

# Statický výpočet zatížitelnosti

## Obsah:

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. VŠEOBECNĚ .....	1
1.2. POPIS KONSTRUKCE .....	1
1.3. PŘEDPOKLADY VÝPOČTU .....	2
1.4. LITERATURA .....	2
<b>2. STATICKÝ VÝPOČET .....</b>	<b>3</b>
2.1. GEOMETRIE.....	3
2.1.1. Tvar konstrukce .....	3
2.1.2. Model konstrukce .....	6
2.2. ZATÍŽENÍ.....	10
2.2.1. Stálé zatížení.....	10
2.2.2. Nahodilé zatížení .....	10
2.2.3. Vedlejší zatížení .....	12
2.2.4. Sestavené zatěžovací stavy .....	12
2.3. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL.....	18
2.3.1. Průběh vnitřních sil v trámech .....	18
2.3.2. Rekapitulace vnitřních sil v trámu.....	22
2.4. ZATÍŽITELNOST.....	22
2.4.1. Moment únosnosti.....	22
2.4.2. Zatížitelnost .....	22
<b>3. ZÁVĚR .....</b>	<b>23</b>

## 1. Úvod

### 1.1. Všeobecně

Jedná se o most ev.č.M-05 v Novém Boru v ulici B. Eggermanna. Most převádí místní komunikaci přes vodní tok Šporka.

### 1.2. Popis konstrukce

Jedná se o kolmý most o jednom prostě uloženém poli ze železobetonových prefabrikátů typu ŽMP skladebné délky 6.0m a šířky 1.0m. Nosná konstrukce byla v minulosti rozšířena pro chodník pravděpodobně stropními předpjatými panely typu SPIROL. Světlost mostu je proměnná od 4.36 až po 5.0m. Šířka pojížděné části mostu je 11.0m. Osová vzdálenost prefabrikátů je 1.0m, výška 0.35m a výška vozovkového souvrství činí 30cm.

Opěry jsou charakteru masivních tížných zdí z kamene nebo z betonu s kamenným obkladem, funkci křídel plní navazující regulační zdi toku.

Vozovka pojížděné části je se živičným povrchem.

### 1.3. Předpoklady výpočtu

Předpokládá se provedení konstrukce dle typového podkladu ŽMP-62, krajní nepojížděné chodníkové části nejsou předmětem posouzení.

Model nosné konstrukce je zvolen jako kolmá trémová konstrukce s centricky připojenou roznášecí deskou simulující zmonolitnění do žaluziové konstrukce. Modelové propojení deskou zajišťuje pouze příčný roznos, přičemž v podélném směru deska na sebe převezme část vnitřních sil ve skutečnosti přenášených ŽMP, úměrně tomu je zvětšeno zatížení trámů z poměru namáhání (tento postup je použit pro zjednodušení odečtu vnitřních sil od jednoduchého zatížení vlastní tíhou).

Model s centricky připojenou deskou mostovky dostatečně koresponduje se skutečným působením, vzniklá nepřesnost je zanedbatelná. Skryté koncové příčníky dle typového podkladu nemají na příčný roznos praktický vliv a to s ohledem na charakter uložení

Výpočet je omezen pouze na rozhodující profil, tedy nosnou konstrukci a to nejnamáhavější profil uprostřed rozpětí (ohybové namáhání), tak u podpory (namáhání smykem). Předpokládá se dostatečná stabilita opěr.

Předmětem posouzení je pouze pojížděná část konstrukce, rozšíření o chodníkové části nejsou uvažovány.

S ohledem na šířkové uspořádání mostu je uvažováno s odpovídajícím rozmístěním nahodilého zatížení vozidla.

Výpočet je proveden jako podrobný s uvažováním dimenzačních hodnot prefabrikované konstrukce dle typového podkladu. Vzhledem ke způsobu návrhu konstrukce podle teorie dovolených namáhání, nejsou aplikovány součinitele zatížení pro výpočet podle mezních stavů.

### 1.4. Literatura

#### Normy:

- ČSN 73 6220/2011 Evidence mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6221/2016 Prohlídky mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6222/2013 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

#### Programy:

- FEAT'2000 SCIA s.r.o., řešení konstrukcí metodou konečných prvků

#### Podklady:

- Projekt opravy mostu
- Hlavní mostní prohlídka
- Typový podklad ŽMP-62

#### Literatura:

- Statické tabulky

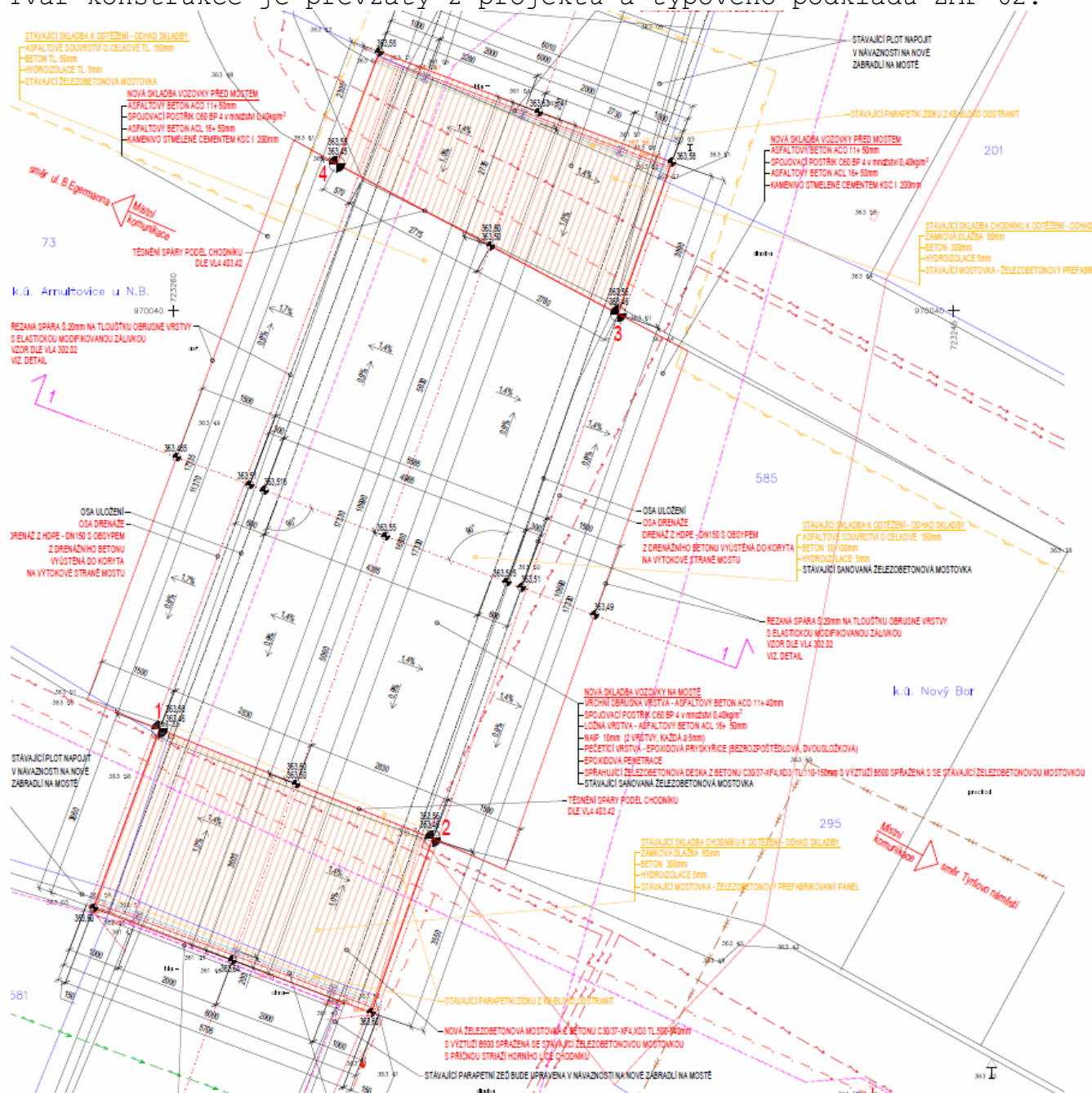
## 2. Statický výpočet

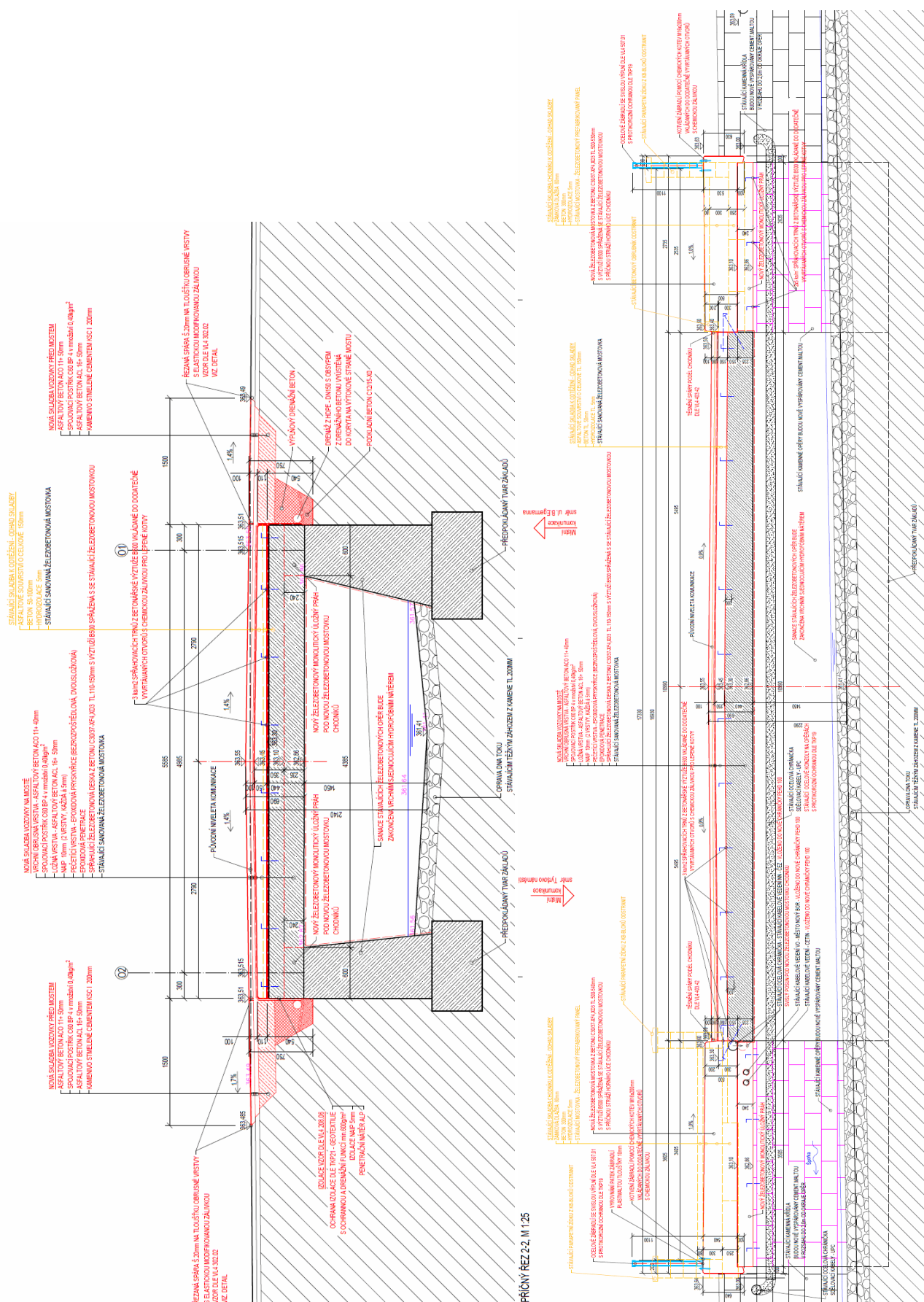
## 2.1. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Vstupní údaje a údaje o výpočetním modelu jsou s ohledem na množství dat uvedeny pouze základní, kompletní vstupy jsou archivovány u projektanta.

### 2.1.1. Tvar konstrukce

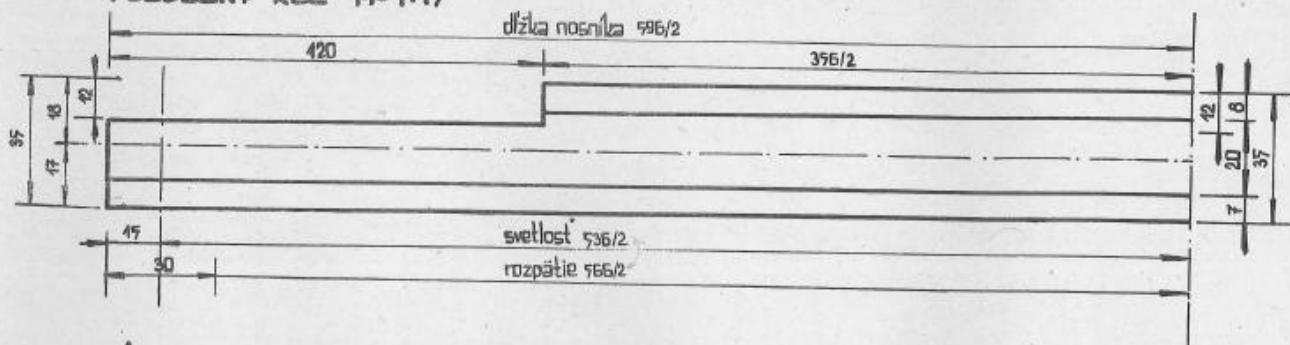
Tvar konstrukce je převzatý z projektu a typového podkladu ŽMP-62.



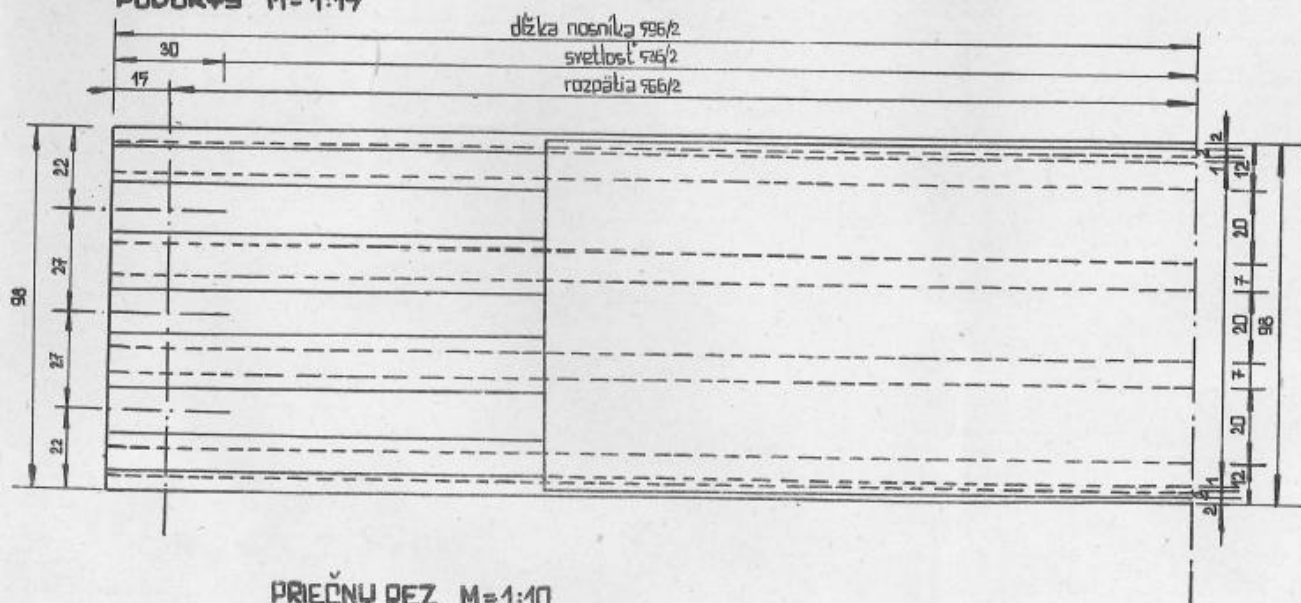


# ŠALOVACÍ PLÁN NOSNÍKA SKLADOBNÉJ DĚŽKY 6,00 m

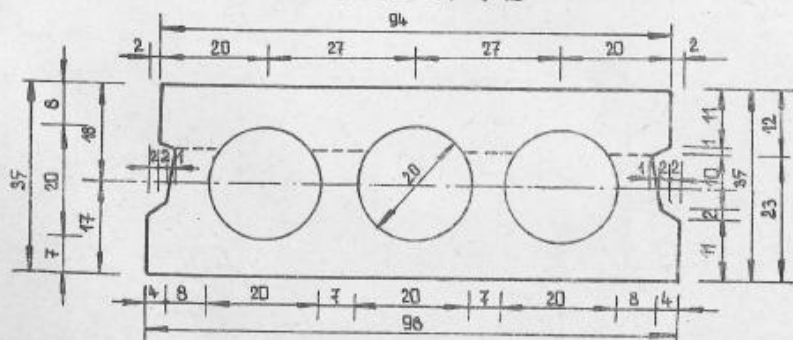
## POZDĚŽNÝ REZ M=1:15



## PODORYS M=1:15



## PŘEČNÝ REZ M=1:10

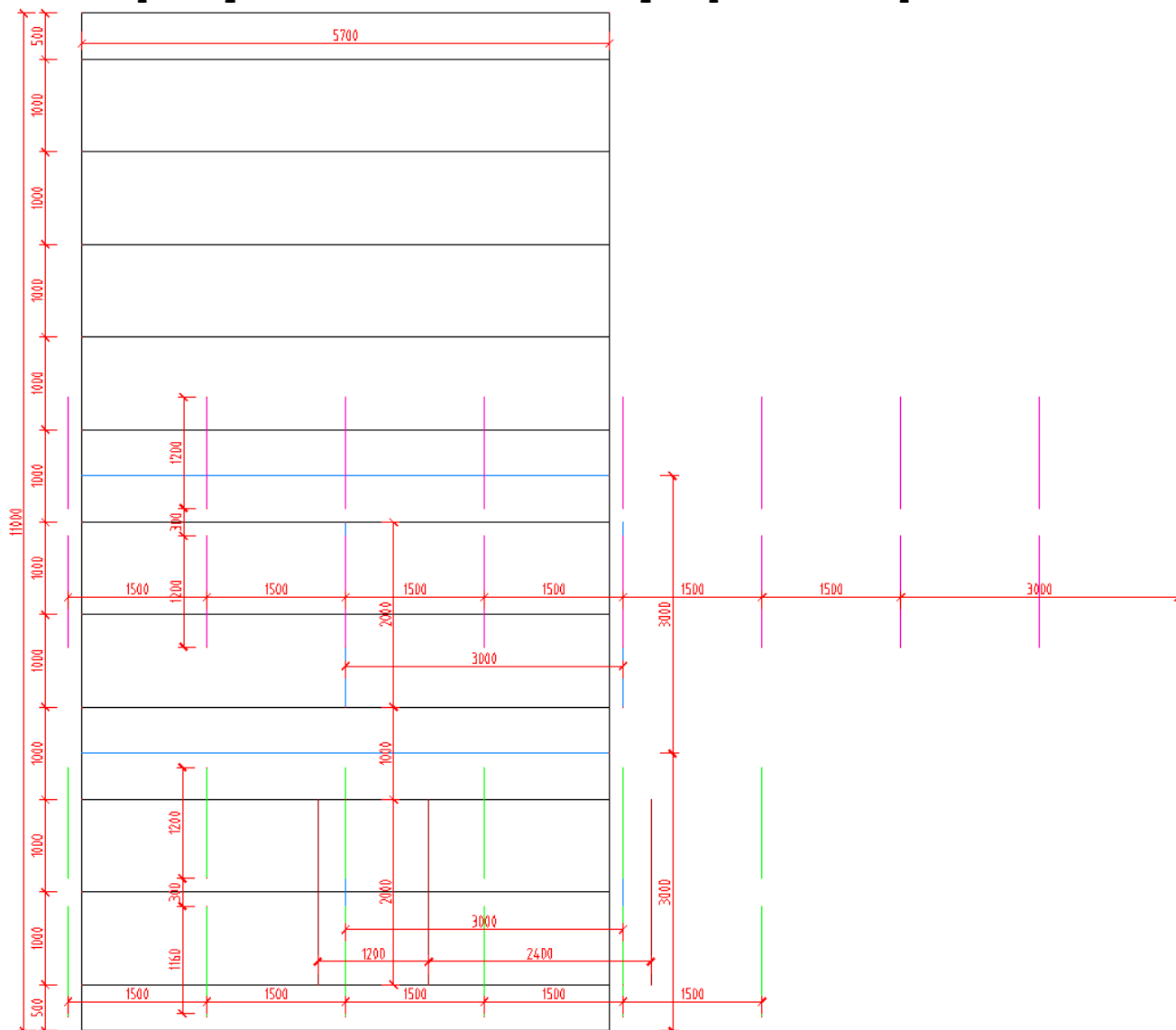
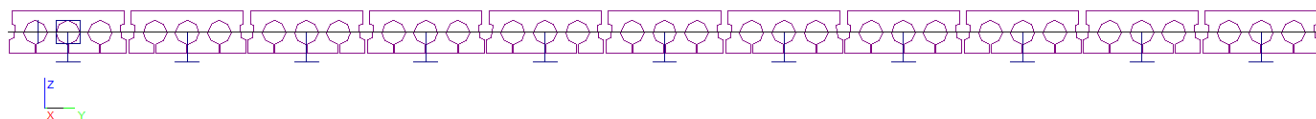




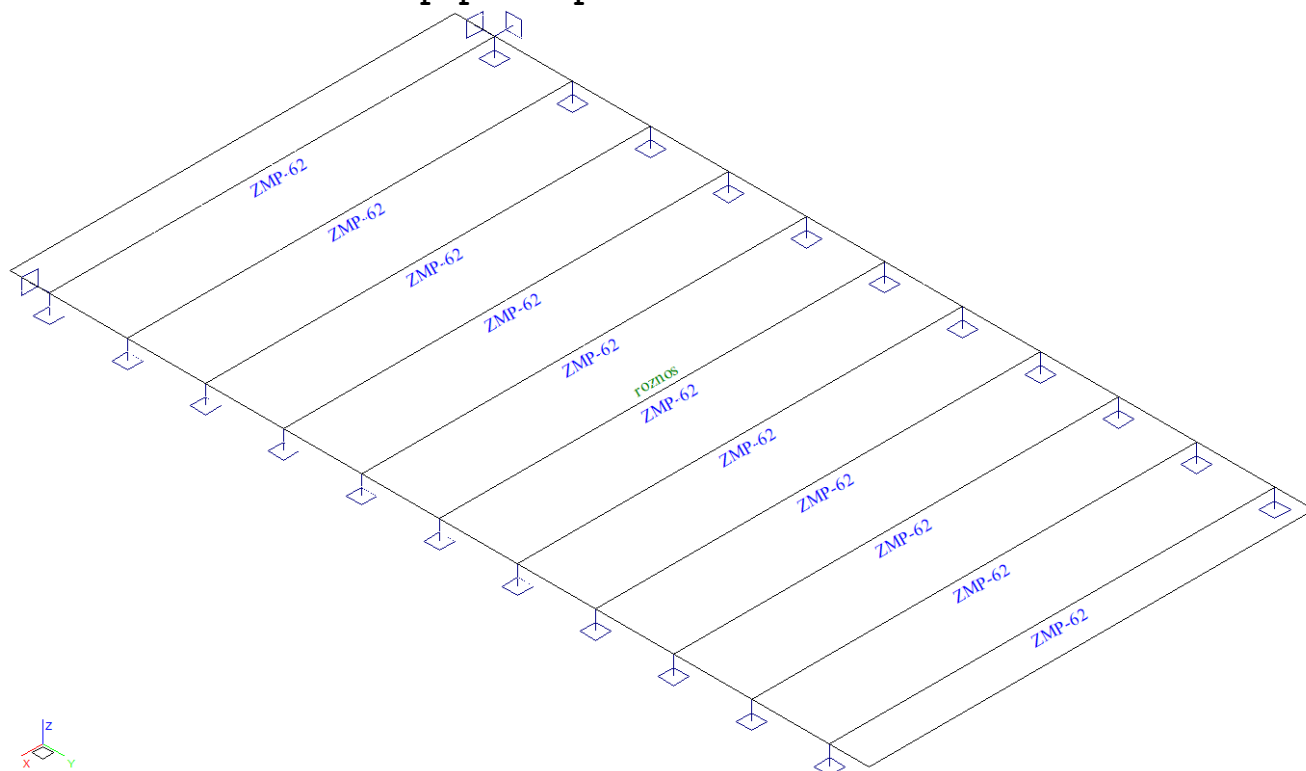
**2.1.1.2. Model konstrukce**

Model nosné konstrukce je vytvořen v programovém systému FEAT\_2000 za využití grafického systému ACAD\_2007 pro přípravu geometrie.

Model nosné konstrukce je zvolen jako kolmá trémová konstrukce s centricky připojenou deskou. Modelové propojení deskou zajišťuje pouze příčný roznos a ve skutečnosti neexistující redistribuce zatížení je zahrnuta v poměru namáhání desky a trému.

**Model v půdorysu se základními rozměry a polohami náprav****Model v příčném řezu**

## Model v axonometrii s popisem prvků



## Údaje o konstrukci

Jméno projektu	nk	Prutů	11	Geometrie - délky	m
Autor projektu	Ing.T.Humpal	Ploch	1	Geometrie - úhly	deg
Popis projektu	rošt s deskou	Zatížení	74	Průřezy - délky	m
Rozměr projektu	Prostor	Podpor	22	Zatížení, výsledky - síly	kN
Datum	1.3.2019	Bodů	0	Zatížení, výsledky - napětí	kPa
Čas	12:36	Linií	57	Zatížení, výsledky - délky	m
		Ploch	0	Deformace - posuny	m
		Kontaktů	11	Deformace - natočení	deg
		Materiálů	1	Čas	sec
		Průřezů	1	Teplota	°C
		Tloušťek	1	Hmota	t
		Podloží	0		
		Skupin	4		
		Zat. stavů	11		

## Výpis zadaných materiálů:

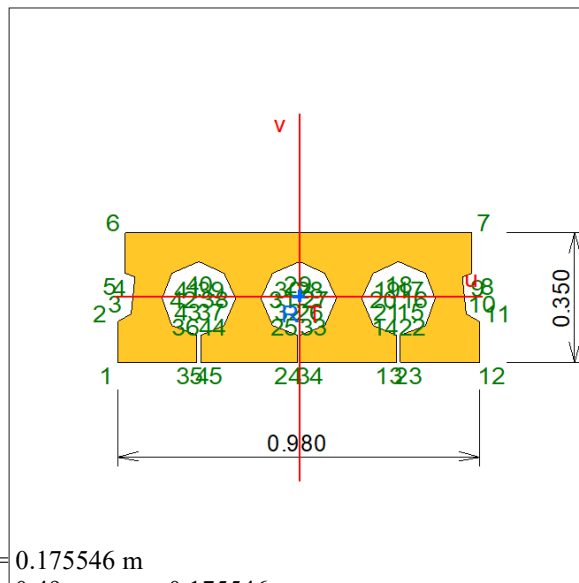
E1, E2	[kPa]	moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál)
ni		Poissonův součinitel
gama	[t/m3]	objemová hmotnost
K1, K2	[kN/m3]	koefficienty tepelné roztažnosti
útlum		dekrement útlumu

Materiál	Typ	E 1	ni	gama	K 1	E 2	K 2	útlum
		[kPa]		[t/m3]	[kN/m3]	[kPa]	[kN/m3]	
BETON	BETON	2.600e+07	0.200	2.500	1.000e-05			0.100

**Výpis zadanych průřezů:****Průřez : ZMP-62**

Rozměry : 980x350

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha :  $A = 0.241116 \text{ m}^2$ první hlavní moment setrvačnosti :  $I_u = 0.00318518 \text{ m}^4$ druhý hlavní moment setrvačnosti :  $I_v = 0.0197134 \text{ m}^4$ moment setrvačnosti k ose Y :  $I_y = 0.00318518 \text{ m}^4$ moment setrvačnosti k ose Z :  $I_z = 0.0197134 \text{ m}^4$ odklon hlavních os momentu setrvačnosti :  $1.86794\text{e-}013 \text{ deg}$ "teplotní koeficient" Temp Y :  $\text{TempY} = 0.00910052 \text{ m}^3$ "teplotní koeficient" Temp Z :  $\text{TempZ} = 0.0201157 \text{ m}^3$ koeficient smykové poddajnosti Y :  $A_y/A = 0.715035$ koeficient smykové poddajnosti Z :  $A_z/A = 0.57702$ poloha těžiště vztažená k zadávacím souř. osám :  $e_y = 0 \text{ m}$  :  $e_z = 0.175546 \text{ m}$ poloha těžiště vztažená k prvnímu vrcholu prvního průřezu :  $e_y = 0.49 \text{ m}$  :  $e_z = 0.175546 \text{ m}$ moment tuhosti v prostém kroucení :  $I_k = 0.00369009 \text{ m}^4$ modul průřezu :  $W_{yh} = 0.018258 \text{ m}^3$  :  $W_{yd} = 0.0181444 \text{ m}^3$  :  $W_z = 0.0402314 \text{ m}^3$ poloměr setrvačnosti :  $i_y = 0.114935 \text{ m}$  :  $i_z = 0.285935 \text{ m}$ plastický průřezový modul :  $W_{pl.y} = 0.0254402 \text{ m}^3$  :  $W_{pl.z} = 0.060208 \text{ m}^3$ 

Další údaje o průřezu :

natočení průřezu :  $\alpha = 0 \text{ deg}$ poloha referenčního bodu :  $y = 0 \text{ m}$  :  $z = 0 \text{ m}$ 

přiřazený materiál : BETON

objem 1 metru průřezu :  $0.241116 \text{ m}^3$ plocha 1 metru průřezu - vnější :  $4.92052 \text{ m}^2$ hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál :  $0.60279 \text{ t}$ 

Souřadnice vrcholů průřezu:

Vrchol č. 1 :  $y = -0.49 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 2 :  $y = -0.49 \text{ m}$  :  $z = -0.0655461 \text{ m}$ Vrchol č. 3 :  $y = -0.45 \text{ m}$  :  $z = -0.0455461 \text{ m}$ Vrchol č. 4 :  $y = -0.44 \text{ m}$  :  $z = 0.0544539 \text{ m}$ Vrchol č. 5 :  $y = -0.47 \text{ m}$  :  $z = 0.0644539 \text{ m}$ Vrchol č. 6 :  $y = -0.47 \text{ m}$  :  $z = 0.174454 \text{ m}$ Vrchol č. 7 :  $y = 0.47 \text{ m}$  :  $z = 0.174454 \text{ m}$ Vrchol č. 8 :  $y = 0.47 \text{ m}$  :  $z = 0.0644539 \text{ m}$ Vrchol č. 9 :  $y = 0.44 \text{ m}$  :  $z = 0.0544539 \text{ m}$ Vrchol č. 10 :  $y = 0.45 \text{ m}$  :  $z = -0.0455461 \text{ m}$ Vrchol č. 11 :  $y = 0.49 \text{ m}$  :  $z = -0.0655461 \text{ m}$ Vrchol č. 12 :  $y = 0.49 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 13 :  $y = 0.275 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 14 :  $y = 0.275 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 15 :  $y = 0.340711 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 16 :  $y = 0.37 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 17 :  $y = 0.340711 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 18 :  $y = 0.27 \text{ m}$  :  $z = 0.0944539 \text{ m}$ Vrchol č. 19 :  $y = 0.199289 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 20 :  $y = 0.17 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 21 :  $y = 0.199289 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 22 :  $y = 0.265 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 23 :  $y = 0.265 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 24 :  $y = 0.005 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 25 :  $y = 0.005 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 26 :  $y = 0.0707107 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 27 :  $y = 0.1 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 28 :  $y = 0.0707107 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 29 :  $y = 1\text{e-}015 \text{ m}$  :  $z = 0.0944539 \text{ m}$ Vrchol č. 30 :  $y = -0.0707107 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 31 :  $y = -0.1 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 32 :  $y = -0.0707107 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 33 :  $y = -0.005 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 34 :  $y = -0.005 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 35 :  $y = -0.265 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ Vrchol č. 36 :  $y = -0.265 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 37 :  $y = -0.199289 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 38 :  $y = -0.17 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 39 :  $y = -0.199289 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 40 :  $y = -0.27 \text{ m}$  :  $z = 0.0944539 \text{ m}$ Vrchol č. 41 :  $y = -0.340711 \text{ m}$  :  $z = 0.0651646 \text{ m}$ Vrchol č. 42 :  $y = -0.37 \text{ m}$  :  $z = -0.00554609 \text{ m}$ Vrchol č. 43 :  $y = -0.340711 \text{ m}$  :  $z = -0.0762568 \text{ m}$ Vrchol č. 44 :  $y = -0.275 \text{ m}$  :  $z = -0.103475 \text{ m}$ Vrchol č. 45 :  $y = -0.275 \text{ m}$  :  $z = -0.175546 \text{ m}$ **Výpis zadanych tlouštěk:**

Označení	Materiál	Tloušťka [m]
----------	----------	-----------------

roznos	*BETON	0.150
--------	--------	-------



**Výpis prutových dílců - parametry prutů:**

Prut	Typ prutu	Průřez 1	Působení	Délka [m]	Objem [m3]	Skupina
1	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
2	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
3	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
4	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
5	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
6	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
7	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
8	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
9	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
10	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1
11	Obecný	ZMP-62	Běžný	5.700	1.374	Skupina č.1

**Výpis prutových dílců - souřadnice vrcholů:**

Prut	Počátek [m]	Konec [m]
1	2.850,-5.000,0.000	-2.850,-5.000,0.000
2	2.850,-4.000,0.000	-2.850,-4.000,0.000
3	2.850,-3.000,0.000	-2.850,-3.000,0.000
4	2.850,-2.000,0.000	-2.850,-2.000,0.000
5	2.850,-1.000,0.000	-2.850,-1.000,0.000
6	2.850,0.000,0.000	-2.850,0.000,0.000
7	2.850,1.000,0.000	-2.850,1.000,0.000
8	2.850,2.000,0.000	-2.850,2.000,0.000
9	2.850,3.000,0.000	-2.850,3.000,0.000
10	2.850,4.000,0.000	-2.850,4.000,0.000
11	2.850,5.000,0.000	-2.850,5.000,0.000

**Výpis plošných dílců - parametry ploch:**

Plocha	Typ plochy	Deska	Tloušťka [m]	Objem [m3]	Skupina
1	Rovinná deska	Tenká deska	0.150	9.405	Skupina č.1

**Výpis plošných dílců - souřadnice vrcholů ploch:**

Plocha	Hrana	Počátek [m]	Konec [m]
Polygon1	1	2.850,-5.500,0.000	-2.850,-5.500,0.000
	2	-2.850,-5.500,0.000	-2.850,5.500,0.000
	3	-2.850,5.500,0.000	2.850,5.500,0.000
	4	2.850,5.500,0.000	2.850,-5.500,0.000

**Výpis zatěžovacích stavů :**

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G	1.350	stálé zatížení	Perm - stálé	0	Perm	Ne
Vn2n	1.500	normální dvounápravy 32t	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
Vn2n1	1.500	normální dvounápravy 32t	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
Vr2n	1.500	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr2n1	1.500	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr3n	1.500	výhradní třínáprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr3n1	1.500	výhradní třínáprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr6n	1.500	výhradní šestnáprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Vr6n1	1.500	výhradní šestnáprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Ve9n	1.500	vyjímecná devítináprava 108t	Short - krátkodobé	9	Short !	Ano
Ve9n1	1.500	vyjímecná devítináprava 108t	Short - krátkodobé	9	Short !	Ano

## 2.2. Zatížení

### 2.2.1. Stálé zatížení

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaných geometrických a materiálových charakteristik aplikací gravitačního zrychlení  $10\text{m/s}^2$ . Aplikace gravitační konstanty je přitom provedena pouze na prutové prvky T-profilu, deska je namodelována pouze pro příčný roznos a přenos zatížení od mostního svršku.

$$q_{\text{žMP-62}} = 0.24 \cdot 25 = 6.0\text{kN/m}$$

$$q_{\text{vozovky}} = 0.3 \cdot 25 = 7.5\text{kN/m}^2$$

Smršťování ani dotvarování konstrukce není uvažováno.

### 2.2.2. Nahodilé zatížení

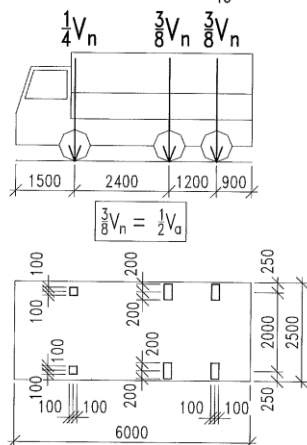
Nahodilé zatížení je sestaveno podle ČSN 73 6222 pro zatížení normální (dvounápravovými vozidly 32t v každém jízdním pruhu), výhradní (dvounápravovým vozidlem 32t, třinápravovým vozidlem 32t a šestinápravovým vozidlem 72t) a vyjimečné (devitinápravovým vozidlem 108t). Normální a výhradní zatížení je osazeno u kraje nosné konstrukce, vyjimečné zatížení je uvažováno v ose mostu.

Vozidla jsou v podélném směru osazena podle Winklerova kritéria pro vystižení extrémů ohybových momentů a u opěry por vystižení maximálních posouvajících sil.

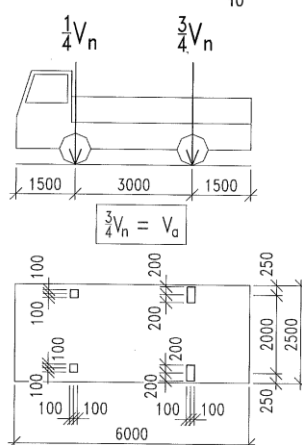
ČSN 73 6222

Rozměry v mm

a) třinápravové vozidlo  $V_n = \frac{1}{10} V_{nw} \geq 16\text{t}$

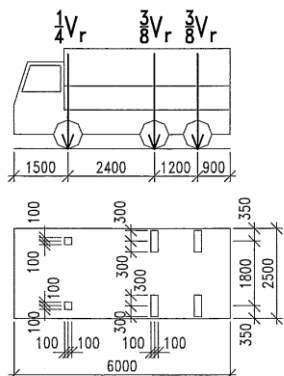
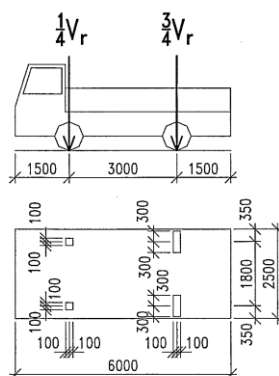
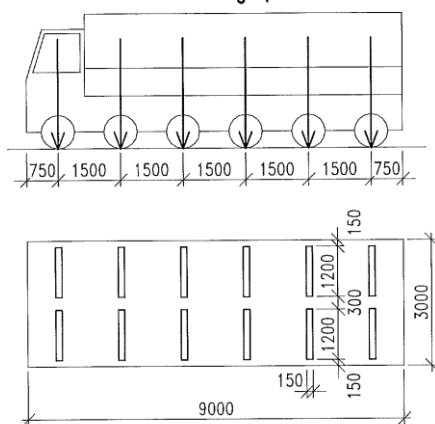
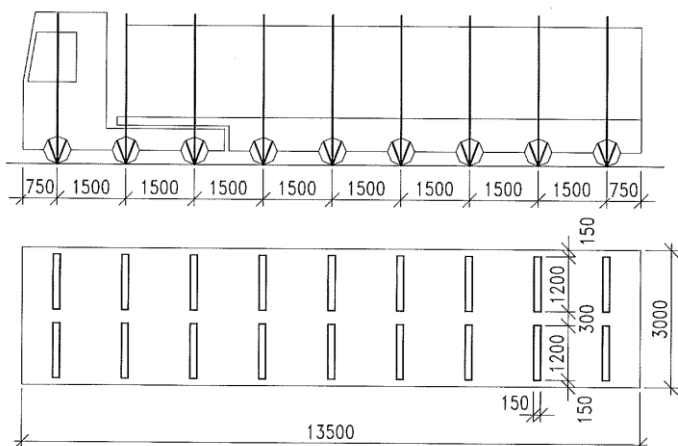


b) dvounápravové vozidlo  $V_n = \frac{1}{10} V_{nw} < 16\text{t}$



POZNÁMKA Zatížení přední nápravou vozidla  $\frac{1}{4} V_{nw}$  je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu (2,5  $V_n$  v zatěžovacím pruhu č. 1 a č. 2, resp.  $V_n$  v zatěžovacím pruhu č. 3 a č. 4)

Obrázek 7.2 – Schémata vozidel pro stanovení normální zatížitelnosti  $V_n$

a) třínápravové vozidlo  $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} \geq 16 \text{ t}$ 

b) dvounápravové vozidlo  $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} < 16 \text{ t}$ 

Obrázek 7.4 – Schéma dvounápravového a třínápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti  $V_r$ 
 $6 \times \frac{1}{6} V_r$ 

Obrázek 7.3 – Schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti  $V_r$ 
 $9 \times \frac{1}{9} V_e$ 

Obrázek 7.5 – Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti  $V_e$ 

Roznos sil kolových tlaků pro zatížení výhradní šestinápravou a výjimečnou devítinápravou je proveden podle následovně.

$$q_{Vr6N} = q_{Ve9N} = \frac{720}{6 \cdot 2 \cdot 1.2} = 50 \text{ kN/m}$$

Dynamický součinitel je uvažován hodnotou  $\delta=1.3$  pro normální a výhradní zatížení, pro výjimečné zatížení uvažuji  $\delta=1.05$ . Brzdné síly nemají na stanovení zatížitelnosti vliv.

**2.2.3. Vedlejší zatížení**

Účinky rovnoměrného i nerovnoměrného oteplení resp. ochlazení nosné konstrukce nemají na tento typ konstrukce pro stanovení zatížitelnosti zásadní vliv a nejsou uvažovány.

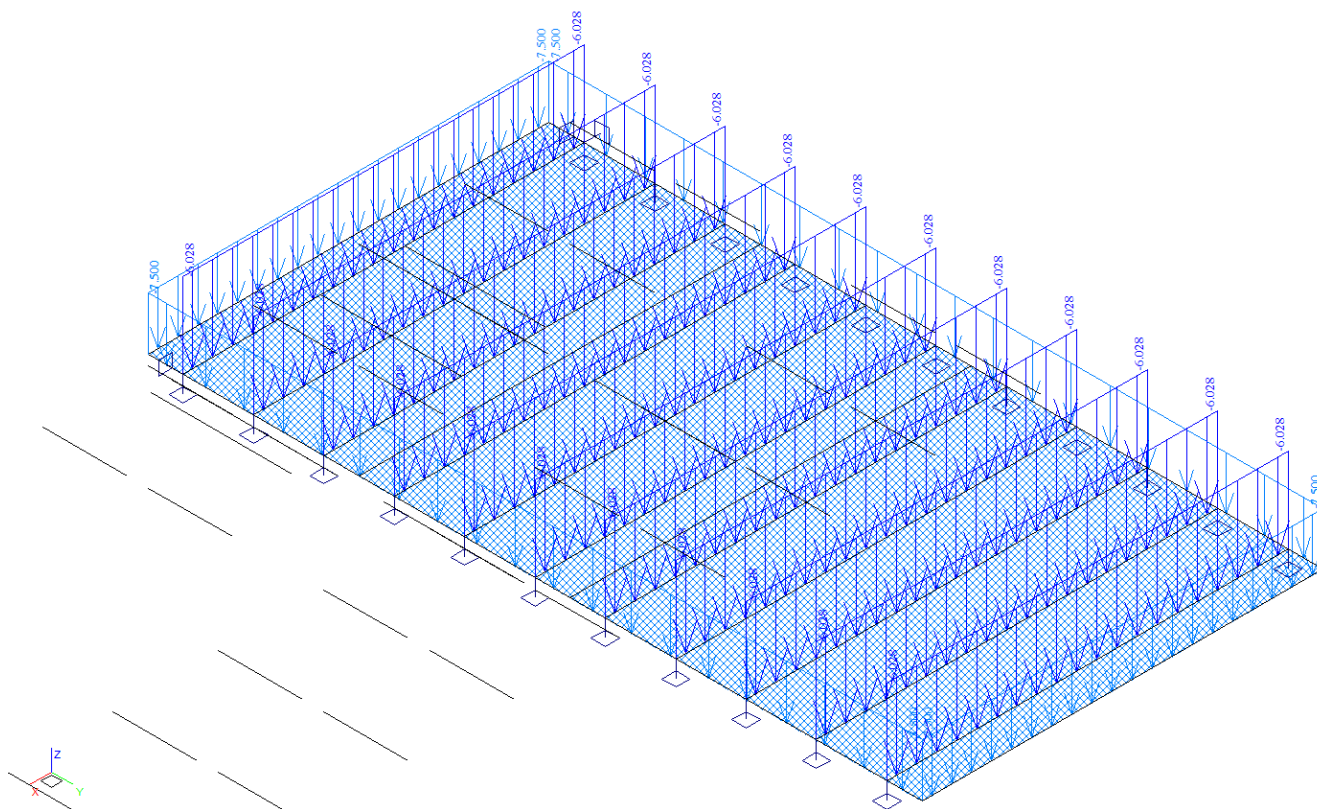
**2.2.4. Sestavené zatěžovací stavy**

Rekapitulace sestavených zatěžovacích stavů na výpočetním modelu nosné konstrukce mostu je provedena výpisem z použitého výpočetního programu. Vybrané zatěžovací stavy jsou zobrazeny dále.

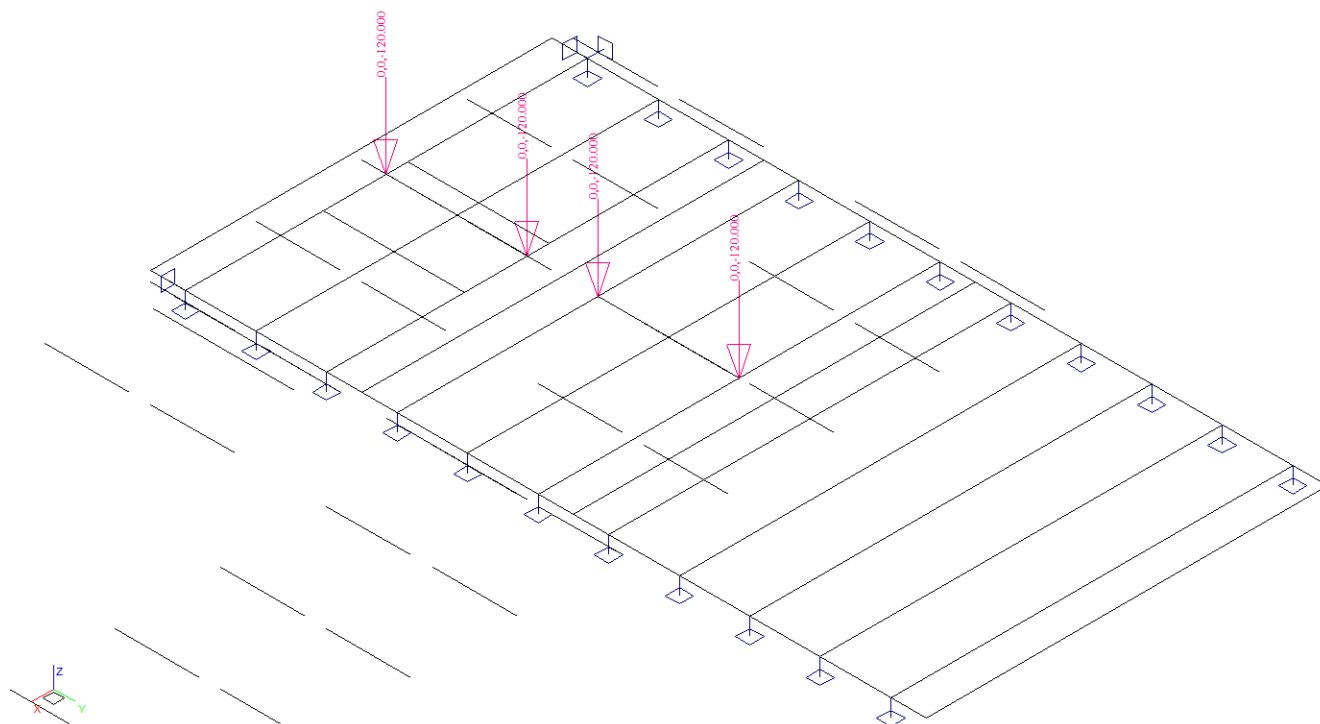
**Výpis zatěžovacích stavů :**

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G	1.350	stálé zatížení	Perm - stálé	0	Perm	Ne
Vn2n	1.500	normální dvounápravy 32t	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
Vn2n1	1.500	normální dvounápravy 32t	Short - krátkodobé	1	Short !	Ano
Vr2n	1.500	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr2n1	1.500	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr3n	1.500	výhradní třínáprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr3n1	1.500	výhradní třínáprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr6n	1.500	výhradní šestnáprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Vr6n1	1.500	výhradní šestnáprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Ve9n	1.500	vyjímecná devítináprava 108t	Short - krátkodobé	9	Short !	Ano
Ve9n1	1.500	vyjímecná devítináprava 108t	Short - krátkodobé	9	Short !	Ano

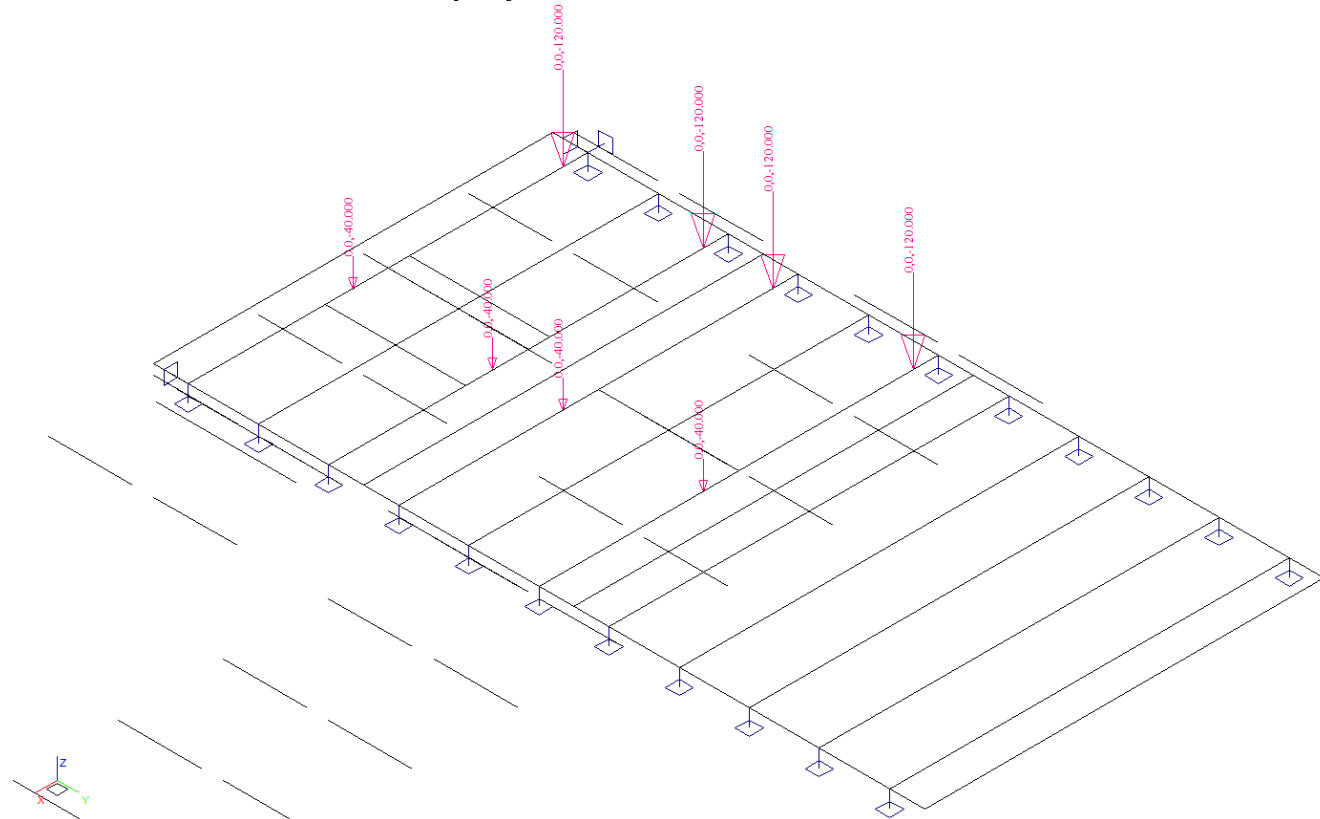
<b>G</b>	<b>1.350</b>	<b>stálé zatížení</b>	<b>Perm - stálé</b>	<b>0</b>	<b>Perm</b>	<b>Ne</b>
----------	--------------	-----------------------	---------------------	----------	-------------	-----------



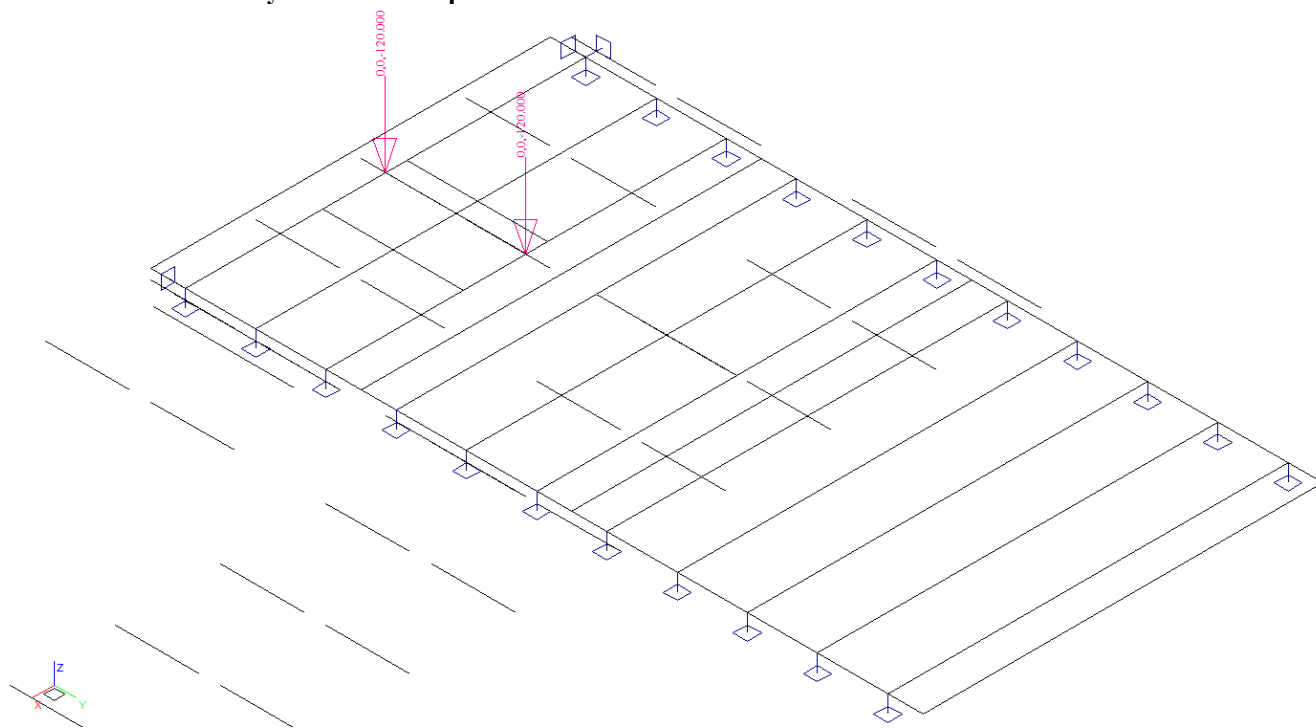
**Vn2n 1.500 normální dvounápravy 32t Short - krátkodobé 1 Short ! Ano**



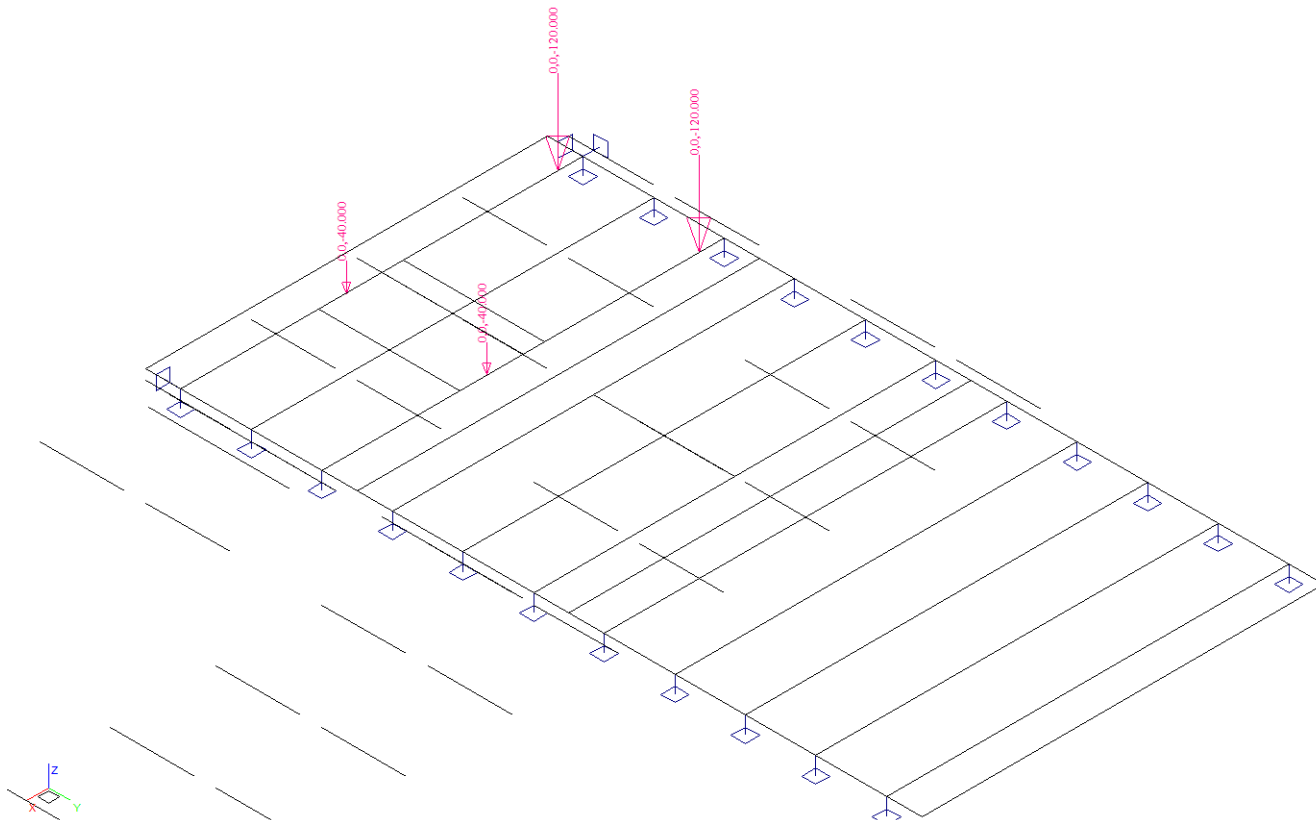
**Vn2n1 1.500 normální dvounápravy 32t Short - krátkodobé 1 Short ! Ano**



**Vr2n 1.500 výhradní dvounáprava 32t Short - krátkodobé 2 Short ! Ano**

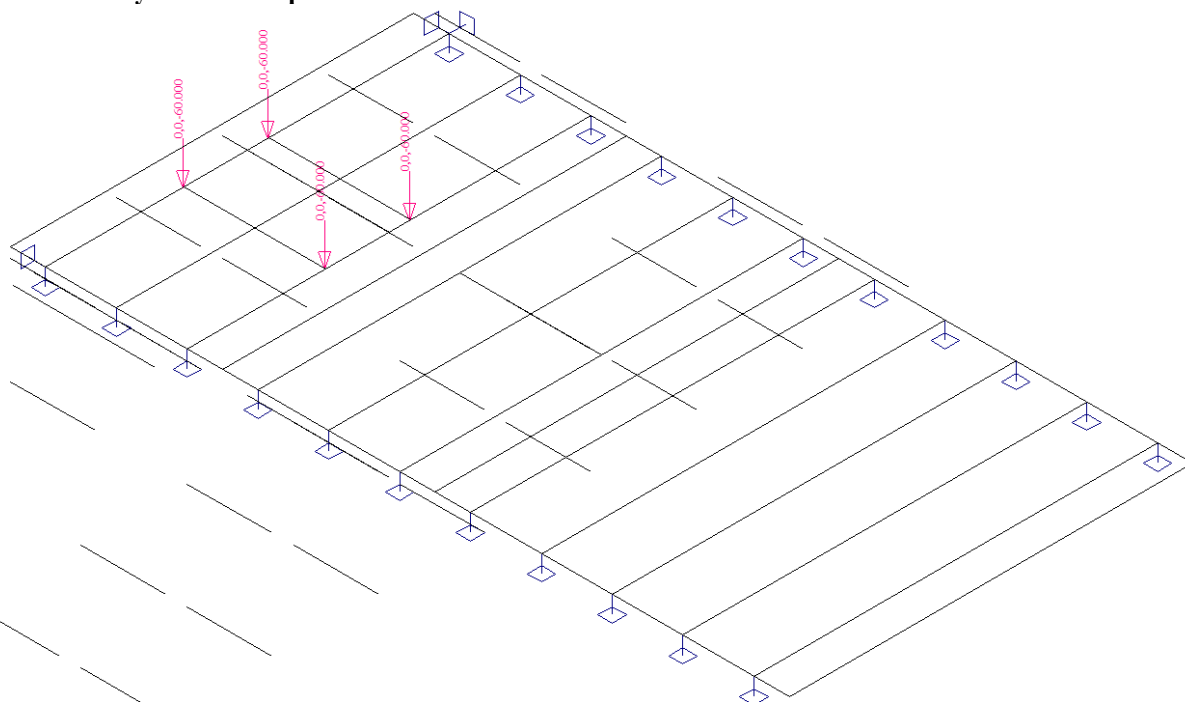


**Vr2n1 1.500 výhradní dvounáprava 32t Short - krátkodobé 2 Short ! Ano**

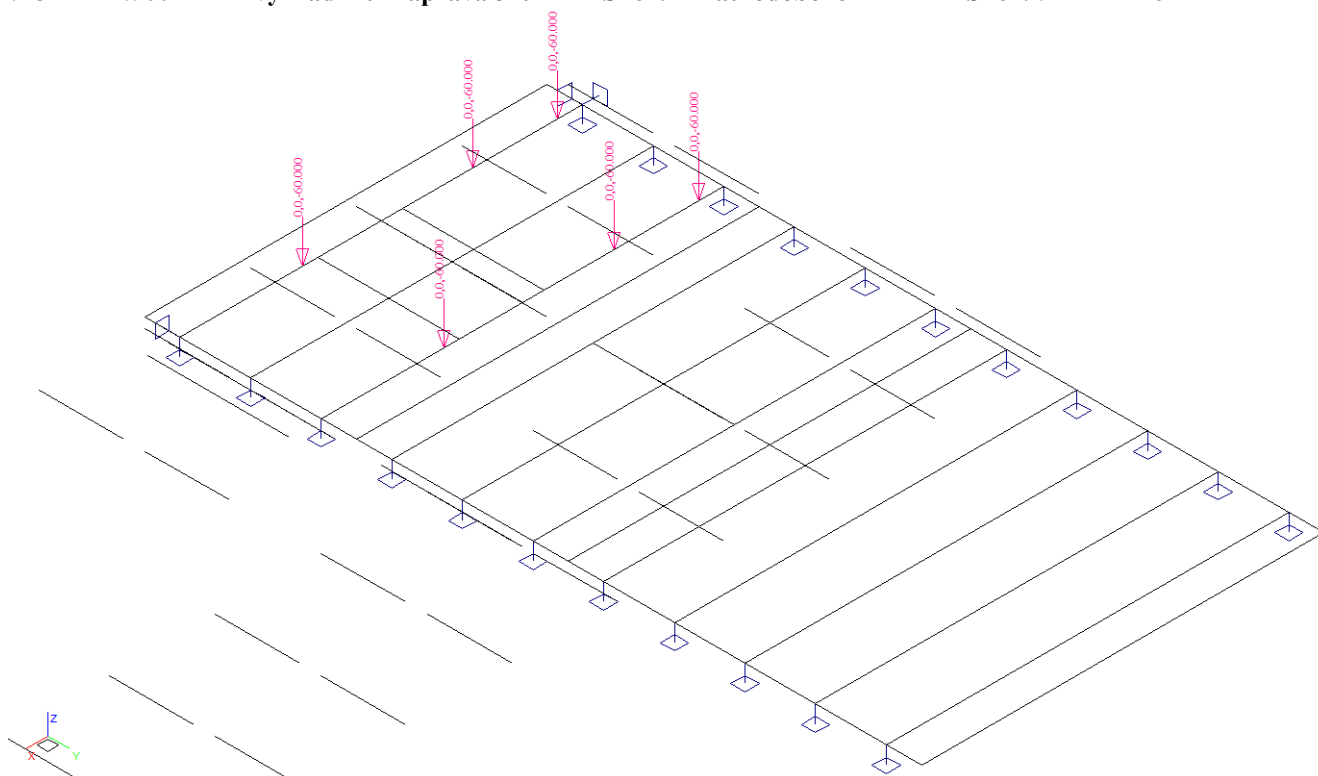




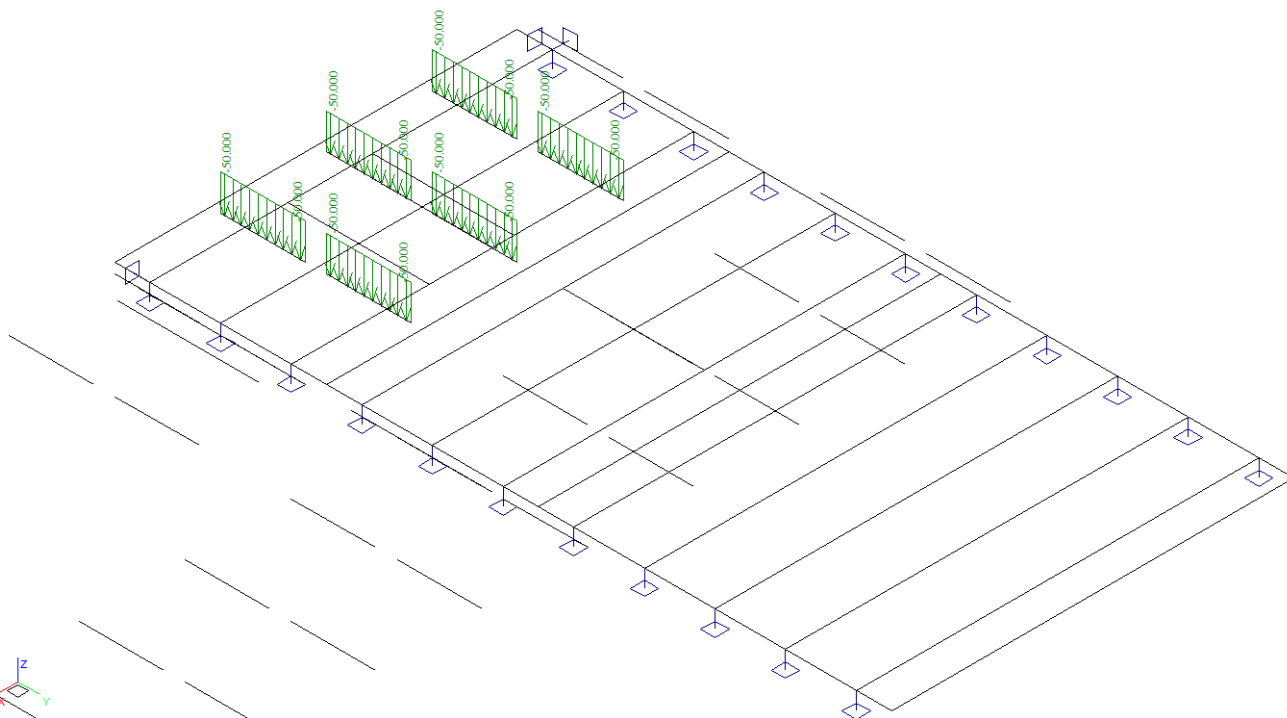
**Vr3n 1.500 výhradní třínáprava 32t Short - krátkodobé 3 Short ! Ano**



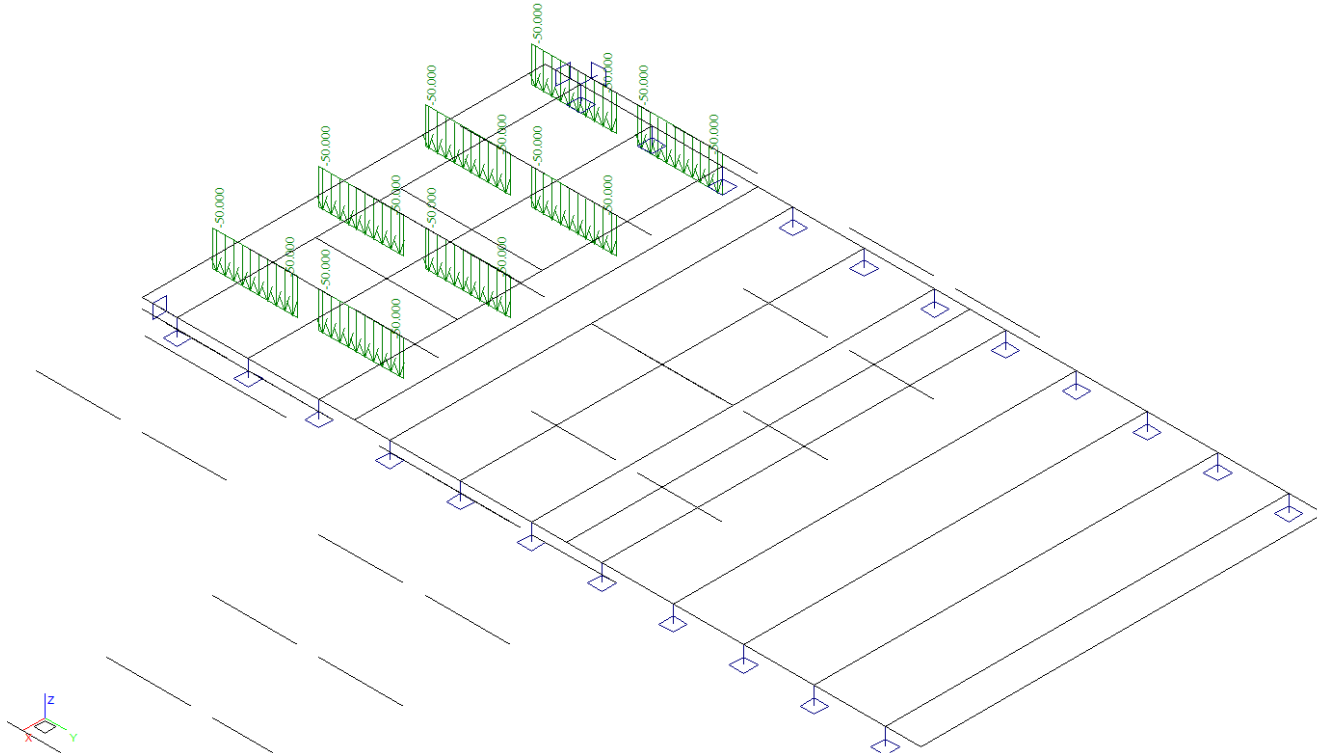
**Vr3n1 1.500 výhradní třínáprava 32t Short - krátkodobé 3 Short ! Ano**



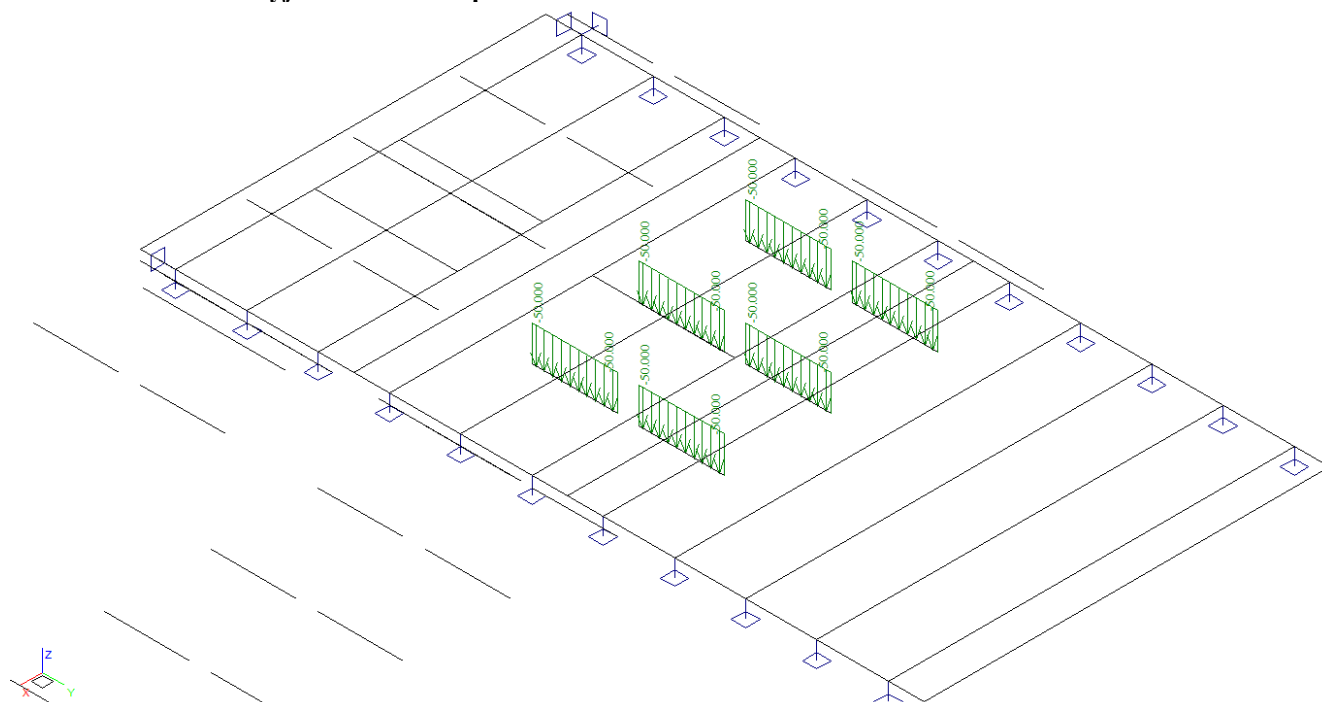
**Vr6n 1.500 výhradní šestináprava 72t Short - krátkodobé 6 Short ! Ano**



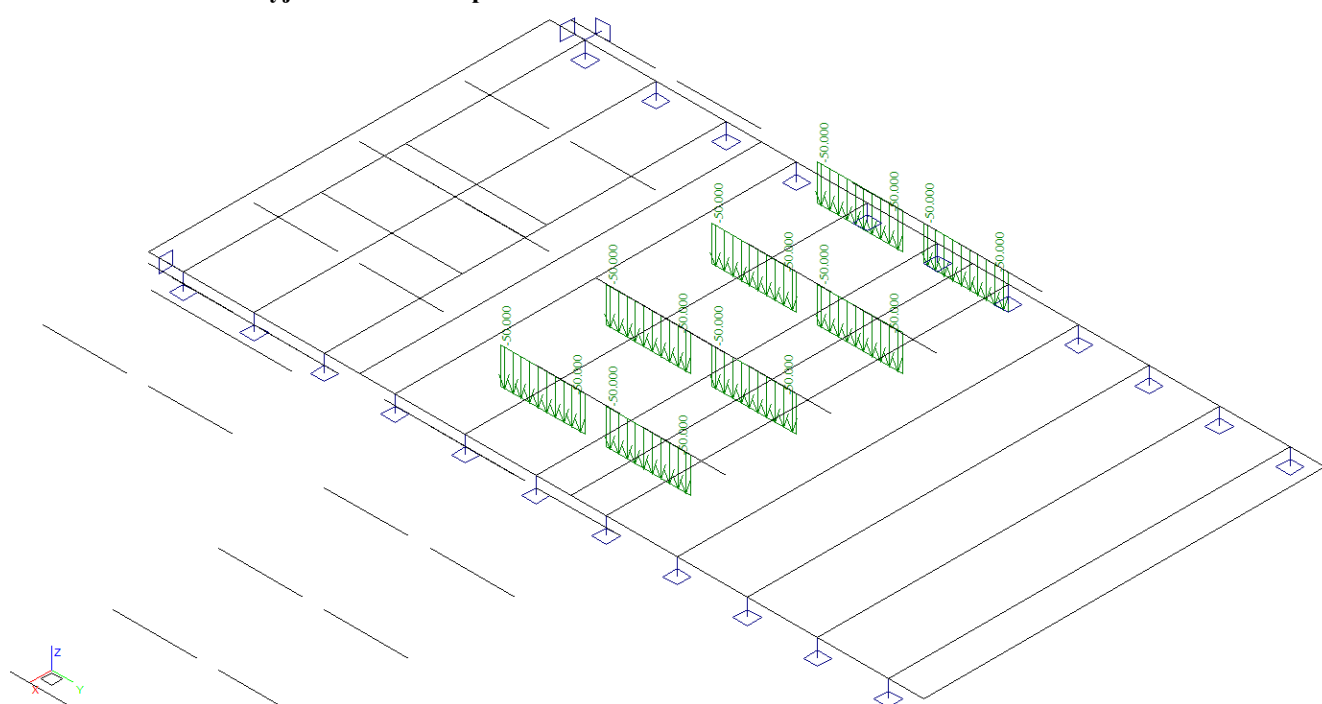
**Vr6n1 1.500 výhradní šestináprava 72t Short - krátkodobé 6 Short ! Ano**

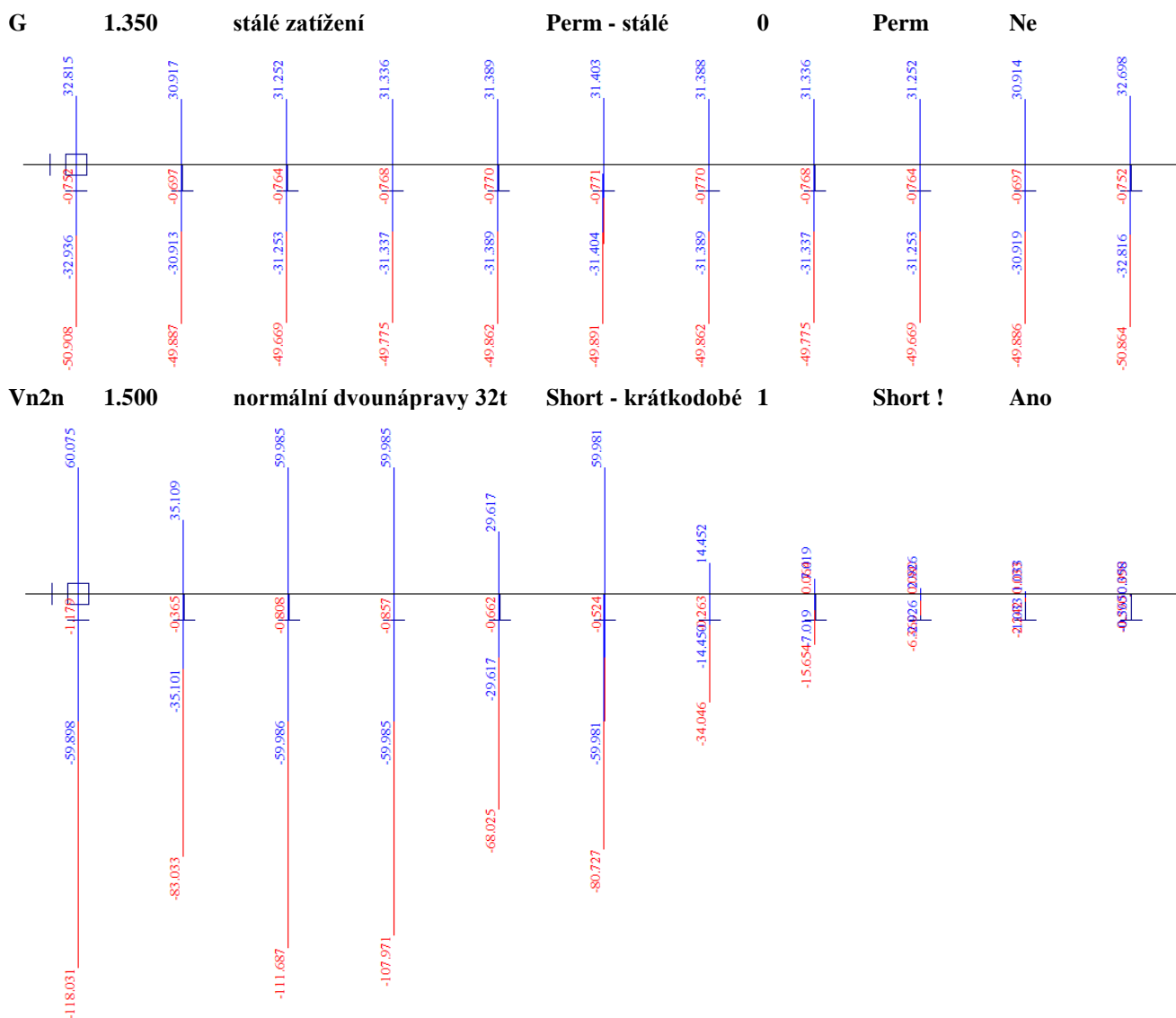


**Ve9n 1.500 vyjímečná devítinápřava 108t Short - krátkodobé 9 Short ! Ano**



**Ve9n1 1.500 vyjímečná devítinápřava 108t Short - krátkodobé 9 Short ! Ano**





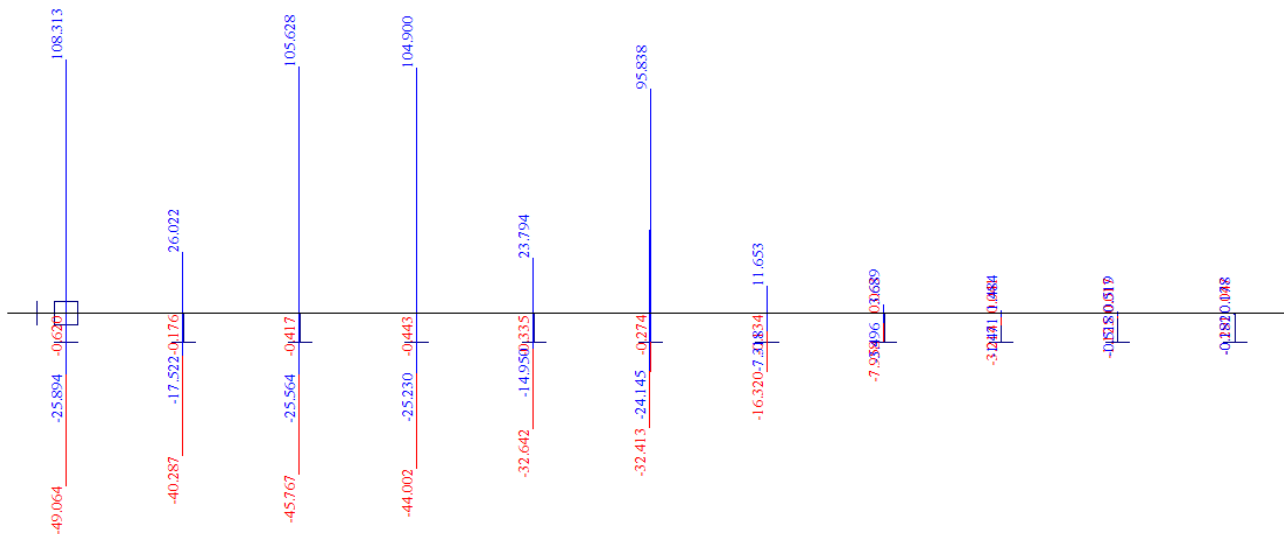
**Vn2n1 1.500**

**normální dvounáprava 32t**

**Short - krátkodobé 1**

**Short !**

**Ano**



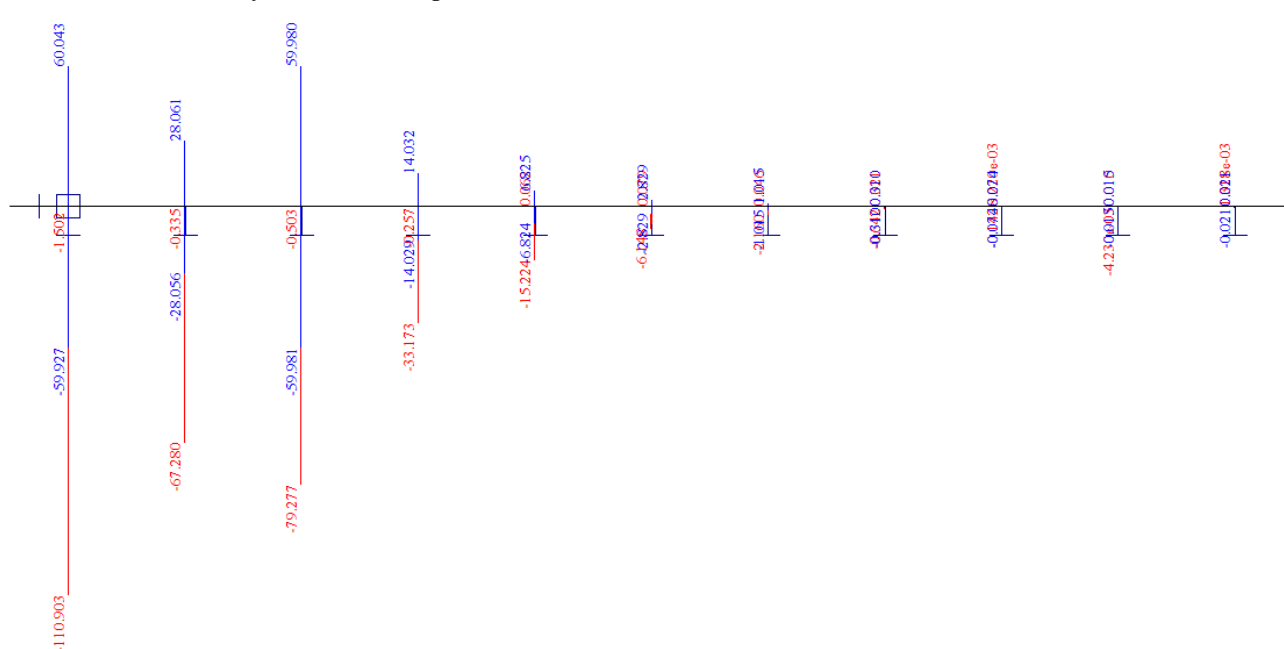
**Vr2n 1.500**

**výhradní dvounáprava 32t**

**Short - krátkodobé 2**

**Short !**

**Ano**



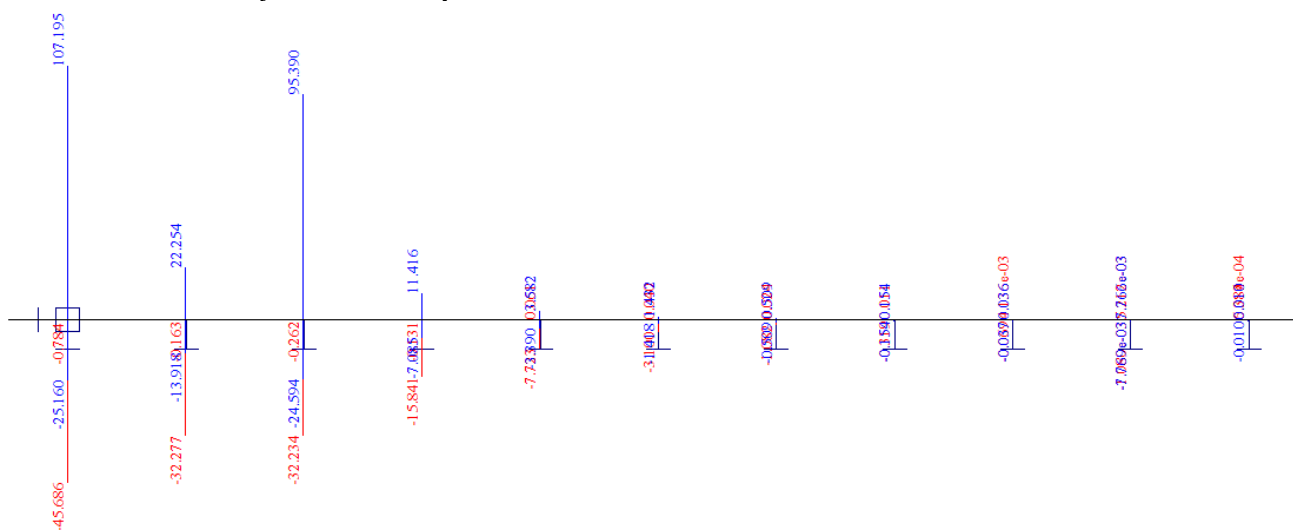
**Vr2n1 1.500**

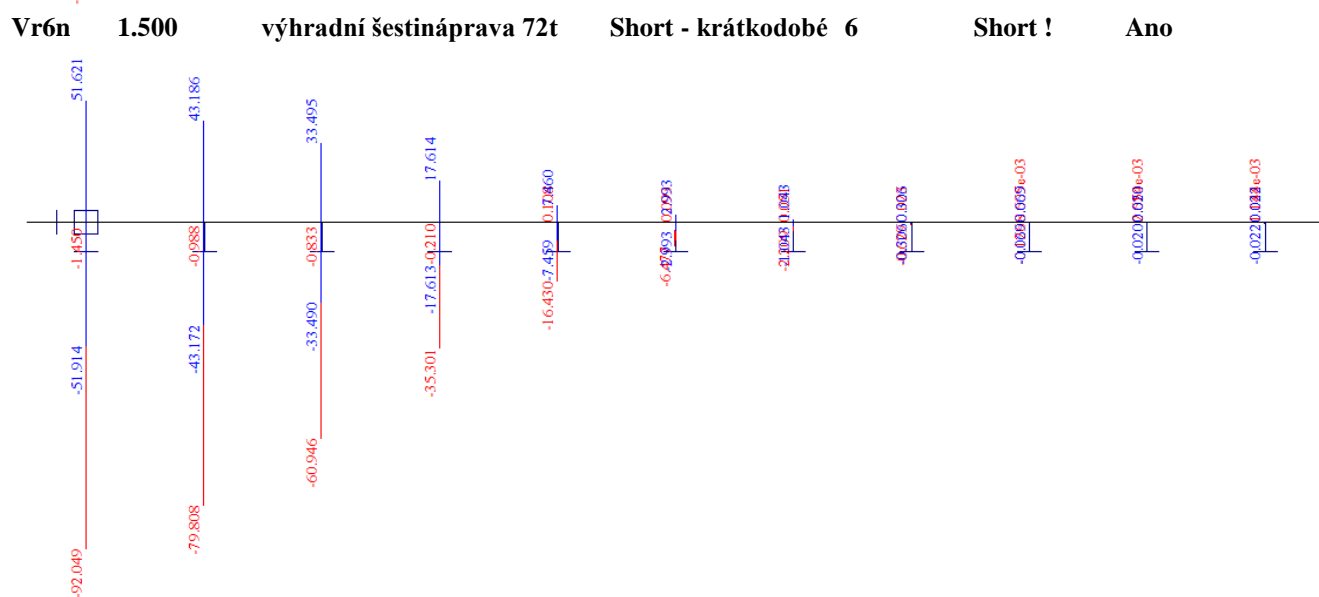
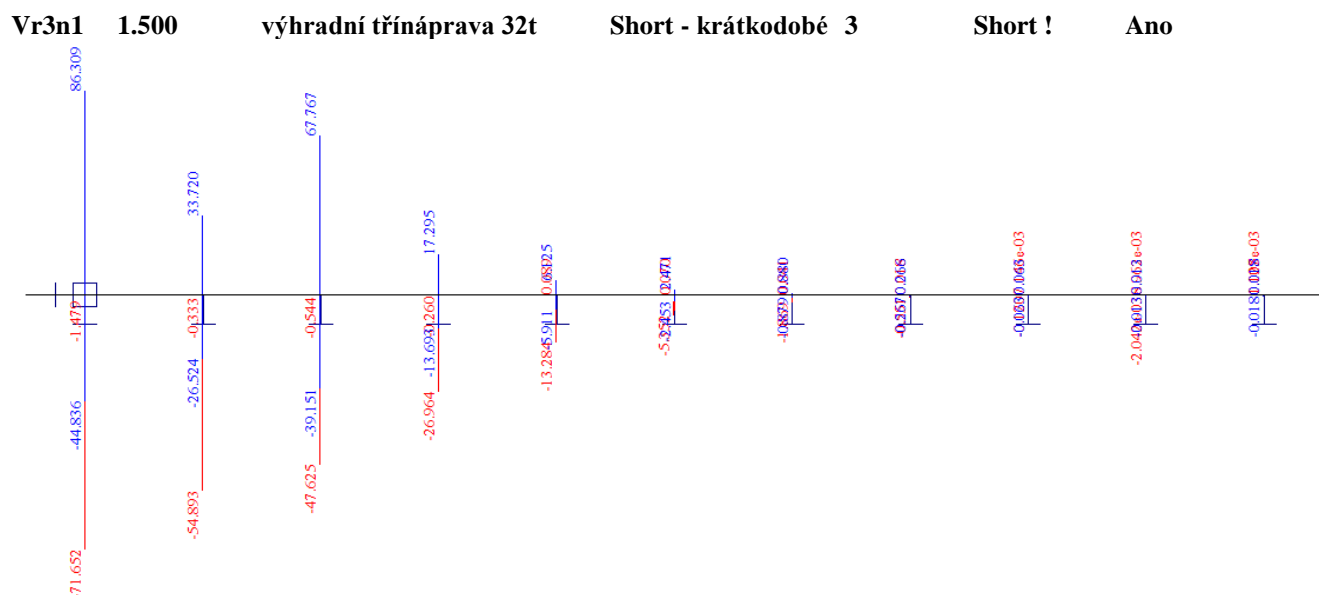
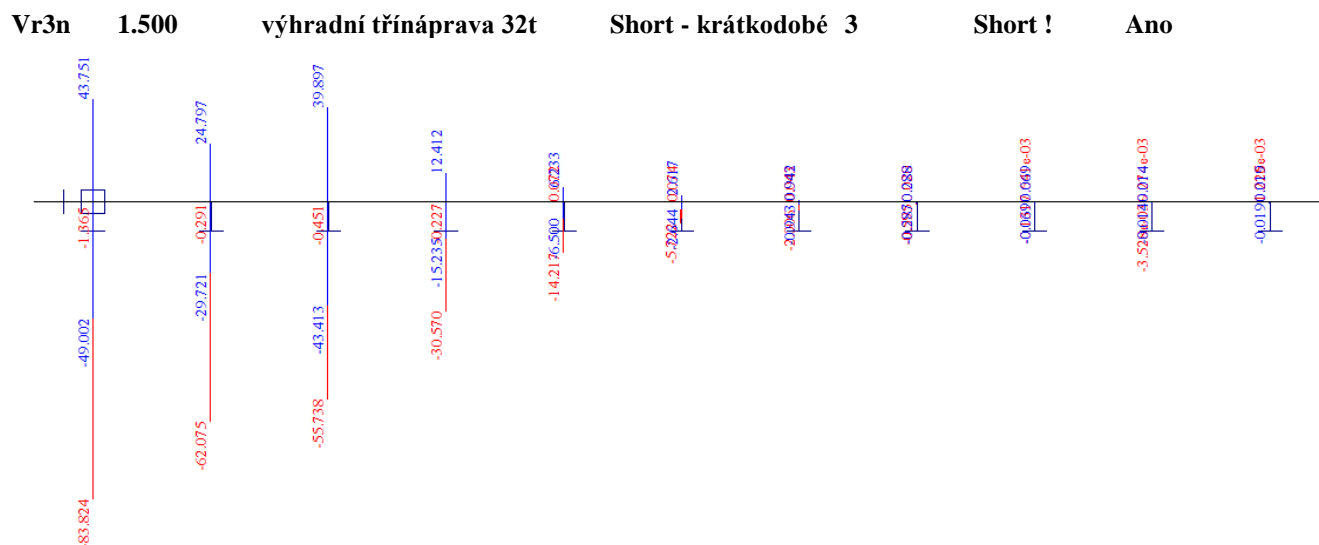
**výhradní dvounáprava 32t**

**Short - krátkodobé 2**

**Short !**

**Ano**







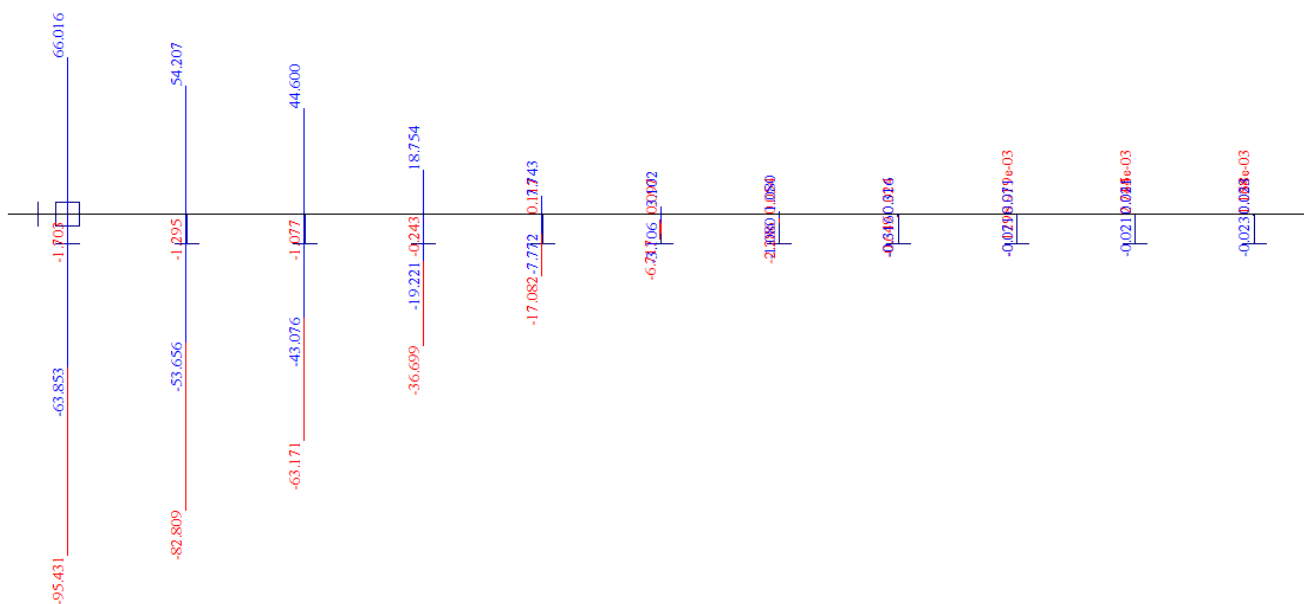
Vr6n1 1.500

výhradní šestináprava 72t

Short - krátkodobé 6

Short !

Ano

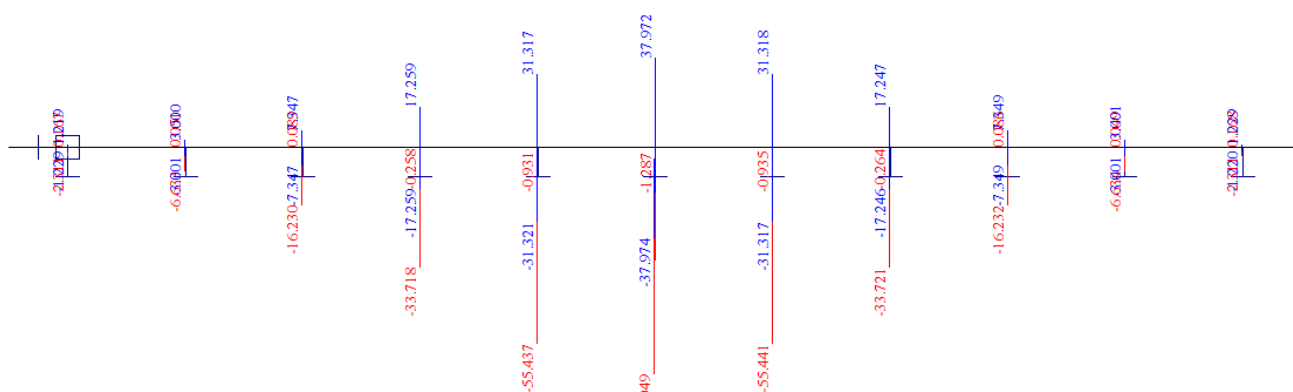


Ve9n 1.500

vyjimečná devítináprava 108t Short - krátkodobé 9

Short !

Ano

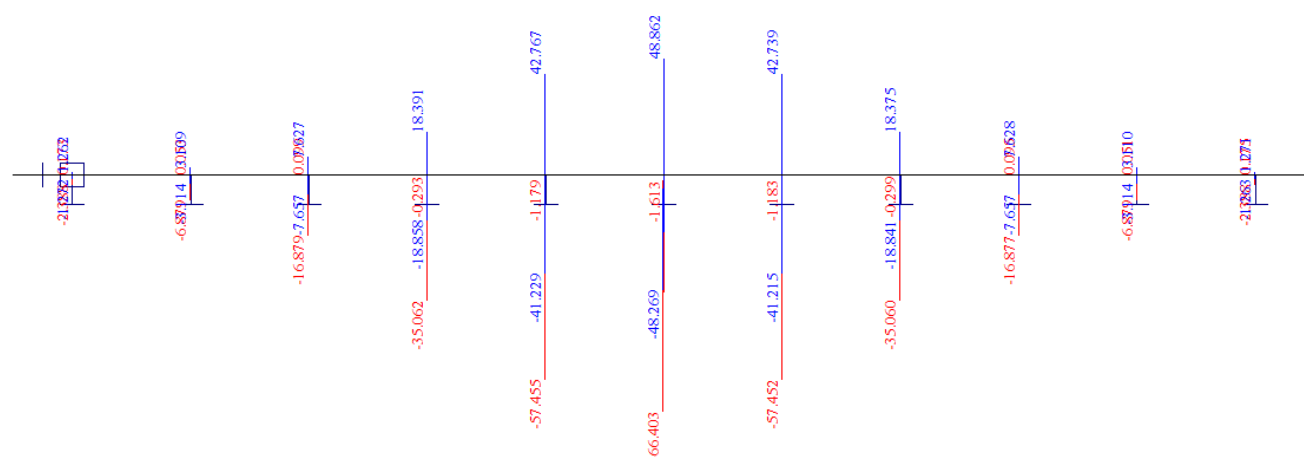


Ve9n1 1.500

vyjimečná devítináprava 108t Short - krátkodobé 9

Short !

Ano



**2.3.2. Rekapitulace vnitřních sil v trámu**

V tabulce jsou uvedeny hodnoty ohybového momentu bez dynamického součinitele.

zatížení	$m_d$ [kNm]	$M_{ZMP}$ [kNm]	$k_d$	$M$ [kNm]	$q_d$ [kNm]	$Q_{ZMP}$ [kNm]	$k_d$	$Q$ [kNm]
G - vlastní tíha a mostní svršek	5.0	50.0	1.10	55.0	4.0	32.0	1.13	36.0
Vn2N - norm.dvounápravy 32t		118.0	1.10	129.8		108.0	1.13	121.5
Vr2N - výhr.dvounáprava 32t		110.0	1.10	121.0		107.0	1.13	120.4
Vr3N - výhr.třínáprava 32t		83.0	1.10	91.3		86.0	1.13	96.8
Vr6N - výhr.šestináprava 72t		92.0	1.10	101.2		66.0	1.13	74.3
Ve9N - výjim.devítináprava 108t		64.0	1.10	70.4		48.0	1.13	54.0

**2.4. Zatížitelnost****2.4.1. Moment únosnosti**

Moment únosnosti je stanoven z dimenzačních hodnot dle typového podkladu.

$$M_u = M_g + \delta \cdot M_p = 55.35 + 113.4 = 168.75 \text{ kNm}$$

$$Q_u = Q_g + \delta \cdot Q_p = 33.05 + 78.2 = 120.25 \text{ kNm}$$

**2.4.2. Zatížitelnost**

Zatížitelnost je určena podle vztahu:

$$Z = \frac{M_s - M_g}{\delta \cdot M_p} \cdot V_n$$

Výpočet zatížitelnosti je proveden v následujících tabulkách pro jednotlivé posuzované prvky a typy zatížení.

**Přejezd bez omezení rychlosti s plným dynamickým součinitelem:**

**Namáhání ŽMP ohybem:**

zatížitelnost	$M_u$ [kNm]	$M_g$ [kNm]	$\delta$	$M_p$ [kNm]	$V_n$ [t]	$Z$ [t]
normální dvounápravy	168.75	55.0	1.30	129.8	32	21.6
výhradní dvounáprava	168.75	55.0	1.30	121.0	32	23.1
výhradní třínáprava	168.75	55.0	1.30	91.3	32	30.7
výhradní šestináprava	168.75	55.0	1.30	101.2	72	62.3
výjimečná devítináprava	168.75	55.0	1.05	70.4	108	166.2

**Namáhání ŽMP smykem:**

zatížitelnost	$Q_u$ [kNm]	$Q_g$ [kNm]	$\delta$	$Q_p$ [kNm]	$V_n$ [t]	$Z$ [t]
normální dvounápravy	120.25	36.0	1.30	121.5	32	17.1
výhradní dvounáprava	120.25	36.0	1.30	120.4	32	17.2
výhradní třínáprava	120.25	36.0	1.30	96.8	32	21.4
výhradní šestináprava	120.25	36.0	1.30	74.3	72	62.8
výjimečná devítináprava	120.25	36.0	1.05	54.0	108	160.5

**Přejezd se snížením dynamických účinků omezením rychlosti na 5km/h:**

**Namáhání ŽMP ohybem:**

zatížitelnost	$M_u$ [kNm]	$M_g$ [kNm]	$\delta$	$M_p$ [kNm]	$V_n$ [t]	$Z$ [t]
normální dvounápravy	168.75	55.0	1.05	129.8	32	26.7
výhradní dvounáprava	168.75	55.0	1.05	121.0	32	28.7
výhradní třínáprava	168.75	55.0	1.05	91.3	32	38.0
výhradní šestináprava	168.75	55.0	1.05	101.2	72	77.1
vyjímečná devítináprava	168.75	55.0	1.05	70.4	108	166.2

**Namáhání ŽMP smykem:**

zatížitelnost	$Q_u$ [kNm]	$Q_g$ [kNm]	$\delta$	$Q_p$ [kNm]	$V_n$ [t]	$Z$ [t]
normální dvounápravy	120.25	36.0	1.05	121.5	32	21.1
výhradní dvounáprava	120.25	36.0	1.05	120.4	32	21.3
výhradní třínáprava	120.25	36.0	1.05	96.8	32	26.5
výhradní šestináprava	120.25	36.0	1.05	74.3	72	77.8
vyjímečná devítináprava	120.25	36.0	1.05	54.0	108	160.5

### 3. Závěr

Zatížitelnost stávajícího mostu je stanovena dle ČSN 73 6222. Hodnoty zatížitelnosti jednotlivých typů vozidel jsou dále redukovány součinitelem stavebního stavu dle ČSN 73 6221. Stavební stav pojezdové části nosné konstrukce mostu je hodnocen dle hlavní mostní prohlídky stupněm IV jako uspokojivý se součinitelem stavebního stavu  $\alpha=0.8$ .

typ zatížení	bez redukce	$\alpha$	po redukci
normální dvounápravová vozidla	17.1	0.8	13.7
výhradní dvounápravové vozidlo	17.2	0.8	13.8
výhradní třínápravové vozidlo	21.4	0.8	17.1
výhradní šestinápravové vozidlo	62.3	0.8	49.8
vyjímečné devítinápravové vozidlo	160.5	0.8	128.4

**Zatížitelnost je pak dle kritérií ČSN 73 6222:**

- normální zatížitelnost 13t dvounápravová vozidla
- výhradní zatížitelnost 17t dvounápravové vozidlo
- vyjímečná zatížitelnost 128t devítinápravové vozidlo
- zatížení na nápravu 10.3t náprava dvounápravového vozidla

Na základě tohoto statického výpočtu zatížitelnosti je nutno osadit následující dopravní opatření:

- dopravní značku č.B13 s hodnotou normální zatížitelnosti 13t
- dodatkovou tabulku č.E5 s hodnotou výhradní zatížitelnosti 13t
- dopravní značku č.B14 s hodnotou zatížení na nápravu 10.3t

V případě potřeby přejezdu těžších vozidel, než která jsou posouzena, lze statický výpočet doplnit o konkrétní typ vozidla. Takový případ je nutno posoudit v dostatečném předstihu.

Zvýšení normové zatížitelnosti lze docílit dalšími dopravními opatřeními, např. vymezením přejezdu středem mostu, nebo snížením rychlost průjezdu na 5km/h s nižšími dynamickými účinky, nebo kombinací obou možností.

Rekapitulace možností zvýšení zatížitelnosti dopravními opatřeními:

zatížitelnost bez součinitele stavebního stavu	bez vymezení trajektorie a bez omezení rychlosti	bez vymezení trajektorie ale s omezením rychlosti	průjezd středem bez omezení rychlosti	průjezd středem s omezením rychlosti
normální dvounápravová vozidla	17.1	21.1	23.7	29.3
výhradní dvounápravové vozidlo	17.2	21.3	23.9	29.6
výhradní třínápravové vozidlo	21.4	26.5	29.7	36.8
výhradní šestnápravové vozidlo	62.3	77.1	86.4	107.0
vyjímečné devítinápravové vozidlo	160.5	160.5	160.5	160.5
zatížitelnost po redukci součinitelem stavebního stavu	$\alpha = 0.8$			
normální dvounápravová vozidla	13.7	16.9	19.0	23.4
výhradní dvounápravové vozidlo	13.8	17.0	19.1	23.7
výhradní třínápravové vozidlo	17.1	21.2	23.8	29.4
výhradní šestnápravové vozidlo	49.8	61.7	69.1	85.6
vyjímečné devítinápravové vozidlo	128.4	128.4	128.4	128.4

Výběr varianty musí být proveden s ohledem na riziko zvýšení dopravní zátěže, hluku, prašnosti, kapacity, což s sebou ponesou kolony vozidel, které si budou dávat přednost nebo budou řízeny světelnou signalizací. Osobně doporučuji vymežit jízdu středem a omezit rychlost pouze pro těžká vozidla, pokud takové značení dopravní policie připustí. Zřejmě by se jednalo o kombinaci žlutého vyznačení jízdy středem VDZ doplněným SDZ s vyznačením zatížitelnosti v jednotlivých trajektoriích. Jízda středem přitom neznamená přesně středem, ale min.2m od okraje nosné konstrukce.

V Liberci, dne 5.3.2019  
Vypracoval Ing.T.Humpal