 0,2 * 400 + 0,1 * 11800 = 1260 \text{ mm} < b_i$$

$$\rightarrow b_{eff} = b_1 + b_2 + b_w = 400 + 425 + 350 = 1175 \text{ mm}$$



Obr. průřez – krajní trám

Ocel hladká 10x $\Phi 28$

Spodní řada výztuže - ocel hladká 5x $\Phi 28$

$$A_{st,1} = 30,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$c = 15 \text{ mm}$$

(průměrná hodnota krytí dle diagnostiky)

$$a_{st,1} = c + \Phi/2 = 15 + 28/2 = 29 \text{ mm}$$

Horní řada výztuže - ocel hladká 5x $\Phi 28$

$$A_{st,2} = 30,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$m = 12 \text{ mm}$$

(mezera mezi řadami, odhad)

$$a_{st,2} = c + \Phi + m + \Phi/2 = 15 + 28 + 12 + 28/2 = 69 \text{ mm}$$

Celkem

$$A_{st} = 6,158 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$a_{st} = (29 + 69) / 2 = 49 \text{ mm}$$

$$d = h - a_{st} = 900 - 49 = 851 \text{ mm}$$

$$x = (A_{st} \cdot f_{yd}) / (\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = 61,58 \cdot 10^{-4} \cdot 190 / (0,8 \cdot 1175 \cdot 9,07) = 137 \text{ mm}$$

$$z_s = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 851 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 137 = 796 \text{ mm}$$

$$\mathbf{M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z_s = 61,58 \cdot 10^{-4} \cdot 190 \cdot 796 = 931,37 \text{ kNm}}$$

Krajní trám pod vozovkou – smyková únosnost

Ocel hladká – 2střížné třmínky $\Phi 8$

$$A_{sw} = 1,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$$

$$s = 125 \text{ mm}$$

(vzdálenost třmínků)

$$\theta = 30^\circ$$

(variabilní úhel tlačných diagonál)

$$\mathbf{V_{RD,s,tř} = A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg\theta / s = 1,01 \cdot 10^{-4} \cdot 796 \cdot 190 \cdot \cotg30^\circ / 125 = 199,61 \text{ kN}}$$

Ohyby – $\Phi 28$, 2 pruty

$$A_{so,1} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$$

$$s = 1000 \text{ mm}$$

(vzdálenost ohybů)

$$\theta = 30^\circ$$

(variabilní úhel tlačných diagonál)

$$\alpha = 45^\circ$$

(úhel sklonu výztuže)

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = A_{so,1} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cotg\theta + \cotg\alpha) \cdot \sin\alpha / s =}$$

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = 1,23 \cdot 10^{-3} \cdot 796 \cdot 190 \cdot (\cotg30^\circ + \cotg45^\circ) \cdot \sin45^\circ / 1000 = 340,91 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = V_{RD,s,tř} + V_{RD,s,o} = 199,61 + 340,91 = 540,53 \text{ kN}}$$

Vnitřní trám pod vozovkou – ohybová únosnost

$$h_t = 760 \text{ mm}$$

(výška trámu)

$$h_d = 140 \text{ mm}$$

(tloušťka desky)

$$h = 900 \text{ mm}$$

(celková výška průřezu)

$$h_n = 50 \text{ mm}$$

(výška náběhu desky)

$$b_n = 150 \text{ mm}$$

(šířka náběhu desky)

$$b_w = 350 \text{ mm}$$

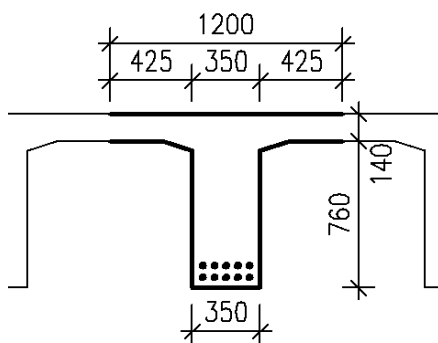
(šířka trámu)

$$b_1 = 425 \text{ mm}$$

$$b_2 = 425 \text{ mm}$$

efektivní šířka T-průřezu

$$b_{eff} = b_1 + b_2 + b_w = 425 + 425 + 350 = 1200 \text{ mm}$$



Obr. průřez - vnitřní trám

Ocel hladká 10x $\Phi 28$

Spodní řada výztuže - ocel hladká 5x $\Phi 28$

$$A_{st,1} = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$c = 10 \text{ mm}$$

(průměrná hodnota krytí dle diagnostiky)

$$a_{st,1} = c + \Phi/2 = 10 + 28/2 = 24 \text{ mm}$$

Horní řada výztuže - ocel hladká 5x $\Phi 28$

$$A_{st,2} = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$m = 17 \text{ mm}$$

(mezera mezi řadami, odhad)

$$a_{st,2} = c + \Phi + m + \Phi/2 = 10 + 28 + 17 + 28/2 = 69 \text{ mm}$$

Celkem

$$A_{st} = 6,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$a_{st} = (24 + 69) / 2 = 47 \text{ mm}$$

$$d = h - a_{st} = 900 - 47 = 854 \text{ mm}$$

$$x = (A_{st} \cdot f_{yd}) / (\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = 6,16 \cdot 10^{-3} \cdot 190 / (0,8 \cdot 1200 \cdot 9,07) = 134 \text{ mm}$$

$$z_s = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 854 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 134 = 800 \text{ mm}$$

$$\mathbf{M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z_s = 6,16 \cdot 10^{-3} \cdot 190 \cdot 800 = 935,63 \text{ kNm}}$$

Vnitřní trám pod vozovkou – smyková únosnost

Ocel hladká – 2střížné třmínky $\Phi 8$

$$A_{sw} = 1,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$$

$$s = 125 \text{ mm}$$

(vzdálenost třmínků)

$$\theta = 30^\circ$$

(variabilní úhel tlačných diagonál)

$$\mathbf{V_{RD,s,tř} = A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg\theta / s = 1,01 \cdot 10^{-4} \cdot 800 \cdot 190 \cdot \cotg30^\circ / 125 = 200,53 \text{ kN}}$$

Ohyby – $\Phi 28$, 2 pruty

$$A_{so,1} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$$

$$s = 1000 \text{ mm}$$

(vzdálenost ohybů)

$$\theta = 30^\circ$$

(variabilní úhel tlačných diagonál)

$$\alpha = 45^\circ$$

(úhel sklonu výztuže)

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = A_{so,1} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cotg\theta + \cotg\alpha) \cdot \sin\alpha / s =}$$

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = 1,23 \cdot 10^{-4} \cdot 800 \cdot 190 \cdot (\cotg30^\circ + \cotg45^\circ) \cdot \sin45^\circ / 1000 = 342,47 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{RD,s,o} = V_{RD,s,tř} + V_{RD,s,o} = 200,53 + 342,47 = 543,00 \text{ kN}}$$

Střední příčník pod vozovkou – ohybová únosnost

$$h_p = 560 \text{ mm}$$

(výška příčníku)

$h_d = 140 \text{ mm}$ (tloušťka desky)
 $h = 700 \text{ mm}$ (celková výška průřezu)
 $b_p = 300 \text{ mm}$ (šířka příčnicku)
 $b_1 = 2775 \text{ mm}$
 $b_2 = 2775 \text{ mm}$

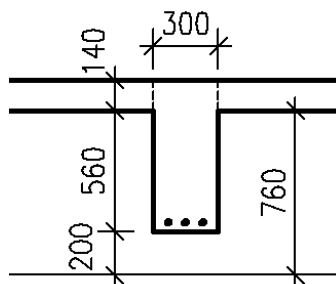
efektivní šířka T-průřezu – vnitřní pole

$$l = 1,200 \text{ m}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot 1200 = 840 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 2775 + 0,1 \cdot 840 = 639 \text{ mm} < 0,2 \cdot l_0 = 168 \text{ mm}$$

$$\rightarrow b_{\text{eff}} = b_{\text{eff},1} + b_{\text{eff},2} + b_p = 2 \cdot 555 + 84 = 1194 \text{ mm} \Rightarrow b_{\text{eff}} = b_p = \underline{300 \text{ mm}}$$



Obr. průřez - střední příčnick

Ocel hladká 3x $\Phi 14$

$$A_{\text{st}} = 4,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$c = 20 \text{ mm}$$

(průměrná hodnota krytí dle diagnostiky)

$$a_{\text{st}} = c + \Phi/2 = 20 + 14/2 = 27 \text{ mm}$$

$$d = h - a_{\text{st}} = 700 - 27 = 673 \text{ mm}$$

$$x = (A_{\text{st}} \cdot f_{\text{yd}}) / (\lambda \cdot b \cdot f_{\text{cd}}) = 4,62 \cdot 10^{-4} \cdot 190 / (0,8 \cdot 300 \cdot 9,07) = 40 \text{ mm}$$

$$z_s = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 673 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 40 = 657 \text{ mm}$$

$$\underline{M_{\text{RD}} = A_{\text{st}} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z_s = 4,62 \cdot 10^{-4} \cdot 190 \cdot 657 = 57,64 \text{ kNm}}$$

Střední příčnick pod vozovkou – smyková únosnost

Ocel hladká – 2střížné třmínky $\Phi 6$

$$A_{\text{sw}} = 5,65 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$f_{\text{ywd}} = 190 \text{ MPa}$$

$$s = 175 \text{ mm}$$

(vzdálenost třmínků)

$$\theta = 30^\circ$$

(variabilní úhel tlačných diagonál)

$$\underline{V_{\text{RD},s} = A_{\text{sw}} \cdot z \cdot f_{\text{ywd}} \cdot \cot \theta / s = 5,65 \cdot 10^{-5} \cdot 657 \cdot 190 \cdot \cot 30^\circ / 175 = 67,91 \text{ kN}}$$

Deska pod vozovkou – ohybová únosnost

$$h_t = 760 \text{ mm}$$

(výška trámu)

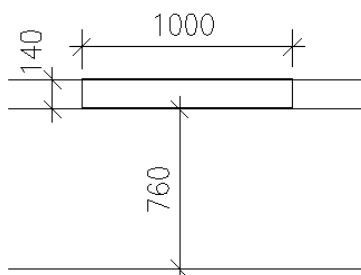
$$h_d = 140 \text{ mm}$$

(tloušťka desky – průřez v poli)

$$h = 900 \text{ mm}$$

(celková výška průřezu nad podporou)

$$b = 1000 \text{ mm}$$



Obr. průřez - deska v příčném směru

Deska je posuzována v příčném směru pro šířku 1bm. Posudek je proveden pouze pro průřez v poli mezi trámy, průřez nad podporou není z důvodu velké statické výšky nutno posuzovat.

Pole – ocel hladká 8x $\Phi 10$ / bm

$$A_{st} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$c = 20 \text{ mm}$$

(průměrná hodnota krytí dle diagnostiky)

$$a_{st} = c + \Phi/2 = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$$

$$d = h - a_{st} = 140 - 25 = 115 \text{ mm}$$

$$x = (A_{st} \cdot f_{yd}) / (\lambda \cdot b \cdot f_{cd}) = 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot 190 / (0,8 \cdot 1 \cdot 9,07) = 16 \text{ mm}$$

$$z_s = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 115 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 25 = 108 \text{ mm}$$

$$\underline{M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z_s = 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot 190 \cdot 108 = 12,94 \text{ kNm}}$$

8. Výpočtový model

Výpočet účinků zatížení

Zatížitelnost bude stanovena podrobným statickým výpočtem.

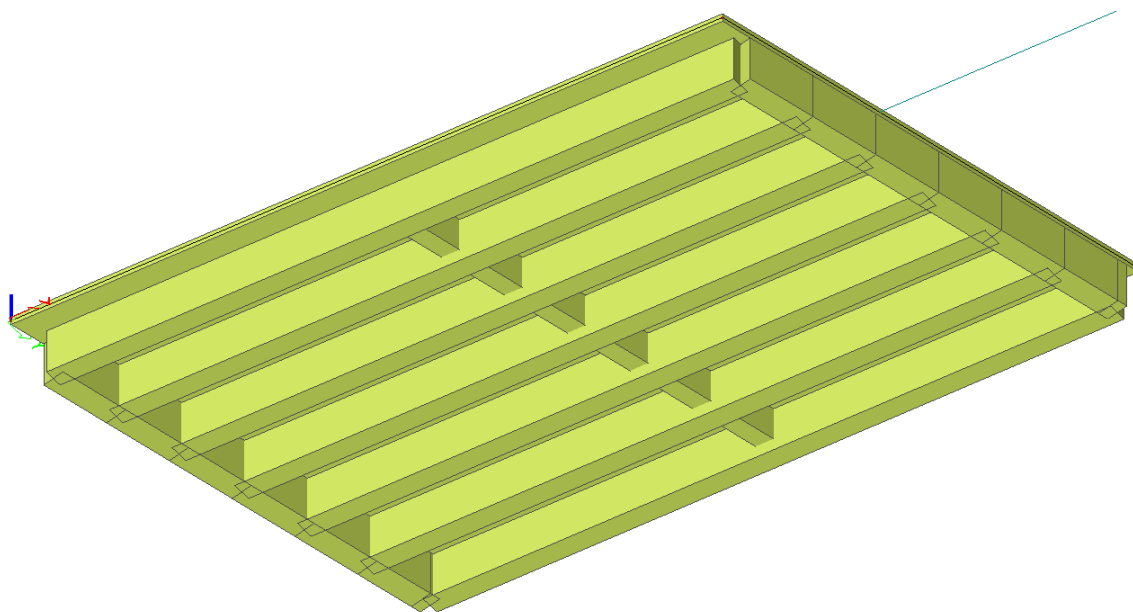
Statický model pro výpočet vnitřních sil odpovídá tvaru a dimenzím reálné konstrukce. Nosná konstrukce je namodelována v programu SCIA Engineer jako deskostěnový prvek – deska se žebry.

Jelikož nebyla nosná konstrukce chodníku betonována zároveň s NK mostu a obě konstrukce jsou výškově odsazené s patrnou spárkou na podhledu, nepředpokládá se jejich plné spolupůsobení. Do modelu byla použita pouze NK mostu pod vozovkou. Krajiní trám u chodníku byl přitížen odpovídajícím svislým zatížením z chodníku.

Pro výpočet byla stanovena veškerá zatížení, která budou na konstrukci působit, vlastní tíha konstrukce, ostatní stálé zatížení a zatížení dopravou.

Zatížení stálé bylo stanoveno dle skutečných rozměrů nosné konstrukce na základě objemových tíh materiálů uvedených v ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení nahodilé bylo provedeno pojezdem normových zatěžovacích schémat dle ČSN 73 6222.



obr. model NK - pohled - výstup z programu SCIA

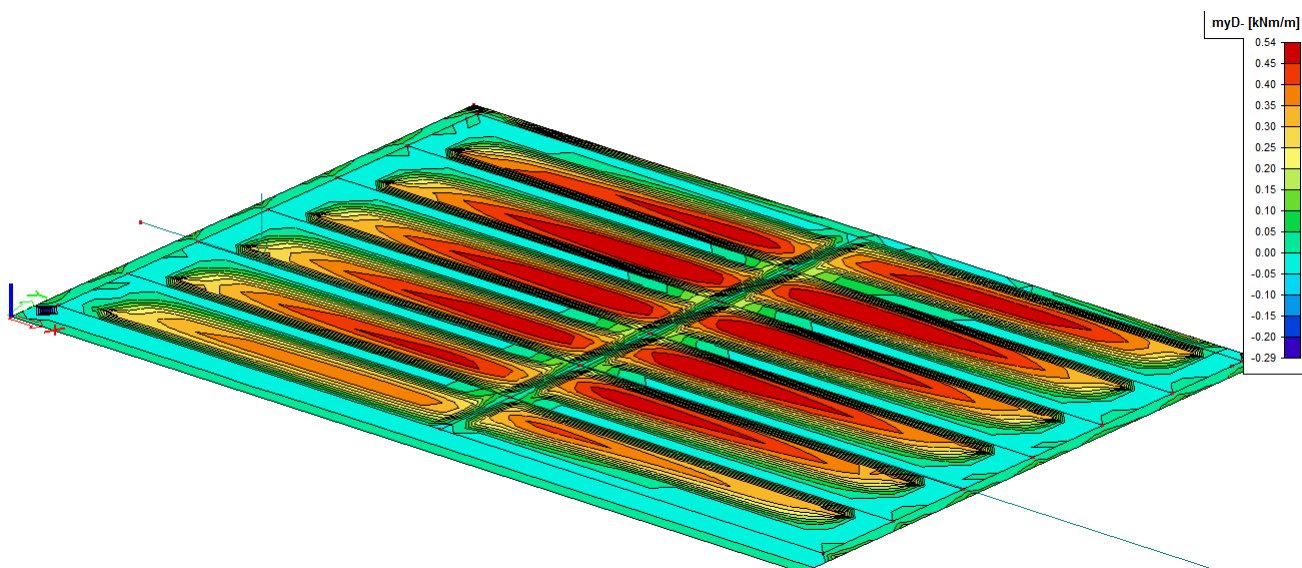
tloušťka desky pod vozovkou	0,14 m
výška trámů a koncových příčníků pod voz.	0,76 m
výška středního příčnicku pod voz.	0,56 m
šířka trámů pod voz.	0,35 m
šířka koncových příčníků	0,40 m
šířka středního příčnicku	0,30 m
osová vzdálenost trámů pod vozovkou	1,20 m
tloušťka desky pod chodníkem	0,08 m
výška trámů a koncových příčníků pod chod.	0,74 m
výška středního příčnicku pod chod.	0,50 m
šířka trámu	0,30 m
šířka koncových příčníků	0,40 m
šířka středního příčnicku	0,245 m
osová vzdálenost trámů pod chodníkem	1,165 m
rozpětí konstrukce	11,80 m
šikmost	L 82°

9. Zatížení a vnitřní síly

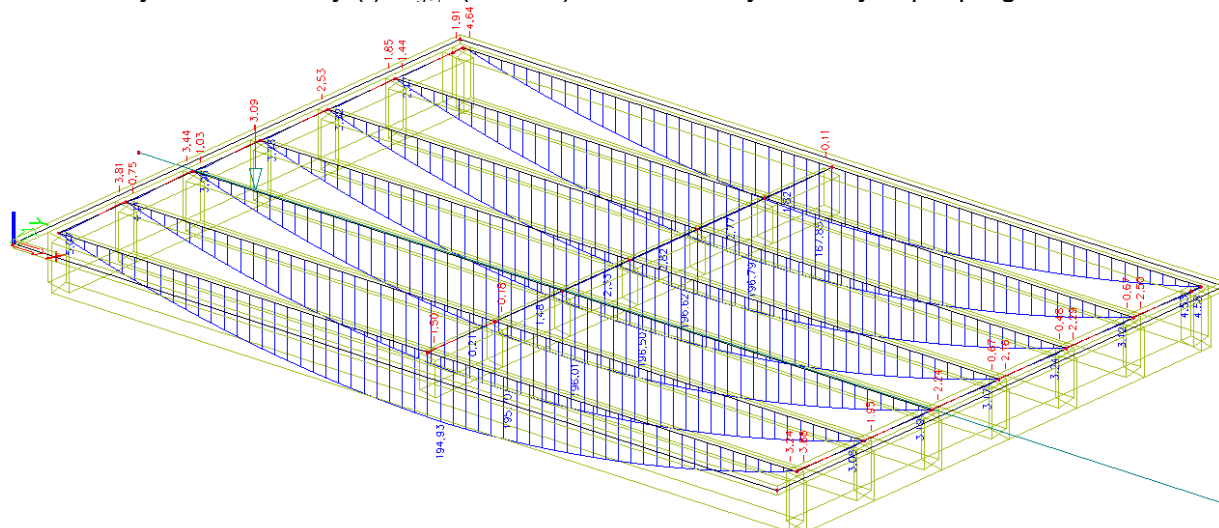
Výpočet zatížení a vnitřních sil v NK je veden v charakteristických hodnotách. Součinitele zatížení do výpočtu vstupují v kombinační rovnici viz. dále.

9.1. Vlastní tíha ŽB konstrukce

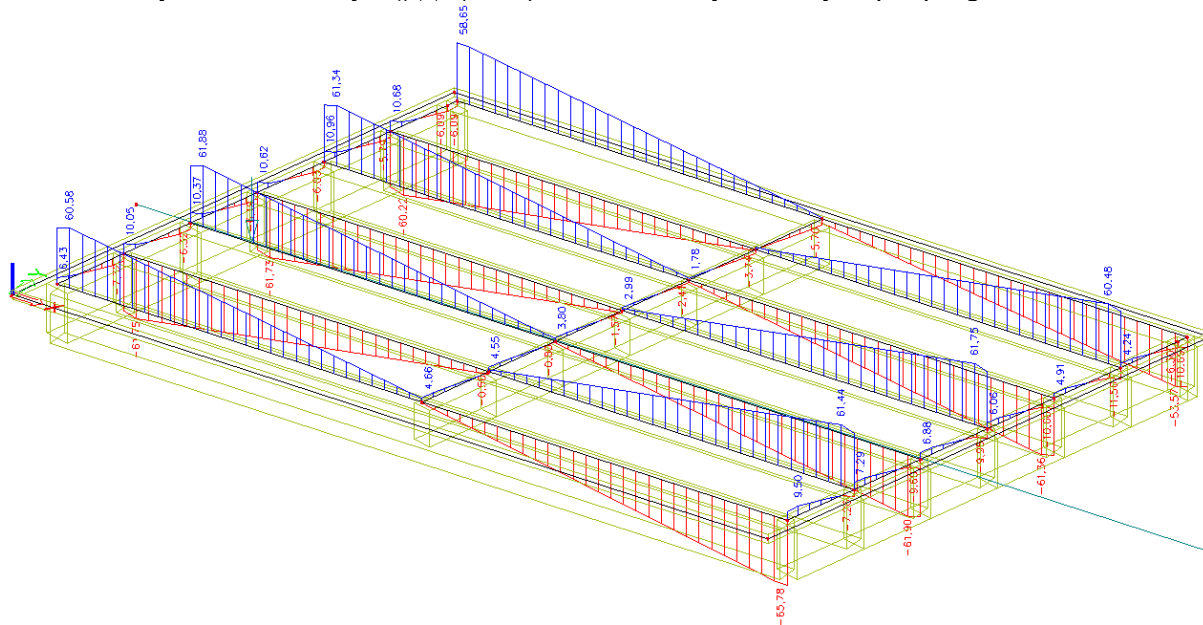
objemová tíha $\gamma_{zb} = 25 \text{ kN/m}^3$



obr. – ohybové momenty $(-) M_{q0,k}$ (kNm/m) od vlastní tíhy NK – výstup z programu SCIA



obr. – ohybové momenty $M_{q0,1,k}$ (kNm) od vlastní tíhy NK – výstup z programu SCIA



obr. – posouvající síly $V_{g0,1,k}$ (kNm) od vlastní tíhy NK – výstup z programu SCIA

9.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení - zatížení vozovkovým souvrstvím a římsami

zatížení vozovkové části:

konstrukce vozovky a chodníku: tl. 0,460 m

$$g_{1,v} = 0,460 \cdot 23 = 10,58 \text{ kN/m}^2$$

zatížení krajního trámu chodníkovou částí:

zatěžovací šířka: 0,60 m

konstrukční vrstvy chodníku: tl. 0,430 m

$$g_{1,v} = 0,430 \cdot 23 \cdot 0,6 = 5,93 \text{ kN/m}$$

vlastní tíha mostové desky chodníku: tl. 0,080 m

$$g_{1,d} = 0,08 \cdot 25 \cdot 0,6 = 1,20 \text{ kN/m}$$

zatížení chodci

$$g_{1,w} = 3 \cdot 0,6 = 1,80 \text{ kN/m}$$

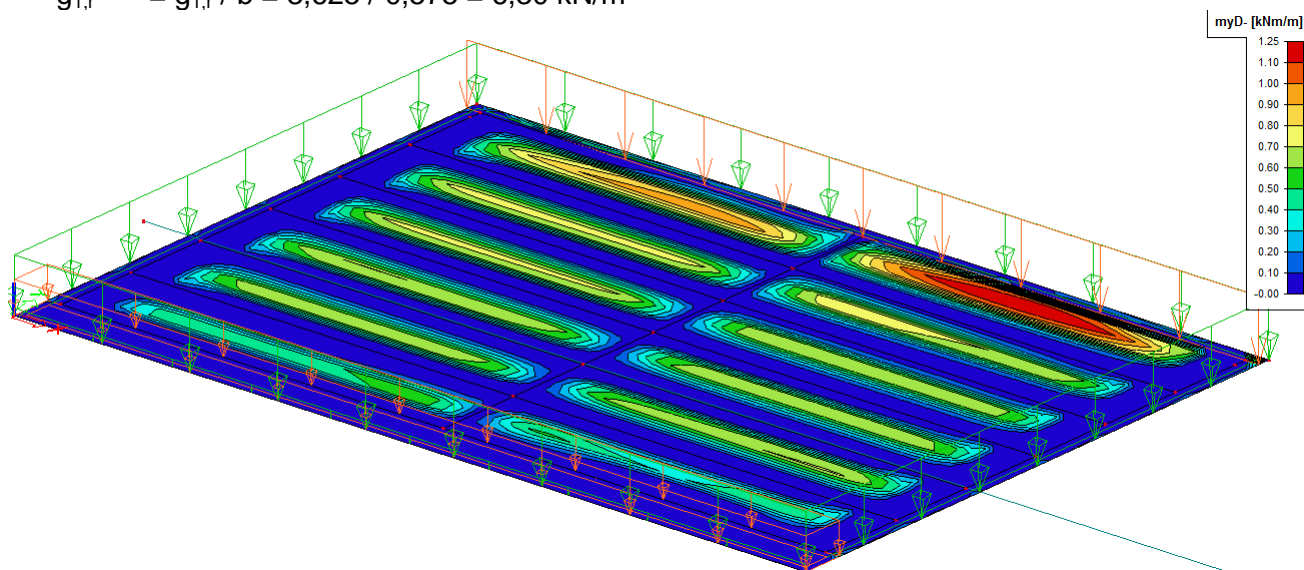
celkem:

$$5,93 + 1,20 + 1,80 = 8,93 \text{ kN/m}$$

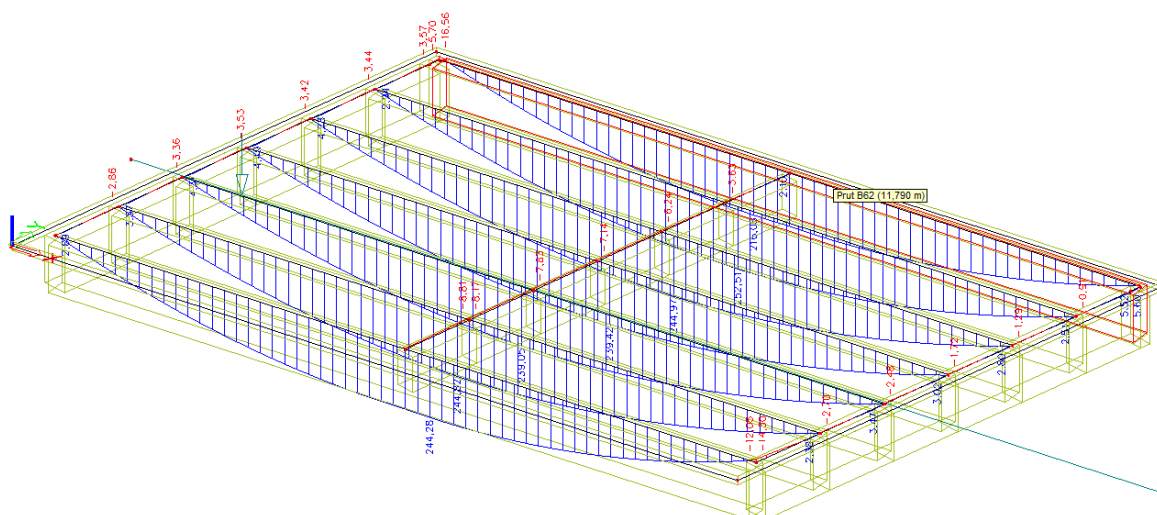
zatížení římsou:

$$g_{1,r} = A_f \cdot \gamma_{bet} = 0,145 \cdot 25 = 3,625 \text{ kN/m}$$

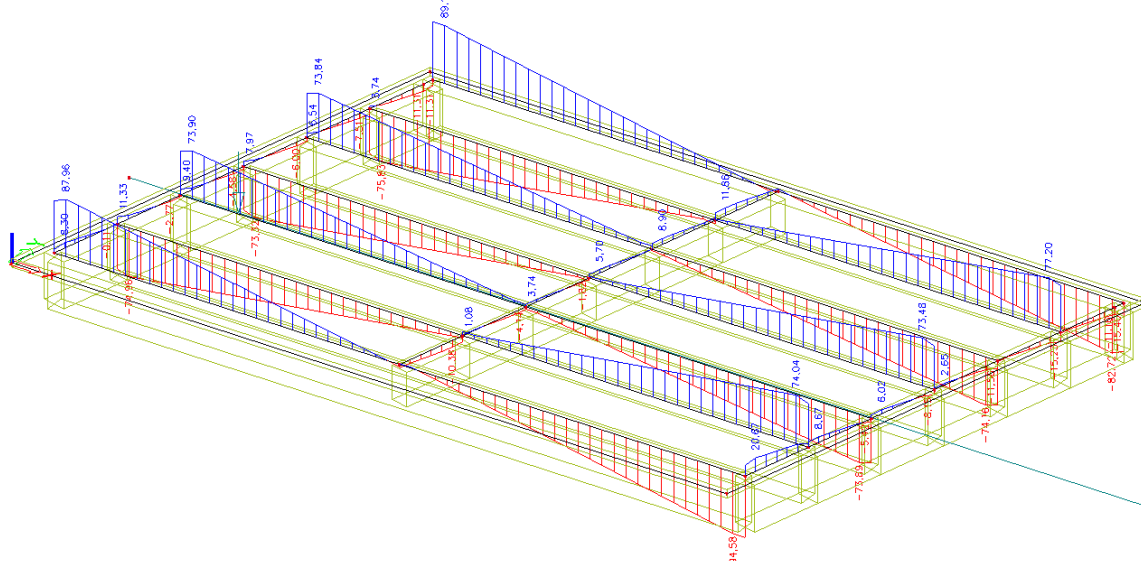
$$g_{1,r} = g_{1,r} / b = 3,625 / 0,575 = 6,30 \text{ kN/m}^2$$



obr. – ohybové momenty (-) $M_{g1,k}$ (kNm/m) od ostatního stálého zatížení – výstup z programu SCIA



obr. – ohybové momenty $M_{q1,k}$ (kNm) od ostatního stálého zatížení – výstup z programu SCIA



obr. – posouvající síly $V_{g1,k}$ (kN) od ostatního stálého zatížení – výstup z programu SCIA

9.3. Zatížení nahodilé – zatížení dopravou

9.3.1. Normální zatížitelnost

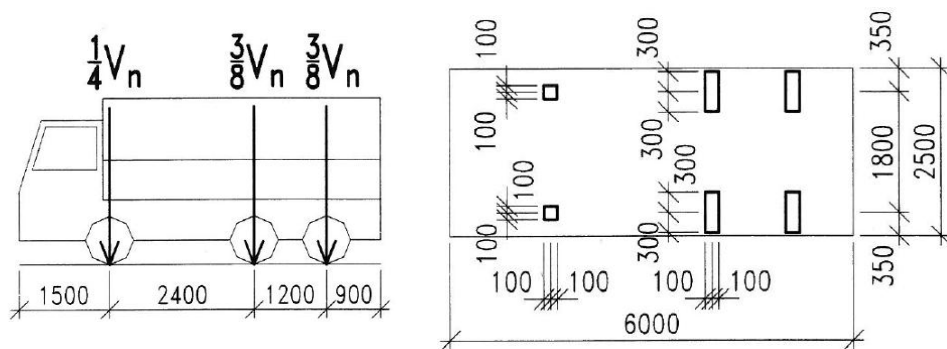
Ve stávajícím stavu je vozovka mezi obrubami široká cca. 8,1m.

Pro šířku vozovky $b = 8,1 \text{ m} \rightarrow 2$ zatěžovací pruhy š.3,0m + zbývající plocha šířky 2,1 m

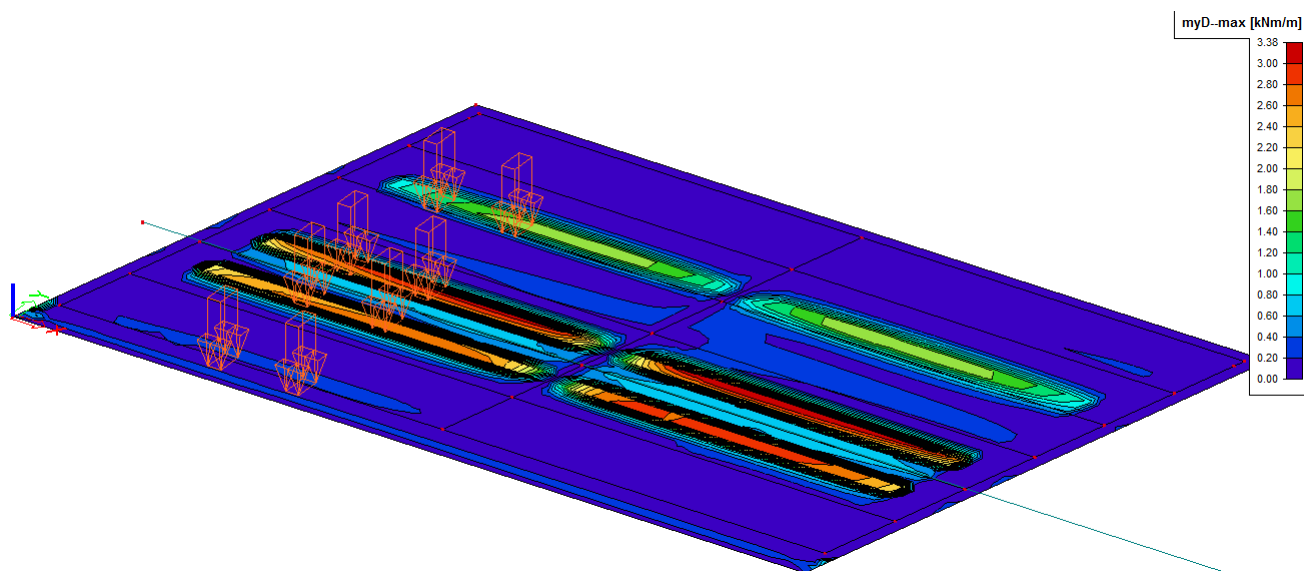
Konstrukce byla zatížena zatěžovacím schématem dle ČSN 73 6222 odst. 7.1. Zatěžovací pruhy obsahují zatěžovací dvounápravu ($V_a=100 \cdot v_n=100 \text{ kN}$, představuje zadní nápravu skutečných třínápravových vozidel) a rovnoměrné zatížení s hodnotou $2,5 \cdot v_n$. Zbývající plocha vozovky je zatížena rovnoměrným zatížením o hodnotě $1,0 \cdot v_n$.

OBŘÍSKY ŘÍSKY	CHODNÍK	ZBÝVAJÍCÍ PLOCHA	ZATĚŽOVACÍ PRUH 2		ZATĚŽOVACÍ PRUH 1		OKRAJ VOZOVKY OBŘÍSKY ŘÍSKY		
		2100	3000		3000				
		2100	500	2000	500	500		2000	500
			+		+	+			+
				4x25.v _n (kN)				4x25.v _n (kN)	
			+		+	+			+
			1,0.v _n (kN/m ²)	2,5.v _n (kN/m ²)		2,5.v _n (kN/m ²)			

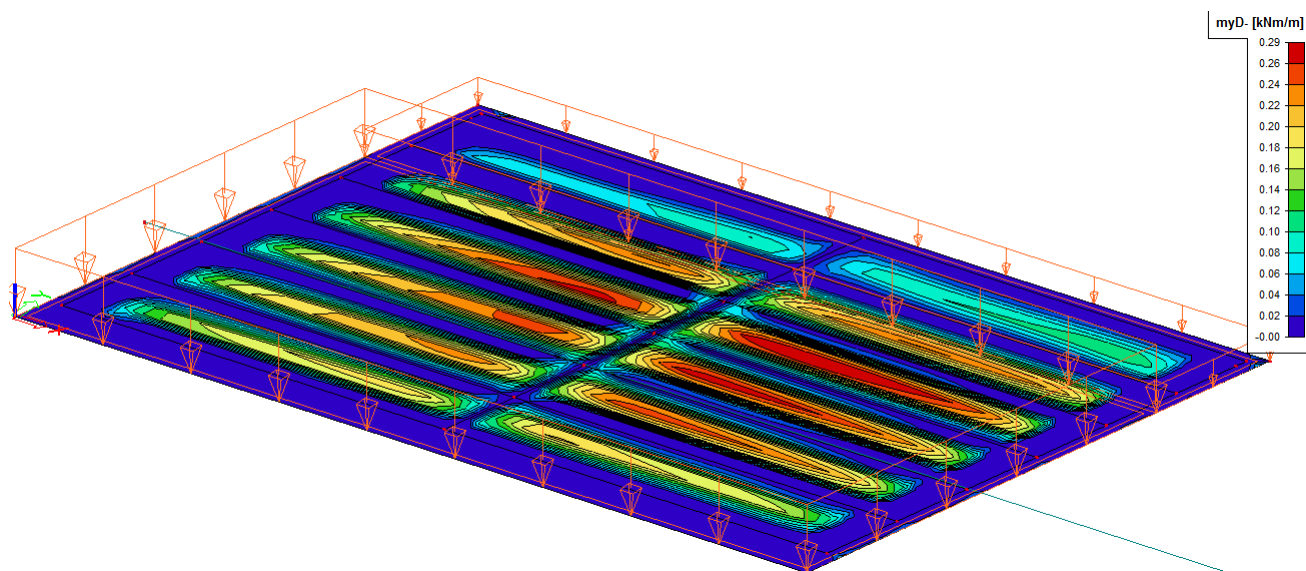
obr. schéma zatížení mostu normovou sestavou pro stanovení normální zatížitelnosti



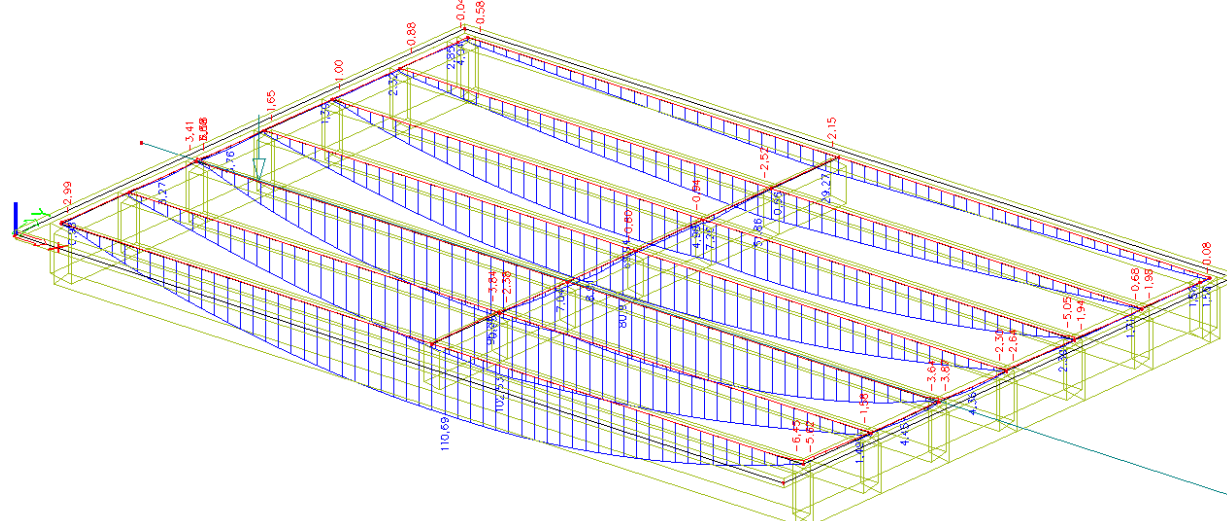
obr. vozidlo normální zatížitelnosti – třínápravové vozidlo



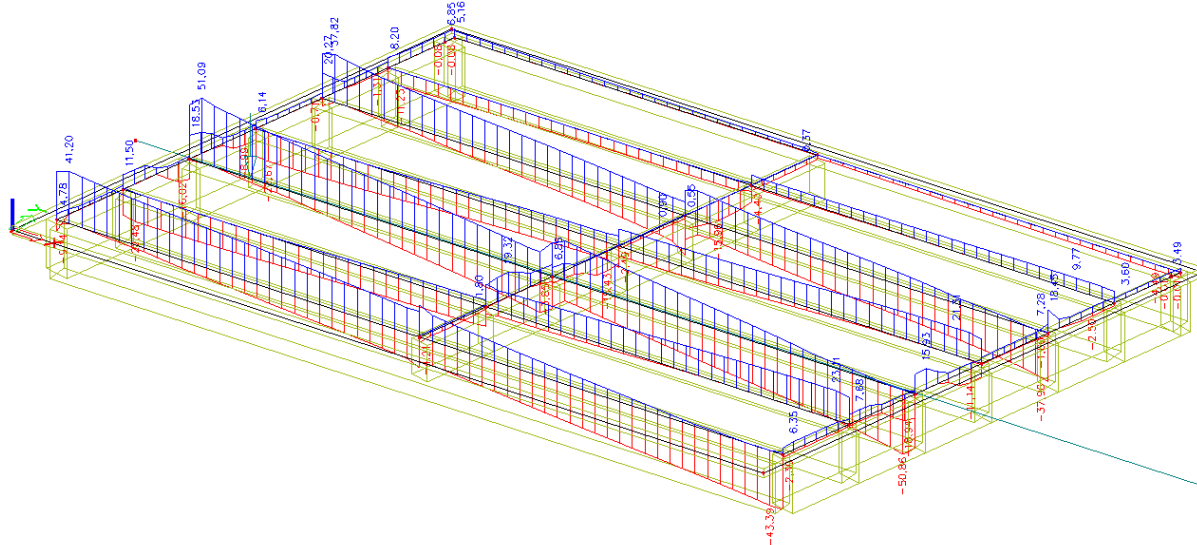
obr. ohybové momenty (-) $M_{vk,n,TS}$ (kNm/m) od zatížení dvojnápravou – výstup z programu SCIA



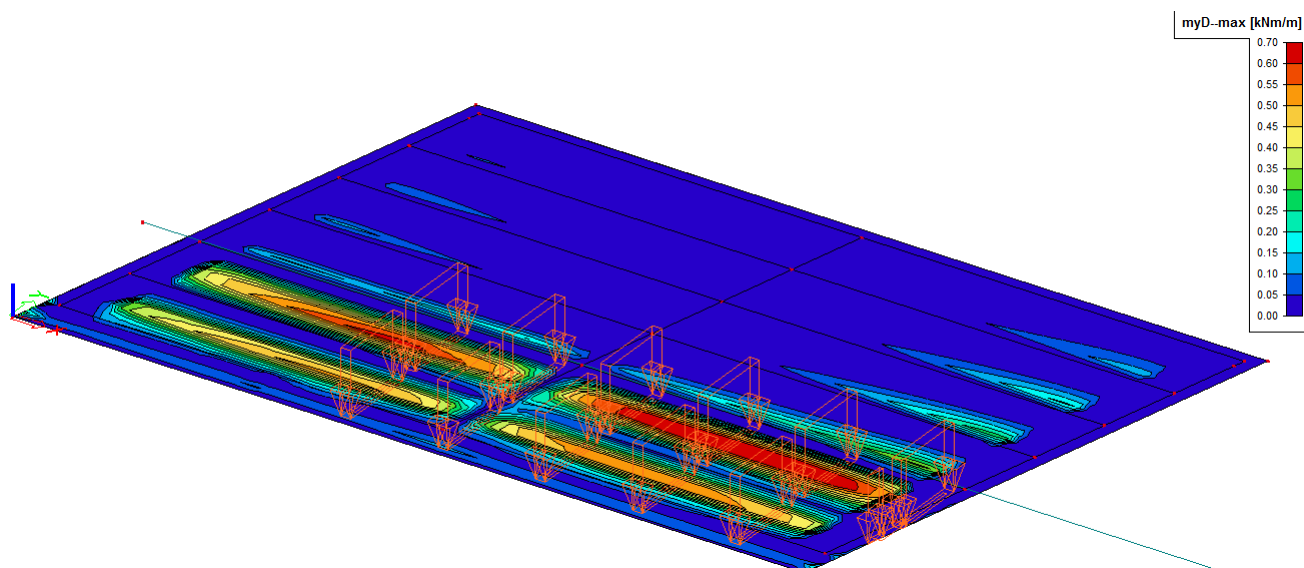
obr. ohybové momenty ($-M_{vk,n,UDL}$) (kNm/m) od zatížení rovnoměrným zatížením – výstup z programu SCIA



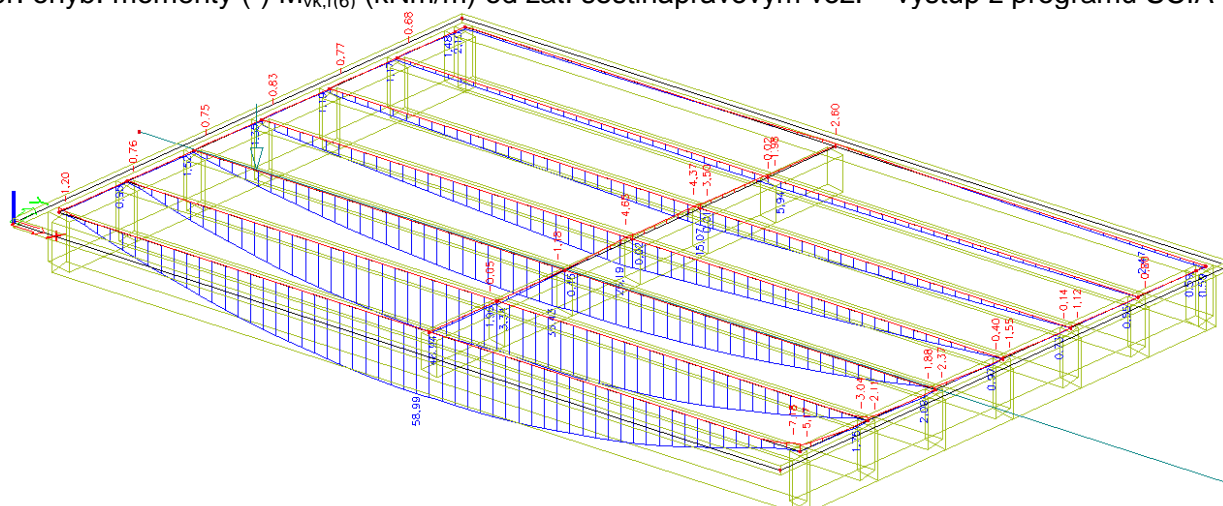
obr. – ohybové momenty $M_{vk,n,Ts}$ (kNm) od zatížení dvounápravou – výstup z programu SCIA



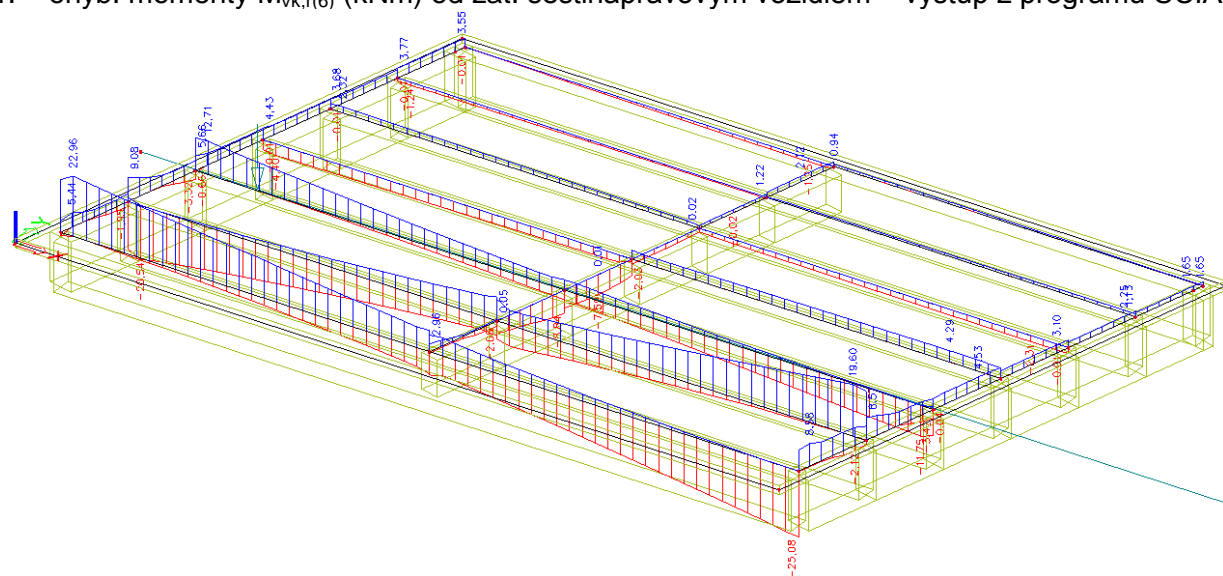
obr. – posouvající síly $V_{vk,n,TS}$ (kN) od zatížení dvounápravou – výstup z programu SCIA



obr. ohyb. momenty (-) $M_{vk,r(6)}$ (kNm/m) od zat. šestinápravovým voz. – výstup z programu SCIA

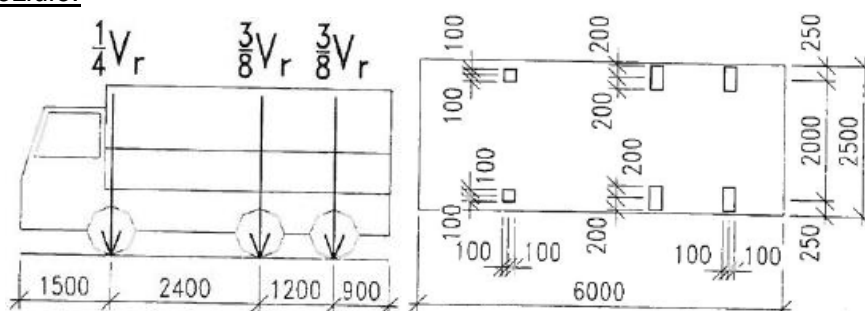


obr. – ohyb. momenty $M_{vk,r(6)}$ (kNm) od zat. šestinápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

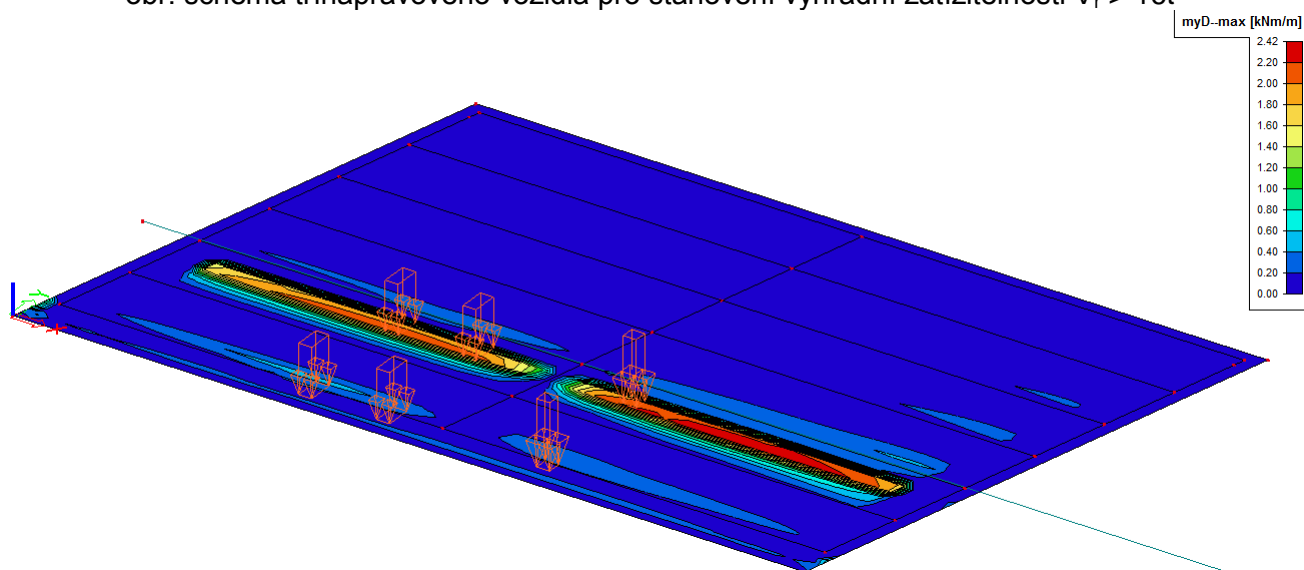


obr. – posouvající síly $V_{vk,r(6)}$ (kN) od zatížení šestinápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

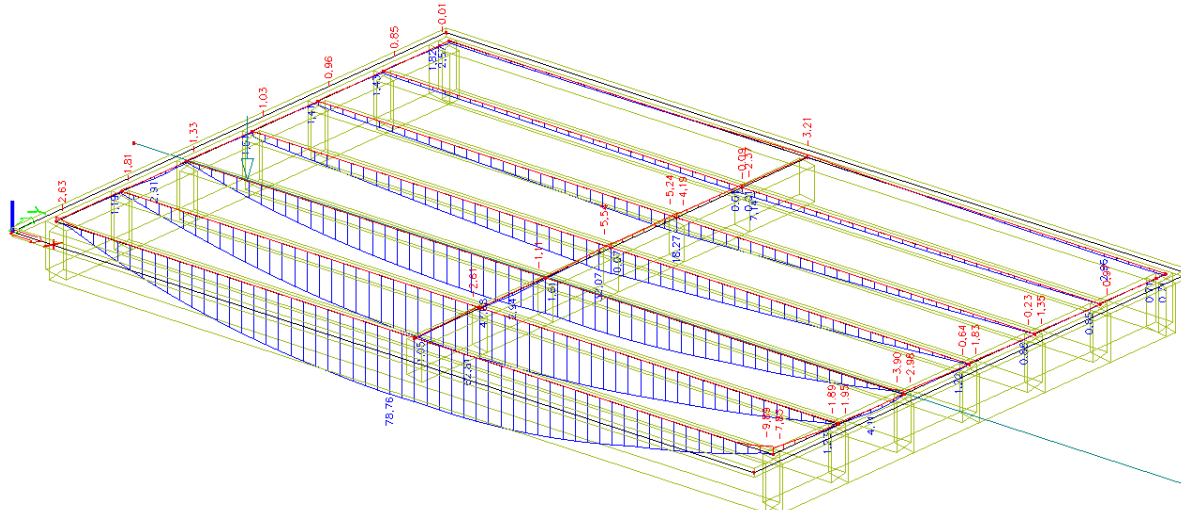
Třínápravové vozidlo:



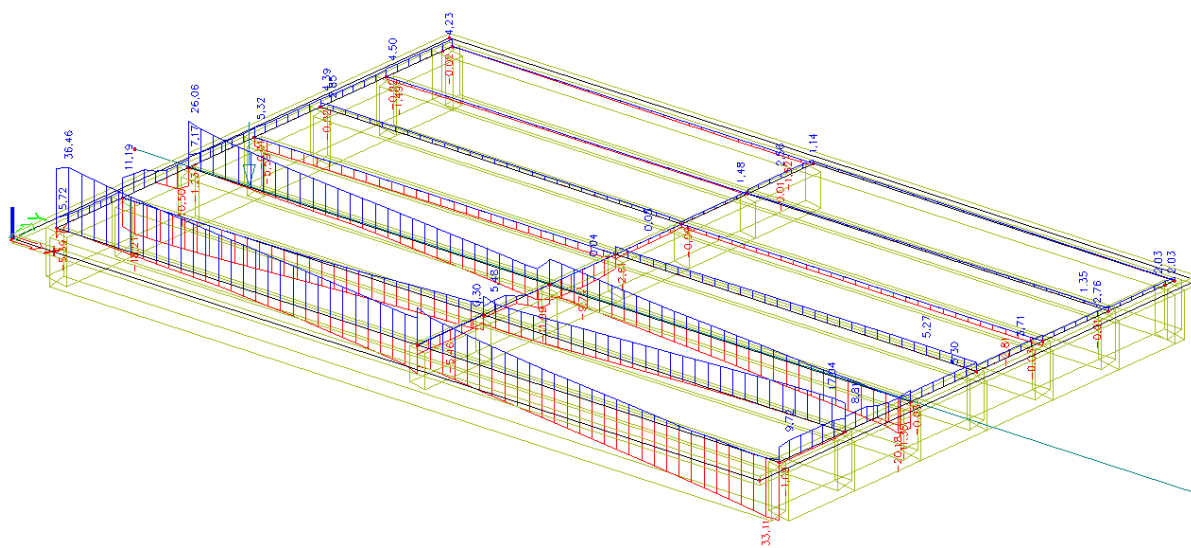
obr. schéma třínápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti $V_r > 16t$



obr. ohybové momenty (-) $M_{vk,r(3)}$ (kNm/m) od zatížení třínápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

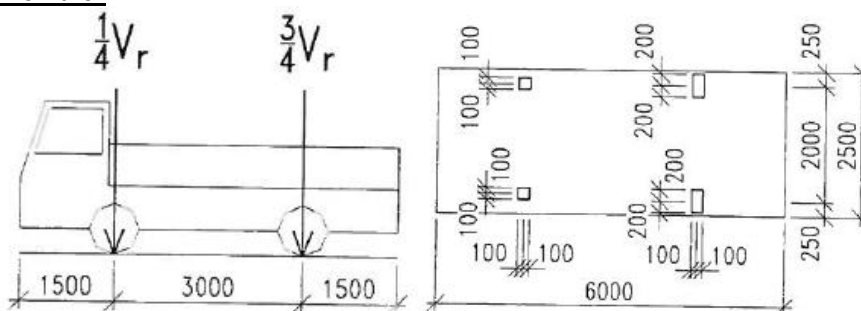


obr. – ohybové momenty $M_{vk,r(3)}$ (kNm) od zatížení třínápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

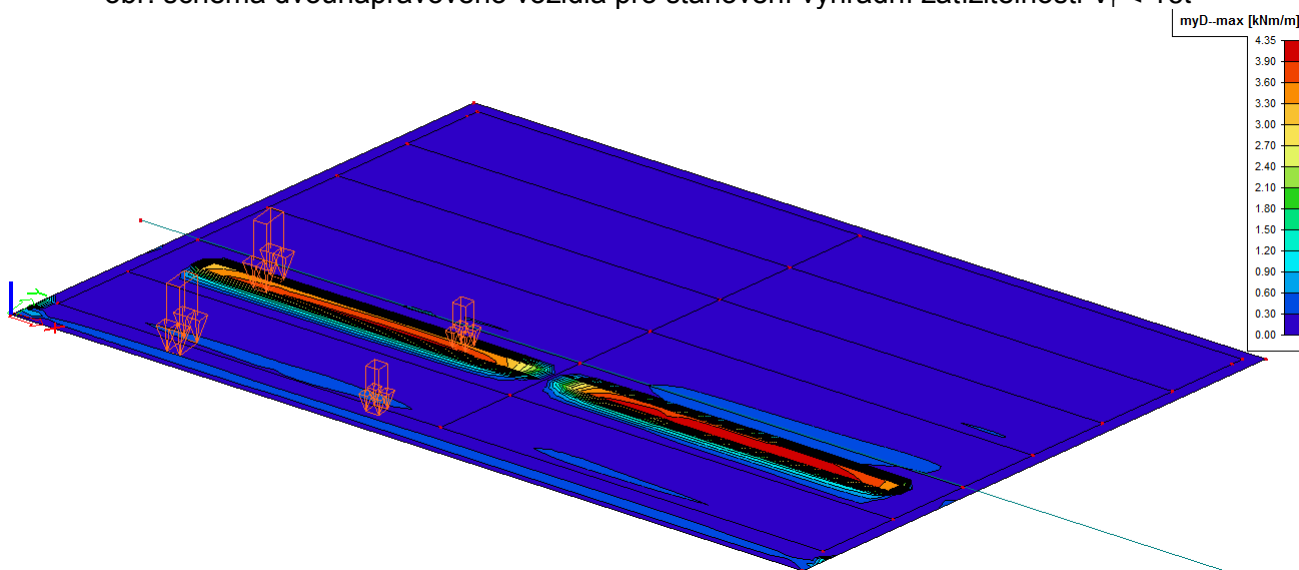


obr. – posouvající síly $V_{vk,r(3)}$ (kN) od zatížení třínápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

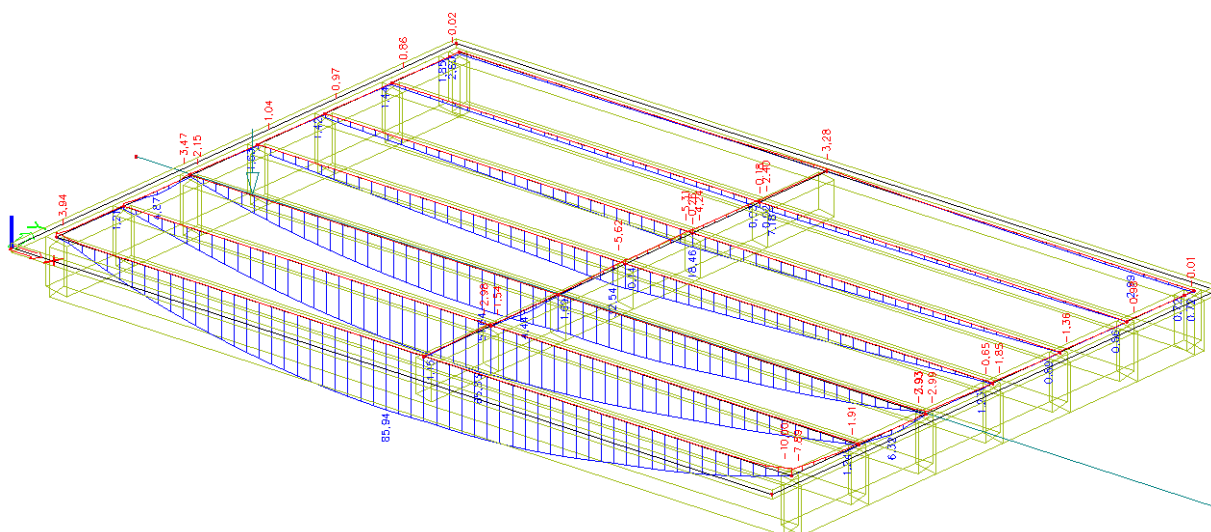
Dvounápravové vozidlo:



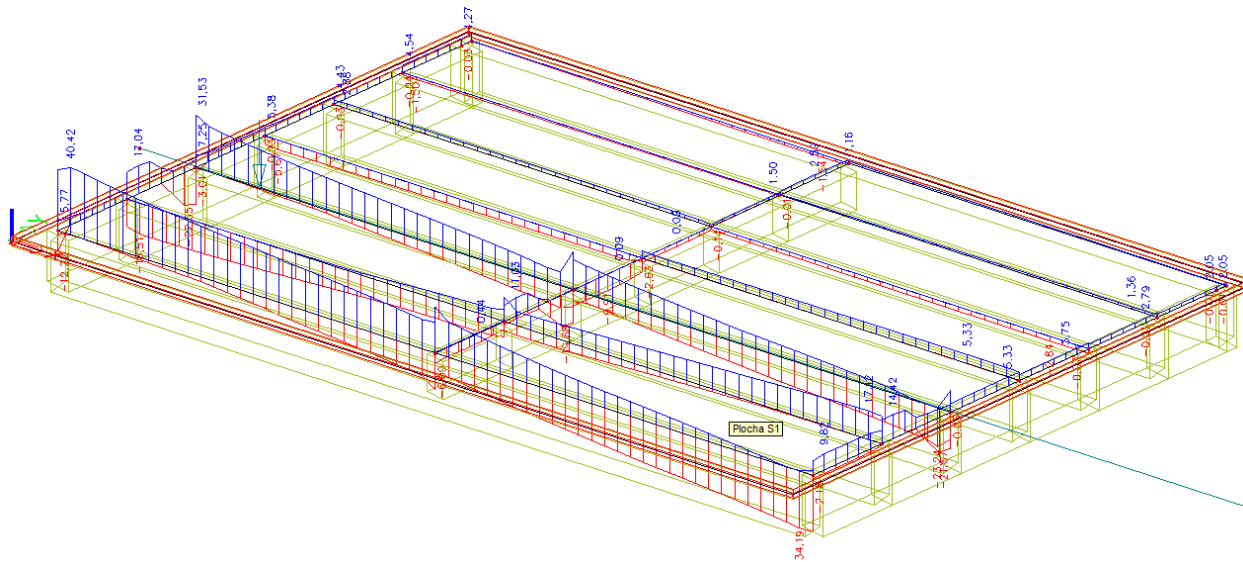
obr. schéma dvounápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti $V_r < 16t$



obr. ohybové momenty (-) $M_{vk,r(2)}$ (kNm/m) od zatížení dvounápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA



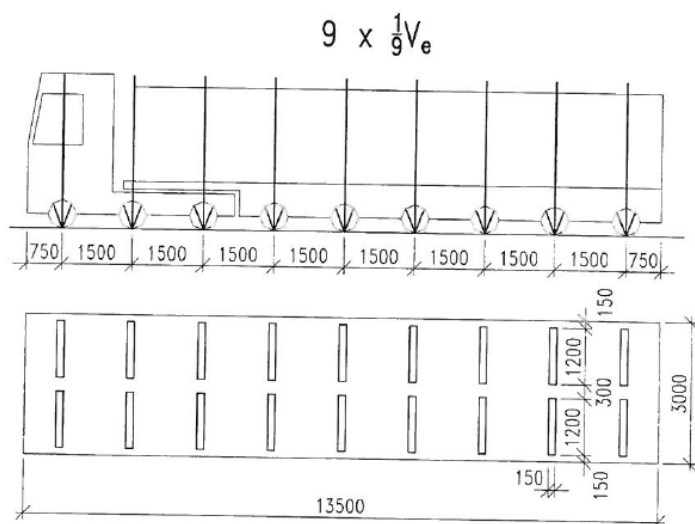
obr. – ohybové momenty $M_{vk,r(2)}$ (kNm) od zatížení dvounápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA



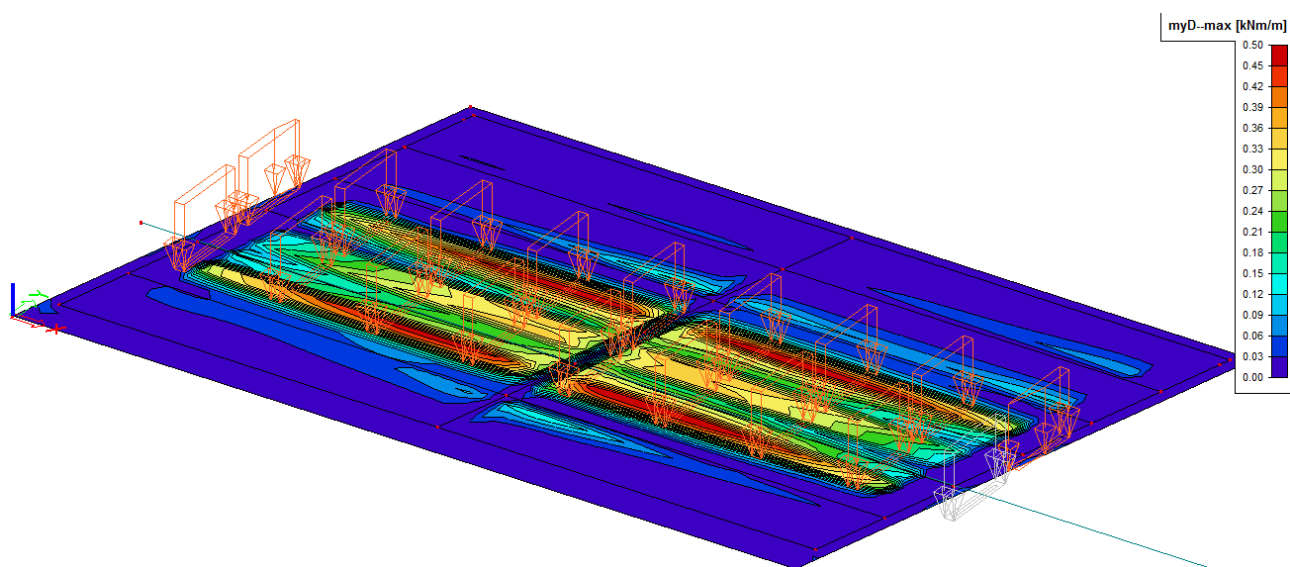
obr. – posouvající síly $V_{vk,r(2)}$ (kN) od zatížení dvounápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

9.3.3. Výjimečná zatížitelnost

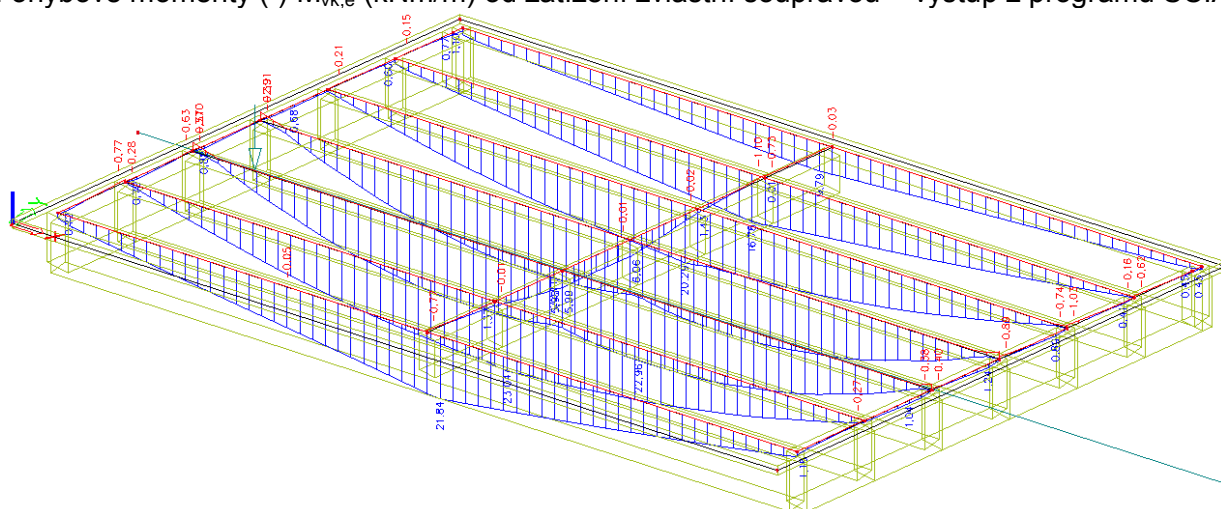
Stanoví se jako největší přípustná hmotnost devítinápravového vozidla, které se po mostě pohybuje v předepsané stopě (s největší přípustnou odchylkou $\pm 0,5\text{m}$) a předepsanou rychlostí. Pro ideální stopu byla zvolena osa mostu.



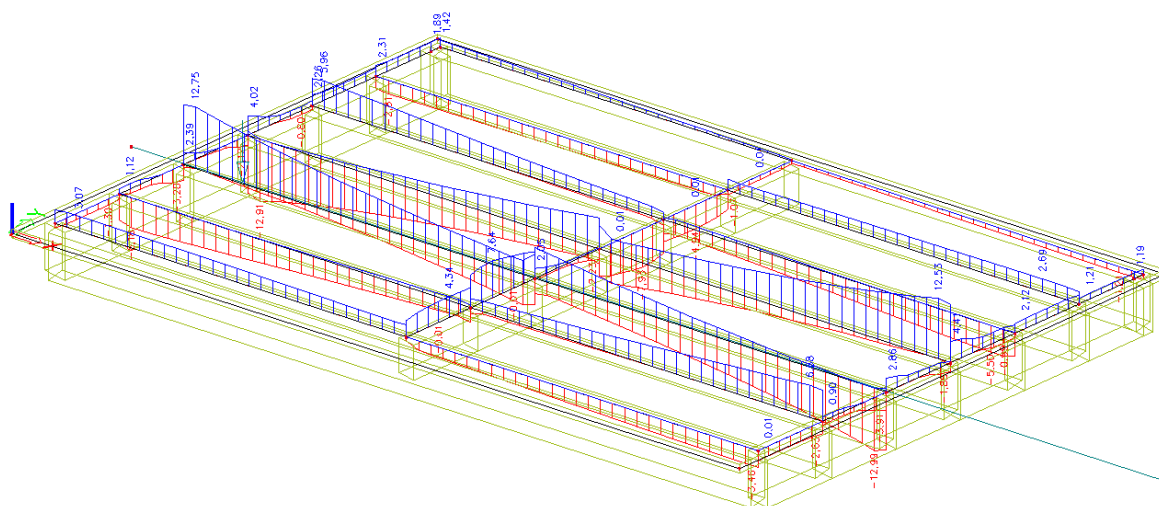
obr. schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e



obr. ohybové momenty (-) $M_{vk,e}$ (kNm/m) od zatížení zvláštní soupravou – výstup z programu SCIA



obr. – ohyb. momenty $M_{vk,e}$ (kNm) od zat. devítinápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA



obr. – posouvající síly $V_{vk,e}$ (kN) od zatížení devítinápravovým vozidlem – výstup z programu SCIA

9.4. Souhrn – vnitřní síly

Ohybové momenty [kNm] jsou určeny v polovině rozpětí prvku a posouvající síly [kN] u podpory. Vnitřní síly od zatížení dopravou jsou odvozeny od příslušných vozidel „jednotkové“ tíhy 100kN.

Trámy, deska					
Zatěžovací stav	Krajní trám - M	Krajní trám - V	Vnitřní trám - M	Vnitřní trám - V	Deska - M
Vlastní tíha	194,93	60,58	195,70	-61,75	0,54
Ostatní stálé	244,28	87,96	244,82	-74,96	1,25
Chodník	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vn-plošné	53,54	16,61	50,25	-16,41	0,29
Vn-nápravy	110,69	41,20	102,53	-22,48	3,38
Vr(6)	58,99	22,96	46,94	-20,54	0,70
Vr(3)	78,76	36,46	62,81	-18,21	2,42
Vr(2)	95,94	40,42	65,83	-18,51	4,35
Ve	21,84	3,07	23,04	-6,18	0,50

Střední příčník					
Zatěžovací stav	Pole 5 - M	Pole 4 - M	Pole 2 - M	Podpora 6 - V	Podpora 5 - V
Vlastní tíha	1,48	2,33	2,77	4,55	3,80
Ostatní stálé	-8,17	-7,03	-6,24	1,08	3,74
Chodník	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vn-plošné	1,51	2,19	2,05	1,96	1,12
Vn-nápravy	7,04	8,91	7,26	1,80	6,86
Vr(6)	3,34	0,45	0,01	0,05	0,01
Vr(3)	2,94	0,07	0,01	5,48	0,04
Vr(2)	4,44	1,69	0,03	11,03	0,09
Ve	5,99	6,06	1,43	7,64	2,05

10. Účinky zatížení – kombinace zatížení

Součinitele zatížení a kombinace:

$$\gamma_G = \gamma_Q = 1,35; \gamma_{CS} = 1,0; \psi_1 = 0,75; \xi = 0,85$$

Dynamické účinky zatížení vozidly:

Náhradní délka $L_d = 12,20 \text{ m} \rightarrow$

$$\rightarrow f = 90,6 \cdot L_d^{-0,923} = 9,0 \text{ Hz (vlastní frekvence NK mostu)} \rightarrow$$

$\delta = 1,20 \dots$ normální zatížitelnost (pro 2 celé zatěžovací pruhy na mostě)

$\delta = 1,25 \dots$ výhradní zatížitelnost

$\delta = 1,05 \dots$ výjimečná zatížitelnost

$\delta = 1,40 \dots$ pro výpočet max. zatížení na 1 nápravu V_n a V_r

$\delta = 1,05 \dots$ pro výpočet max. zatížení na 1 nápravu V_e

Dle ČSN EN 1990 je pro výpočet účinků zatížení rozhodující méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů 6.10a. a 6.10b.:

$$6.10a: M_{ed} = \gamma_G \cdot (M_{go} + M_{g1}) + \gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot M_{vk} = 1,35 \cdot (M_{go} + M_{g1}) + 1,35 \cdot 0,75 \cdot M_{vk}$$

$$6.10b: M_{ed} = \xi \cdot \gamma_G \cdot (M_{go} + M_{g1}) + \gamma_Q \cdot M_{vk} = 0,85 \cdot 1,35 \cdot (M_{go} + M_{g1}) + 1,35 \cdot M_{vk}$$

Zatížitelnost – ohybové momenty:

za předpokladu $M_{ed} = M_{rd}$ platí:

$$6.10a: M_{vk} = \frac{M_{rd} - \gamma_G \cdot (M_{go} + M_{g1})}{\gamma_Q \cdot \psi_1}$$

$$6.10b: M_{vk} = \frac{M_{rd} - \xi \cdot \gamma_G \cdot (M_{go} + M_{g1})}{\gamma_Q}$$

Pozn.: Pro posouvající síly platí stejný princip.

11. Stanovení zatížitelnosti

Pro posouvající síly platí stejný princip výpočtu jako pro momenty. Do koncové tabulky je pro každý řešený prvek (krajní trám, vnitřní trám, střední příčník, desku) vybrána menší z těchto dvou zatížitelností (M nebo V).

11.1. Normální zatížitelnost

$$v_n = \frac{M_{vk}}{\delta \cdot (M_{vk,n,TS} + M_{vk,n,UDL})}$$

$$V_{aw} = 100 \cdot v_n \quad [kN]$$

$$V_{mw} = \frac{4}{3} \cdot V_{aw} \quad [kN]$$

$$V_n = \frac{1}{10} \cdot V_{mw} \quad [t]$$

11.2. Výhradní zatížitelnost

- Jediné šestinápravové vozidlo

$$V_{rw} = 100 \cdot \frac{M_{Vk}}{\delta \cdot M_{Vk,r(6)}} \quad [kN]$$

$$V_r = V_{rw} / 10 \quad [t]$$

- Jediné třinápravové vozidlo

$$V_{rw} = 100 \cdot \frac{M_{Vk}}{\delta \cdot M_{Vk,r(3)}} \quad [kN]$$

$$V_r = V_{rw} / 10 \quad [t]$$

- Jediné dvounápravové vozidlo

$$V_{rw} = 100 \cdot \frac{M_{Vk}}{\delta \cdot M_{Vk,r(2)}} \quad [kN]$$

$$V_r = V_{rw} / 10 \quad [t]$$

11.3. Výjimečná zatížitelnost

$$V_{ew} = 100 \cdot \frac{M_{Vk}}{\delta \cdot M_{Vk,e}} \quad [kN]$$

$$V_e = V_{ew} / 10 \quad [t]$$

11.4. Zatížitelnost na jednu nápravu

Pro výpočet se uplatňuje dynamický součinitel: $\delta = 1,40$ a $1,05 \rightarrow$ hodnoty zatížitelností jsou přepočteny s těmito součiniteli.

$$\underline{V}_{aj} = \max (3/8 \cdot V_n ; 1/6 \cdot V_{r(6)} ; 3/8 \cdot V_{r(3)} ; 3/4 \cdot V_{r(2)})$$

11.5. Souhrn

Zatížitelnost ohybová		Krajní trám	Vnitřní trám	Střední příčník	Deska	Zatížitelnost
Normální zatížitelnost	Vn	21,4 t	23,2 t	46,7 t	24,4 t	21,4 t
Výhradní zatížitelnost	Vr	32,2 t	54,3 t	115,9 t	92,2 t	32,2 t
Výjimečná zatížitelnost	Ve	138,0 t	131,7 t	73,4 t	153,6 t	73,4 t

Zatížitelnost smyková		Krajní trám	Vnitřní trám	Střední příčník	Zatížitelnost
Normální zatížitelnost	Vn	52,7 t	81,7 t	61,1 t	52,7 t
Výhradní zatížitelnost	Vr	95,5 t	111,4 t	66,5 t	66,5 t
Výjimečná zatížitelnost	Ve	850,4 t	440,8 t	56,7 t	56,7 t

Výsledná zatížitelnost:

Zatížitelnost		Krajní trám	Vnitřní trám	Střední příčník	Deska	Výsledná zatížitelnost
Normální zatížitelnost	Vn	21,4 t	23,2 t	46,7 t	24,4 t	21,4 t
Výhradní zatížitelnost	Vr	32,2 t	54,3 t	66,5 t	92,2 t	32,2 t
Výjimečná zatížitelnost	Ve	138,0 t	131,7 t	56,7 t	153,6 t	56,7 t

Zatížitelnost		Krajní trám	Vnitřní trám	Střední příčník	Deska	MIN
Normální zatížitelnost	3/8 Vn	6,9 t	7,4 t	15,0 t	7,8 t	6,9 t
Výhradní zatížitelnost	1/8 Vr	6,4 t	8,1 t	6,2 t	13,7 t	6,2 t
	3/8 Vr	10,8 t	13,6 t	22,2 t	8,9 t	8,9 t
	3/4 Vr	17,7 t	25,9 t	22,1 t	9,9 t	9,9 t
					MAX zatížitelnost na 1 nápravu:	9,9 t

12. Závěr

Most byl postaven v roce 1963. Stavební stav spodní stavby i nosné konstrukce je dle poslední hlavní prohlídky (03/2014) špatný - V.

Výpočet zatížitelnosti mostu byl proveden podrobným statickým výpočtem (označení V-CZEN) podle ČSN 73 6222. Zatížitelnost byla stanovena pro nosnou konstrukci tvořenou sedmi ŽB trámy s koncovými příčníky, středním příčníkem a mostovkovou deskou. Posouzena byla ohybová a smyková únosnost krajního trámu, vnitřního trámu a středního příčníku a ohybová únosnost desky v příčném směru mezi trámy. Rozměry konstrukce vycházejí z měření in situ a z geodetického zaměření. Původní projektová dokumentace nebyla v archivech nalezena. Průměry, typ, počty a uložení výztuže vychází z diagnostického průzkumu. Posouzení spodní stavby nebylo provedeno.

Normální zatížitelnost: podle čl. 7.1 ČSN 73 6222 je stanovena pro seskupení zatížení zahrnující zatížení dvounápravami, které představují zadní nápravu třínáprav. vozidla ($V_n > 16t$). Pro zatížitelnost byla rozhodující ohybová únosnost krajního trámu.

Výhradní zatížitelnost: podle čl. 7.2 ČSN 73 6222 je stanovena pro třínápravové vozidlo ($16t < V_r < 50t$). Pro stanovení byla rozhodující ohybová únosnost krajního trámu.

Výjimečná zatížitelnost: zvláštní souprava podle čl. 7.3 ČSN 73 6222 s vyloučením veškeré ostatní dopravy na mostě. Pro stanovení výjimečné zatížitelnosti byla rozhodující smyková únosnost středního příčníku.

Zatížitelnost na jednu nápravu: je v tomto případě dána ohybovou únosností desky a stanovena jako nejvyšší pro dvounápravové vozidlo. Nápravový tlak byl stanoven dle čl. 5.1.7 ČSN 73 6222.

**Zatížitelnost mostu ev. č. I/2, stávající NK, $\alpha = 1,0$,
podrobný statický výpočet (V-CZEN) :**

Normální zatížitelnost	V_n	=	21 tun
Výhradní zatížitelnost	V_r	=	32 tun
Výjimečná zatížitelnost	V_e	=	57 tun
Nápravový tlak	V_{aj}	=	9,9 tuny

Ostrava, listopad 2014

Vypracoval: Ing. Martin Anděl

