

Statický výpočet zatížitelnosti

Obsah :

1	ÚVOD.....	1
1.1	VŠEOBECNĚ	1
1.2	POPIS KONSTRUKCE.....	1
1.3	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
1.4	LITERATURA	2
2	STATICKÝ VÝPOČET	2
2.1	GEOMETRIE.....	2
2.1.1	<i>Schéma nosné konstrukce</i>	<i>3</i>
2.1.2	<i>Model klenby.....</i>	<i>5</i>
2.2	ZATÍŽENÍ.....	8
2.2.1	<i>Stálé zatížení</i>	<i>8</i>
2.2.2	<i>Nahodilé zatížení.....</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Sestavené zatěžovací stavy na klenbu</i>	<i>11</i>
2.3	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL	12
2.4	ZATÍŽITELNOST	17
3	ZÁVĚR.....	20

1 Úvod

1.1 Všeobecně

Jedná se o most ev.č.VDF-114M ve Varnsdorfu (okres děčín, kraj Ústecký). Most převádí místní komunikaci, ulici Národní, přes vodoteč Mandava.

1.2 Popis konstrukce

Nosná konstrukce mostu je charakteru šikmé kamenné klenby tloušťky cca 80cm o šikmé světlosti 14.725m. Šikmost pravá 76°. Vzepětí podhledu klenby činí 2.118m, výška nadnásypu ve vrcholu klenby je min.41cm. Kamenná klenba bude zesílena spřaženou rubovou obetonávkou a opatřena vykonzolovanou roznášecí a chodníkovou deskou proměnného vyložení tloušťky 20-25cm.

1.3 Předpoklady výpočtu

Kolové tlaky na klenbu jsou v příčném směru rozneseny na roznášecí šířku přes vrstvy vozovky. Uvažuji rovinný model šířky 1.0m.

Vliv zatížení od říms a zábradlí je na klenbu zanedbatelný. Vliv šikmosti je zanedbatelný s ohledem na navrhované zesílení tuhou rubovou obetonávkou.

Výpočet zatížitelnosti je omezen na únosnost klenby v podélném směru na šikmé rozpětí.

Stavební stav konstrukce je zohledněn součinitelem stavebního stavu.

Předmětem výpočtu je zatížitelnost klenby s ohledem na stanovení nutného zesílení rubovou obetonávkou.

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:

- Fotodokumentace
- Rekognoskace objektu
- Hlavní mostní prohlídka

Literatura:

- Statické tabulky

2 Statický výpočet

2.1 Geometrie

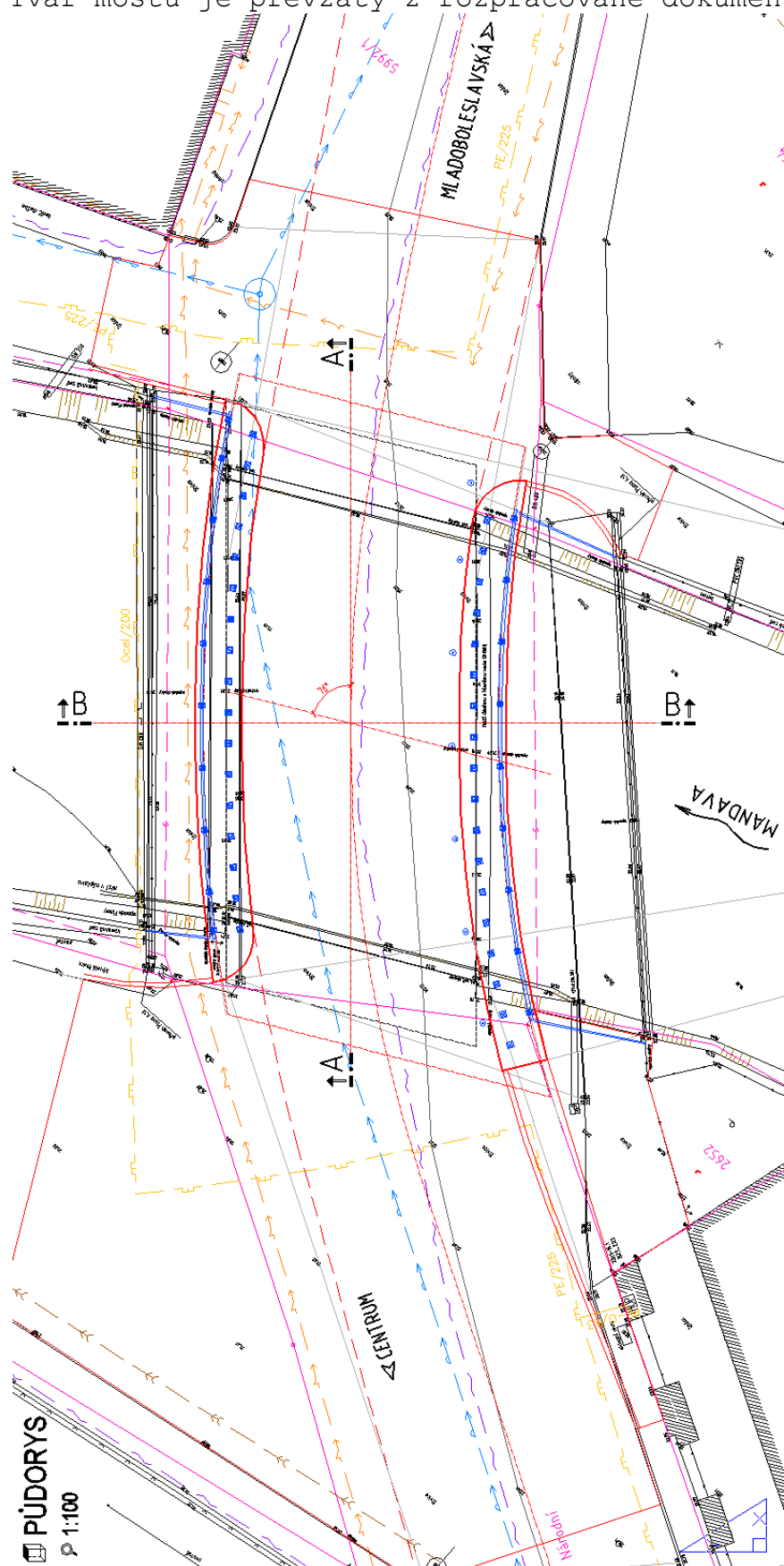
Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z přiložených schémat.

Vlastní model klenby je uvažován jako rovinná konstrukce, kde vlastní klenba je modelována prutovými prvky a nadnásyp stěnodeskovými prvky. Šířka rovinného modelu je zvolena jako jednotková, tedy 1.0m, s tím, že zatížení je rozneseno na metr šířky. Roznos do délky zajišťují stěnodeskové prvky nadnásypu.

S ohledem na značné množství údajů o modelu jsou přiložena pouze vybraná data a schémata, kompletní vstupy i výstupy jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

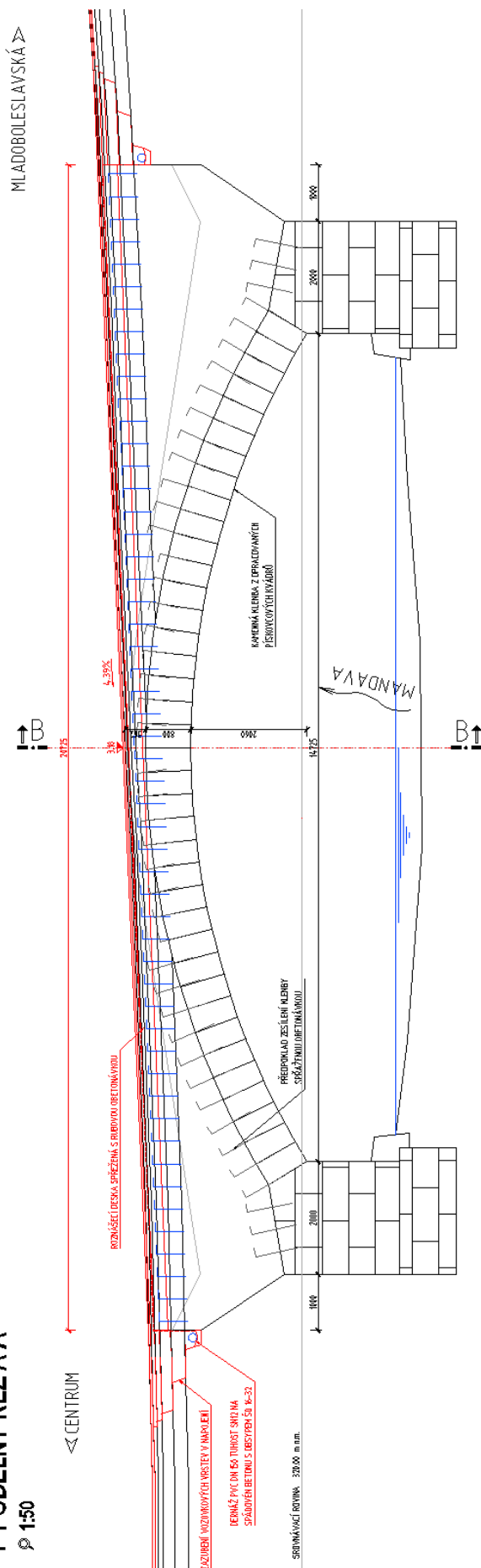
2.1.1 Schéma nosné konstrukce

Tvar mostu je převzatý z rozpracované dokumentace.



→ PODÉLNÝ ŘEZ A-A

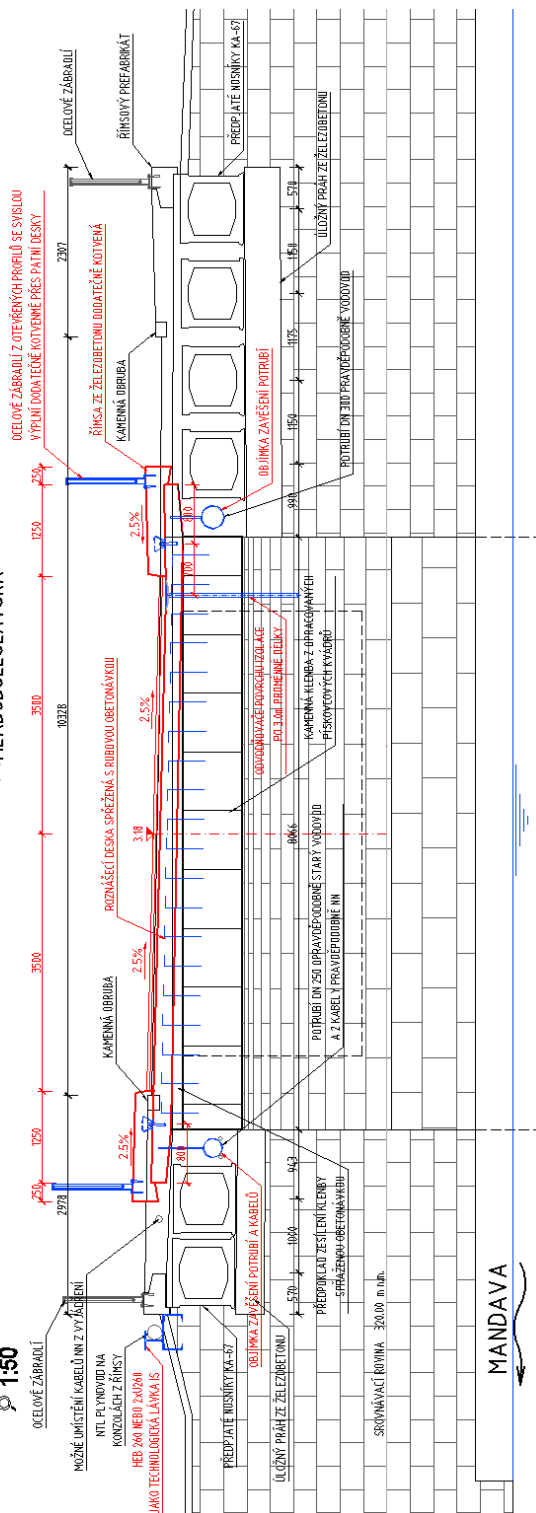
🔍 1:50



!→ PŘÍČNÝ ŘEZ B-B

Q 1:50

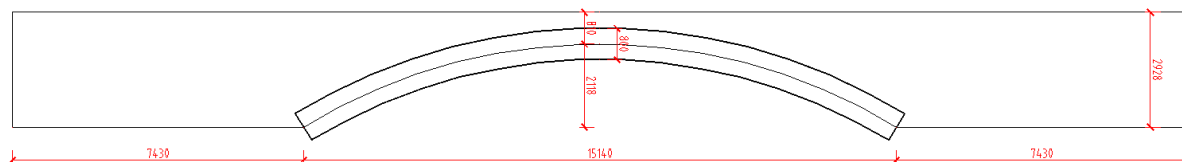
CENTRUM AMLADOBOLESLAVSKÁ



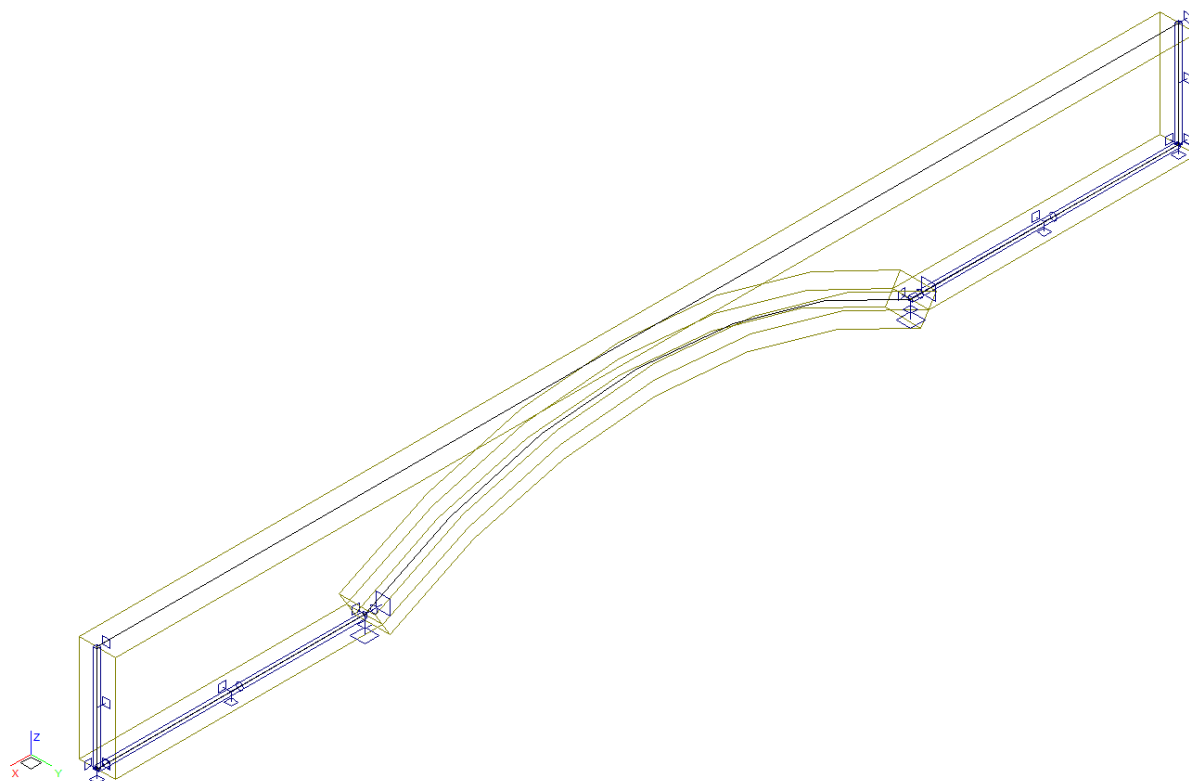
2.1.2 Model klenby

Model je vytvořen v programu FEAT 2000 jako rovinný jednotkové šířky s prutovými prvky oblouku a stěnodeskovými prvky zásypu.

Model se základními rozměry



Modelové schéma v axonometrii



Údaje o konstrukci

Jméno projektu	nk	Prutů	1	Geometrie - délky	m
Autor projektu	Ing.T.Humpal	Ploch	1	Geometrie - úhly	deg
Popis projektu	klenba	Zatížení	275	Průřezy - délky	m
Rozměr projektu	Prostor	Podpor	6	Zatížení, výsledky - síly	kN
Datum	1.4.2019	Bodů	0	Zatížení, výsledky - napětí	kPa
Čas	13:53	Linií	6	Zatížení, výsledky - délky	m
		Ploch	0	Deformace - posuny	m
		Kontaktů	1	Deformace - natočení	deg
		Materiálů	2	Čas	sec
		Průřezů	1	Teplota	°C
		Tloušťek	1	Hmota	t
		Podloží	0		
		Skupin	3		
		Zat. stavů	258		

Výpis zadanych 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 [kPa]	ni	gama [t/m3]	K 1 [kN/m3]	E 2 [kPa]	K 2 [kN/m3]	útlum
ZDIVO	ZDIVO	3.150e+06	0.150	2.500	5.000e-06			
ZEMINA	OSTATNÍ	1.000e+05	0.150	2.000	1.200e-05			

Výpis zadanych průřezů:**Průřez : klenba**

Rozměry :

výška : h = 0.8 m

šířka : b = 1 m

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : A = 0.8 m²první hlavní moment setrvačnosti : I_u = 0.0426667 m⁴druhý hlavní moment setrvačnosti : I_v = 0.0666667 m⁴moment setrvačnosti k ose Y : I_y = 0.0426667 m⁴moment setrvačnosti k ose Z : I_z = 0.0666667 m⁴

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : 0 deg

"teplotní koeficient" Temp Y : TempY = 0.0533333 m³"teplotní koeficient" Temp Z : TempZ = 0.0666667 m³koeficient smykové poddajnosti Y : A_y/A = 0.833333koeficient smykové poddajnosti Z : A_z/A = 0.833333poloha těžiště vztažená k zadávacím souř. osám : e_y = 0 m : e_z = 0 mpoloha těžiště vztažená k prvnímu vrcholu prvního průřezu : e_y = 0.5 m : e_z = 0.4 mmoment tuhosti v prostém kroucení : I_k = 0.0936585 m⁴modul průřezu : W_y = 0.106667 m³ : W_z = 0.133333 m³poloměr setrvačnosti : i_y = 0.23094 m : i_z = 0.288675 mplastický průřezový modul : W_{pl.y} = 0.16 m³ : W_{pl.z} = 0.2 m³

Další údaje o průřezu :

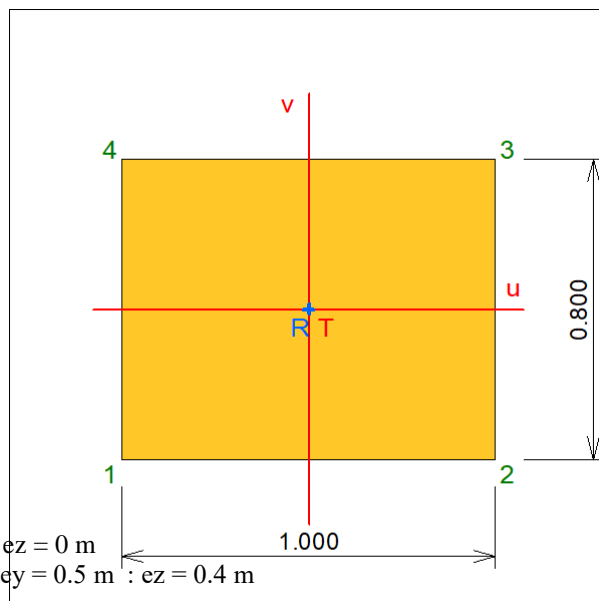
natočení průřezu : alfa = 0 deg

poloha referenčního bodu : y = 0 m : z = 0 m

přirazený materiál : ZDIVO

objem 1 metru průřezu : 0.8 m³plocha 1 metru průřezu - vnější : 3.6 m²

hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál : 2 t



Souřadnice vrcholů průřezu:

Vrchol č. 1 : y = -0.5 m : z = -0.4 m

Vrchol č. 2 : y = 0.5 m : z = -0.4 m

Vrchol č. 3 : y = 0.5 m : z = 0.4 m

Vrchol č. 4 : y = -0.5 m : z = 0.4 m

Výpis zadanych tlouštěk:

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

zásyp -ZEMINA 1.000

Výpis prutových dílců - parametry prutů:

Prut	Typ prutu	Průřez	Působení	Délka [m]	Objem [m ³]	Skupina
1	Kruhový oblouk	klenba	Běžný	15.918	12.735	Skupina č.1

Výpis prutových dílců - souřadnice vrcholů:

Prut	Počátek [m]	Konec [m]
1	7.570,0.000,-2.928	-7.570,0.000,-2.928

Výpis plošných dílců - parametry ploch:

Plocha	Typ plochy	Deska	Tloušťka [m]	Objem [m ³]	Skupina
1	Rovinná deska	Tenká deska	1.000	66.133	Skupina č.1

Výpis plošných dílců - souřadnice vrcholů ploch:

Plocha	Hrana	Počátek [m]	Konec [m]
Polygon1	1	7.570,0.000,-2.928	-7.570,0.000,-2.928
	2	-7.570,0.000,-2.928	-15.000,0.000,-2.928
	3	-15.000,0.000,-2.928	-15.000,0.000,0.000
	4	-15.000,0.000,0.000	15.000,0.000,0.000
	5	15.000,0.000,0.000	15.000,0.000,-2.928
	6	15.000,0.000,-2.928	7.570,0.000,-2.928

Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G		stálé zatížení	Perm - stálé	0	Perm	Ne
Vr2n	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr2n1	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
...						
Vr2n26	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr3n	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr3n1	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
...						
Vr3n26	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr6n	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Vr6n1	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
...						
Vr6n22	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano

Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
Vyhr2n	min/max	V2n0001, V2n0002, V2n0003, V2n0004, V2n0005, V2n0006, V2n0007, V2n0008
	V2n0001	0.00*G+1.00*Vr2n20
	V2n0002	0.00*G+1.00*Vr2n12
	V2n0003	0.00*G+1.00*Vr2n2
	V2n0004	0.00*G+1.00*Vr2n8
	V2n0005	0.00*G+1.00*Vr2n16
	V2n0006	0.00*G+1.00*Vr2n9
	V2n0007	0.00*G+1.00*Vr2n13
Vyhr3n	min/max	V3n0001, V3n0002, V3n0003, V3n0004, V3n0005, V3n0006, V3n0007
	V3n0001	0.00*G+1.00*Vr3n19
	V3n0002	0.00*G+1.00*Vr3n12
	V3n0003	0.00*G+1.00*Vr3n1
	V3n0004	0.00*G+1.00*Vr3n7
	V3n0005	0.00*G+1.00*Vr3n15
	V3n0006	0.00*G+1.00*Vr3n8
	V3n0007	0.00*G+1.00*Vr3n
Vyhr6n	min/max	V6n0001, V6n0002, V6n0003, V6n0004, V6n0005, V6n0006, V6n0007, V6n0008
	V6n0001	0.00*G
	V6n0002	0.00*G+1.00*Vr6n17
	V6n0003	0.00*G+1.00*Vr6n8
	V6n0004	0.00*G+1.00*Vr6n
	V6n0005	0.00*G+1.00*Vr6n7
	V6n0006	0.00*G+1.00*Vr6n13
	V6n0007	0.00*G+1.00*Vr6n4
	V6n0008	0.00*G+1.00*Vr6n10

2.2 Zatížení

2.2.1 Stálé zatížení

Vlastní tíha klenby a nadnásypu je v programu vygenerována ze zadaných průřezů, resp. tloušťek a tvarů, zadáním gravitačního zrychlení aplikovaného na danou objemovou hmotnost materiálu. Ostatní stálé zatížení klenby je zanedbáno.

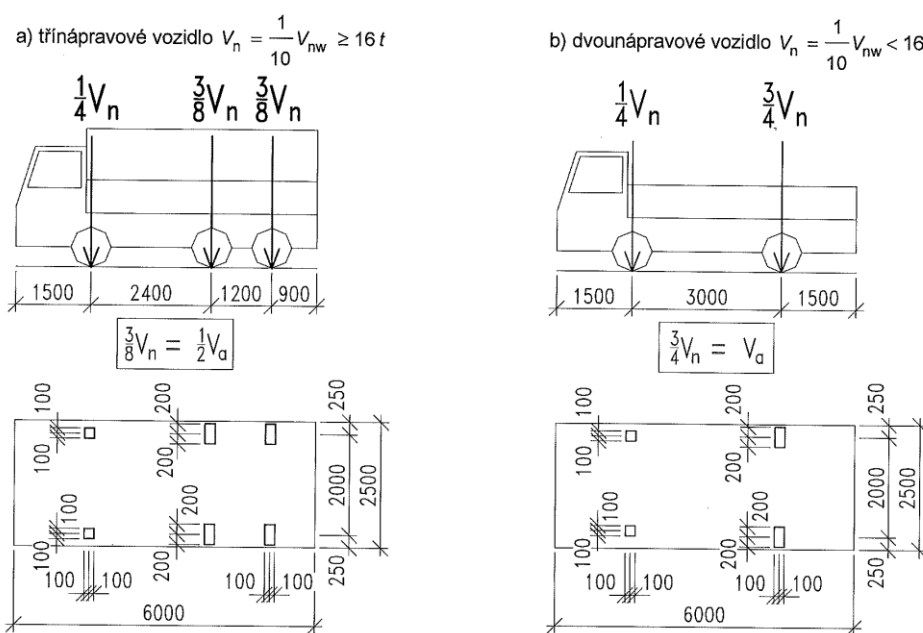
Smršťování ani dotvarování konstrukce není uvažováno.

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 vyjíměčné (devítinápravovým vozidlem 108t).

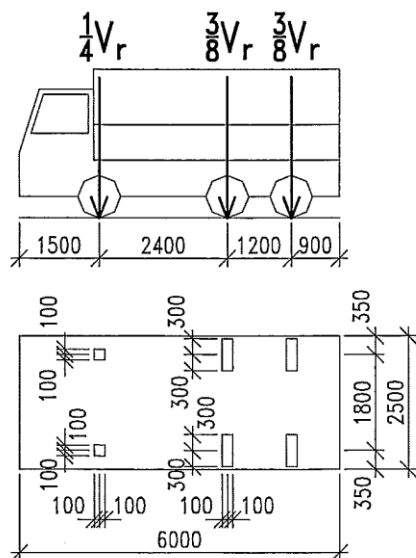
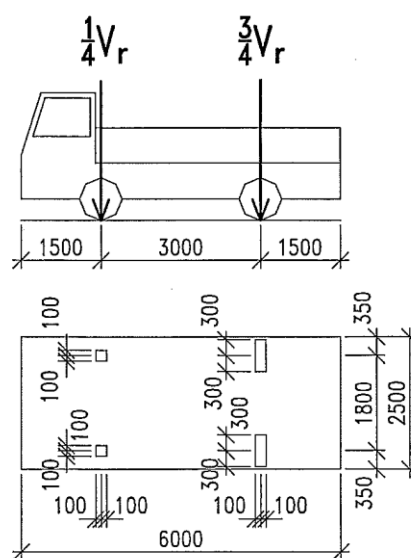
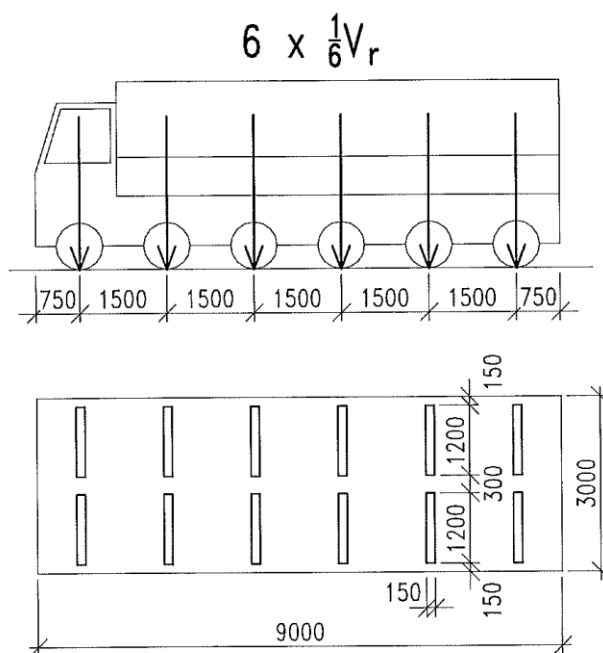
ČSN 73 6222

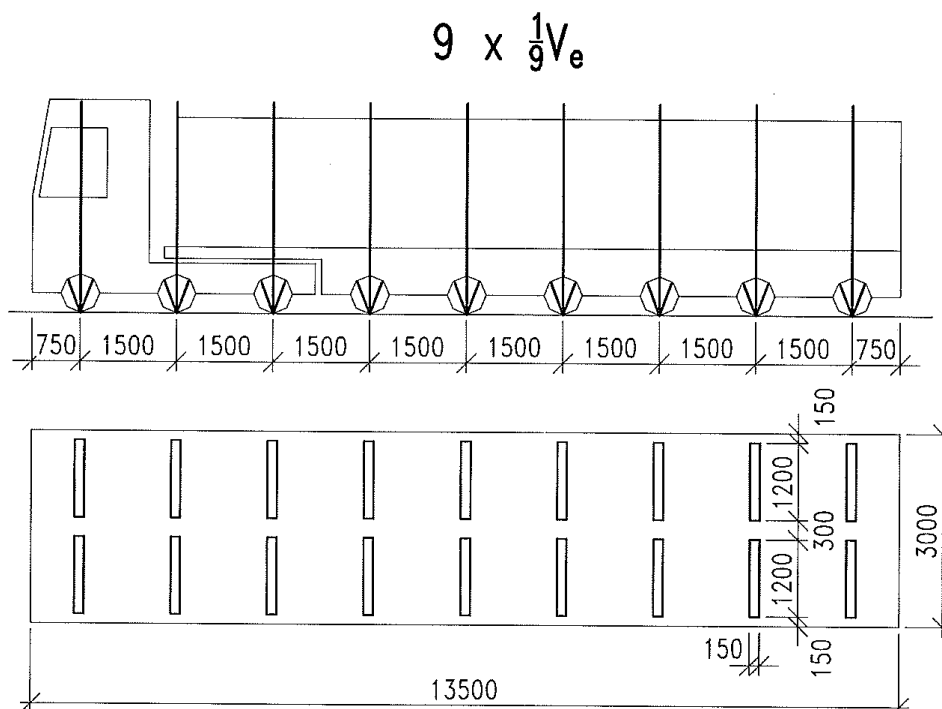
Rozměry v mm



POZNÁMKA Zatížení přední nápravou vozidla $\frac{1}{4} V_{nw}$ je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu ($2,5v_n$ 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

 Obrázek 7.3 – Schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r



Obrázek 7.5 – Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e

Kolové tlaky na klenbu jsou rozneseny přes minimální vozovkové vrstvy pod roznášecím úhlem 45° v příčném směru, v podélném směru je roznos zajištěn použitým modelem přes stěnodeskové prvky.

$$q_{2N-zadni} = \frac{2 \cdot 120}{0.8 + 0.6 + 0.8} = 109 \text{ kN/m}$$

$$q_{2N-predni} = \frac{2 \cdot 40}{0.8 + 0.6 + 0.8} = 36.4 \text{ kN/m}$$

$$q_{3N-jedna zadni} = \frac{2 \cdot 60}{0.8 + 0.6 + 0.8} = 54.6 \text{ kN/m}$$

$$q_{2N-predni} = \frac{2 \cdot 40}{0.8 + 0.6 + 0.8} = 36.4 \text{ kN/m}$$

$$q_{6N-naprava} = \frac{4 \cdot 120}{0.8 + 1.2 + 0.8} = 42.8 \text{ kN/m}$$

Ronos v případě zesílení rubovou obetonávkou pro:

$$V_n = \frac{4 \cdot 120}{0.8 + 0.3 + 2.0 + 1.0 + 2.0 + 0.3 + 0.8} = 75.7 \text{ kN/m}$$

Pro vystižení extrémů rozhodujících vnitřních sil je simulován pojezd roznesených nápravových tlaků po 1.0m.

Dynamický součinitel je uvažován hodnotou $\delta=1.25$ pro uvažované zatížení. Vliv nadnášypu je zanedbán.

Brzdné ani odstředivé síly nemají na zatížitelnost praktický vliv.

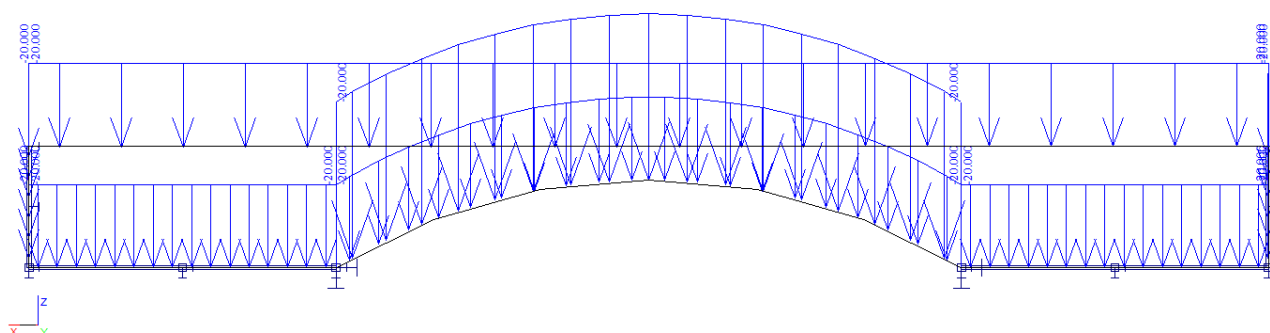
2.2.3 Sestavené zatěžovací stavy na klenbu

Rekapitulace je provedena formou výpisu z použitého programu. Vybrané zatěžovací stavy jsou zobrazeny dále, přičemž u nahodilého zatížení se jedná o začátky pojezdů.

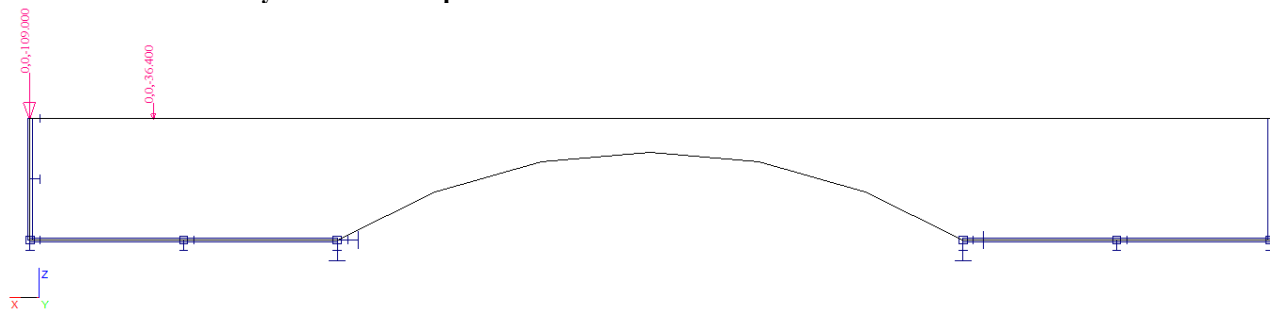
Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
G		stálé zatížení	Perm - stálé	0	Perm	Ne
Vr2n	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr2n1	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
...						
Vr2n26	1.000	výhradní dvounáprava 32t	Short - krátkodobé	2	Short !	Ano
Vr3n	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr3n1	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
...						
Vr3n26	1.000	výhradní třináprava 32t	Short - krátkodobé	3	Short !	Ano
Vr6n	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
Vr6n1	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano
...						
Vr6n22	1.000	výhradní šestináprava 72t	Short - krátkodobé	6	Short !	Ano

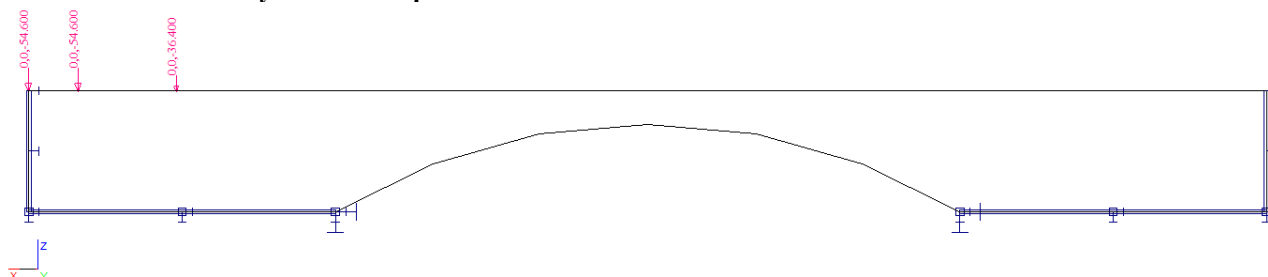
G **stálé zatížení** **Perm - stálé** **0** **Perm** **Ne**



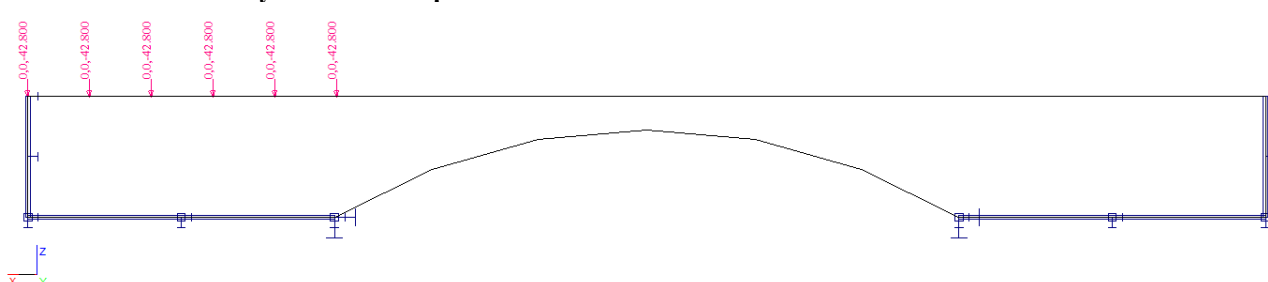
Vr2n **1.000** **výhradní dvounáprava 32t** **Short - krátkodobé** **2** **Short !** **Ano**



Vr3n 1.000 výhradní třináprava 32t Short - krátkodobé 3 Short ! Ano



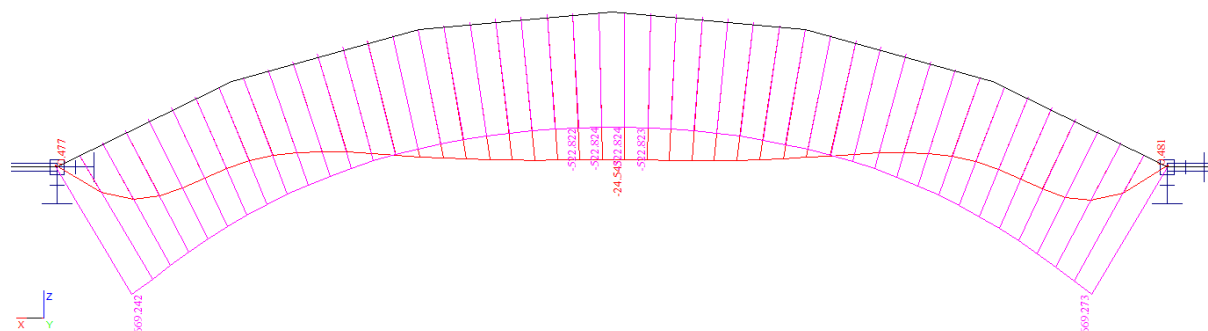
Vr6n 1.000 výhradní šestináprava 72t Short - krátkodobé 6 Short ! Ano



2.3 Výpočet vnitřních sil

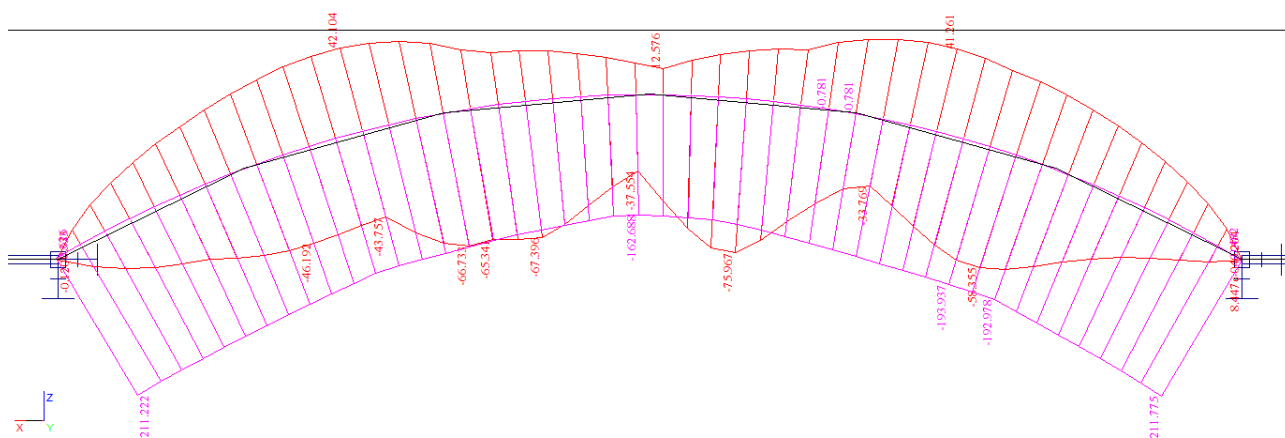
Výpočet vnitřních sil je proveden programem pro řešení konstrukcí metodou konečných prvků. Vzhledem ke značnému množství údajů jsou přiložena pouze vybraná data. Kompletní vstupní i výstupní údaje jsou archivovány u projektanta.

Přiloženy jsou pouze průběhy vybraných vnitřních sil (momenty a normálové síly) od stálého zatížení a extrémy ze simulace přejezdu jednotlivých vozidel. Maxima a minima vnitřních sil od nahodilého zatížení jsou stanovena superpozicí strojovým výběrem extrémů pro jednotlivé typy vozidel.

Stálé zatížení

stálé zatížení

ID prutu	Poloha [m]	My [kNm]	Nx [kN]			
1	0.000	0.477	-669.242	7.782	-24.541	-522.824
	0.354	-7.312	-659.024	8.136	-24.543	-522.824
	0.354	-7.312	-659.024	8.136	-24.543	-522.824
	0.707	-10.950	-642.706	8.490	-24.462	-522.823
	0.707	-10.950	-642.706	8.490	-24.462	-522.823
	1.061	-12.484	-627.352	8.843	-24.322	-523.050
	1.061	-12.484	-627.352	8.843	-24.322	-523.050
	1.415	-12.937	-613.031	9.197	-24.096	-523.408
	1.415	-12.937	-613.031	9.197	-24.096	-523.408
	1.769	-12.981	-599.750	9.551	-23.717	-523.910
	1.769	-12.981	-599.750	9.551	-23.717	-523.910
	2.122	-13.033	-587.543	9.905	-23.224	-524.798
	2.122	-13.033	-587.543	9.905	-23.224	-524.798
	2.476	-13.282	-576.427	10.258	-22.561	-526.136
	2.476	-13.282	-576.427	10.258	-22.561	-526.136
	2.830	-13.838	-566.431	10.612	-21.751	-527.986
	2.830	-13.838	-566.431	10.612	-21.751	-527.986
	3.184	-14.713	-557.597	10.966	-20.774	-530.494
	3.184	-14.713	-557.597	10.966	-20.774	-530.494
	3.537	-15.815	-549.927	11.319	-19.651	-533.816
	3.537	-15.815	-549.927	11.319	-19.651	-533.816
	3.891	-17.078	-543.435	11.673	-18.403	-538.083
	3.891	-17.078	-543.435	11.673	-18.403	-538.083
	4.245	-18.381	-538.101	12.027	-17.099	-543.420
	4.245	-18.381	-538.101	12.027	-17.099	-543.420
	4.599	-19.626	-533.836	12.381	-15.834	-549.916
	4.599	-19.626	-533.836	12.381	-15.834	-549.916
	4.952	-20.749	-530.513	12.734	-14.729	-557.593
	4.952	-20.749	-530.513	12.734	-14.729	-557.593
	5.306	-21.728	-528.000	13.088	-13.852	-566.443
	5.306	-21.728	-528.000	13.088	-13.852	-566.443
	5.660	-22.542	-526.145	13.442	-13.301	-576.458
	5.660	-22.542	-526.145	13.442	-13.301	-576.458
	6.013	-23.208	-524.803	13.796	-13.059	-587.589
	6.013	-23.208	-524.803	13.796	-13.059	-587.589
	6.367	-23.705	-523.914	14.149	-13.018	-599.799
	6.367	-23.705	-523.914	14.149	-13.018	-599.799
	6.721	-24.086	-523.411	14.503	-12.981	-613.075
	6.721	-24.086	-523.411	14.503	-12.981	-613.075
	7.075	-24.315	-523.050	14.857	-12.519	-627.388
	7.075	-24.315	-523.050	14.857	-12.519	-627.388
	7.428	-24.457	-522.822	15.211	-10.953	-642.725
	7.428	-24.457	-522.822	15.211	-10.953	-642.725
	7.782	-24.541	-522.824	15.564	-7.315	-659.043
				15.564	-7.315	-659.043
				15.918	0.481	-669.273

Výhradní dvounáprava 32t



Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
Vyhr2n	min/max	V2n0001, V2n0002, V2n0003, V2n0004, V2n0005, V2n0006, V2n0007, V2n0008
		V2n0001 0.00*G+1.00*Vr2n20
		V2n0002 0.00*G+1.00*Vr2n12
		V2n0003 0.00*G+1.00*Vr2n2
		V2n0004 0.00*G+1.00*Vr2n8
		V2n0005 0.00*G+1.00*Vr2n16
		V2n0006 0.00*G+1.00*Vr2n9
		V2n0007 0.00*G+1.00*Vr2n13
		V2n0008 0.00*G+1.00*Vr2n

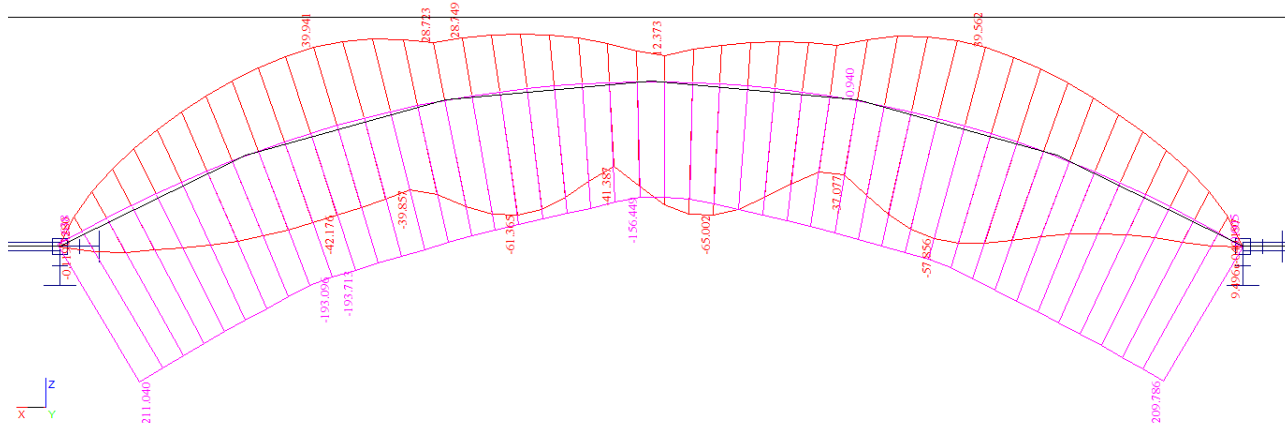
Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny pruty, celkové extrémy na dílcích

Extrémy pro výsledek : 87 - Vyhr2n Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

ID prutu	Poloha	My	Nx	
	[m]	[kNm]	[kN]	
1	9.197	-75.967	-140.543	V2n0005
	4.245	42.104	-188.128	V2n0005
	15.918	0.040	-211.775	V2n0005
	0.000	-0.115	3.626	V2n0008

Výhradní třináprava 32t



Výpis obalových křivek :

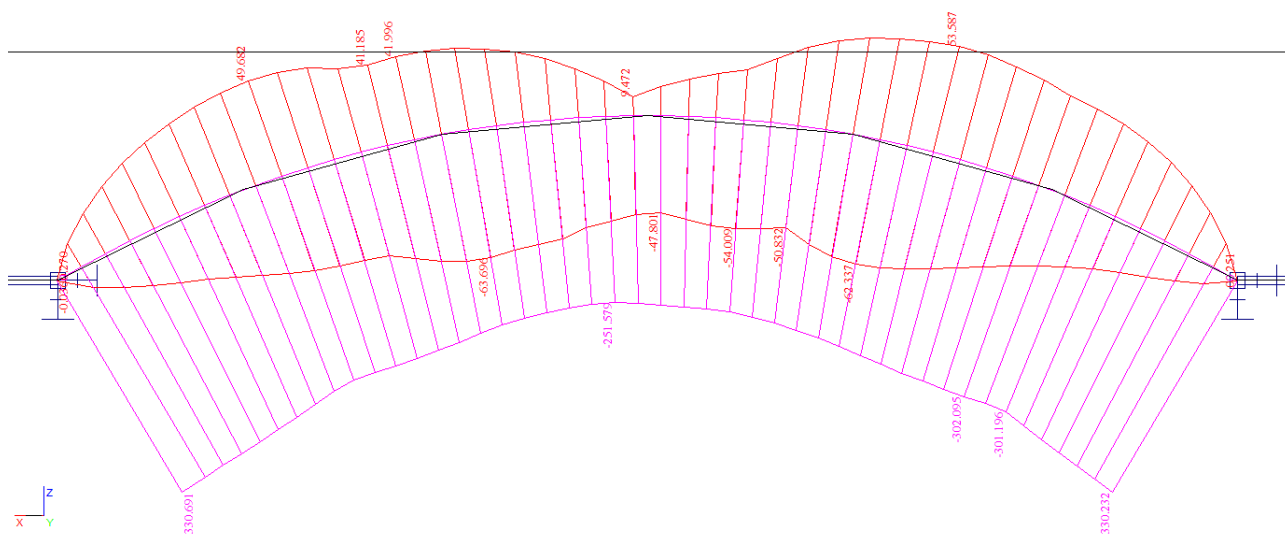
Jméno	ZS	Komentář
Vyhr3n	min/max	V3n0001, V3n0002, V3n0003, V3n0004, V3n0005, V3n0006, V3n0007
		V3n0001 0.00*G+1.00*Vr3n19
		V3n0002 0.00*G+1.00*Vr3n12
		V3n0003 0.00*G+1.00*Vr3n1
		V3n0004 0.00*G+1.00*Vr3n7
		V3n0005 0.00*G+1.00*Vr3n15
		V3n0006 0.00*G+1.00*Vr3n8
		V3n0007 0.00*G+1.00*Vr3n

Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny pruty, celkové extrémy na dílcích Extrémy pro výsledek : 95 - Vyhr3n Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

ID prutu	Poloha [m]	My [kNm]	Nx [kN]	
1	8.843	-65.002	-151.679	V3n0005
	3.891	39.941	-193.608	V3n0005
	0.000	0.031	-211.040	V3n0002
	0.000	-0.117	3.638	V3n0007

Výhradní šestináprava 72t



Výpis obalových křivek :

Jméno	ZS	Komentář
Vyhr6n	min/max	V6n0001, V6n0002, V6n0003, V6n0004, V6n0005, V6n0006, V6n0007, V6n0008
V6n0001	0.00	*G
V6n0002	0.00	*G+1.00*Vr6n17
V6n0003	0.00	*G+1.00*Vr6n8
V6n0004	0.00	*G+1.00*Vr6n
V6n0005	0.00	*G+1.00*Vr6n7
V6n0006	0.00	*G+1.00*Vr6n13
V6n0007	0.00	*G+1.00*Vr6n4
V6n0008	0.00	*G+1.00*Vr6n10

Výsledky výpočtu - vnitřní síly, všechny pruty, celkové extrémy na dílcích

Extrémy pro výsledek : 104 - Vyhr6n Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

ID prutu	Poloha [m]	My [kNm]	Nx [kN]	
1	5.660	-63.696	-161.114	V6n0005
	11.673	53.587	-245.131	V6n0003
	0.000	0.134	-330.691	V6n0008
	0.000	0	0	V6n0001

2.4 Zatížitelnost

Zatížitelnost je vypočtena metodou výpočtu za vyloučeného tahu, kdy rozhodující podmínkou je velikost tlačené oblasti, resp. velikost tlakového namáhání.

Výpočet napětí je proveden za podmínky vyloučeného tahu, tedy připouští se rozevírání spar klenby. Zatížitelnost je vypočtena iterací (variováním) koeficientu „k“, který je násobkem účinků normového (výchozího) nahodilého zatížení. Výpočet je proveden podle následujících vztahů:

Výpočet namáhání:

$$M = M_q + k \cdot \delta \cdot M_p \quad N = N_q + k \cdot \delta \cdot N_p$$

Výpočet za vyloučeného tahu:

$$x = \frac{3 \cdot h}{2} + \frac{3 \cdot M}{N} \quad \sigma = \frac{2 \cdot N}{b \cdot x}$$

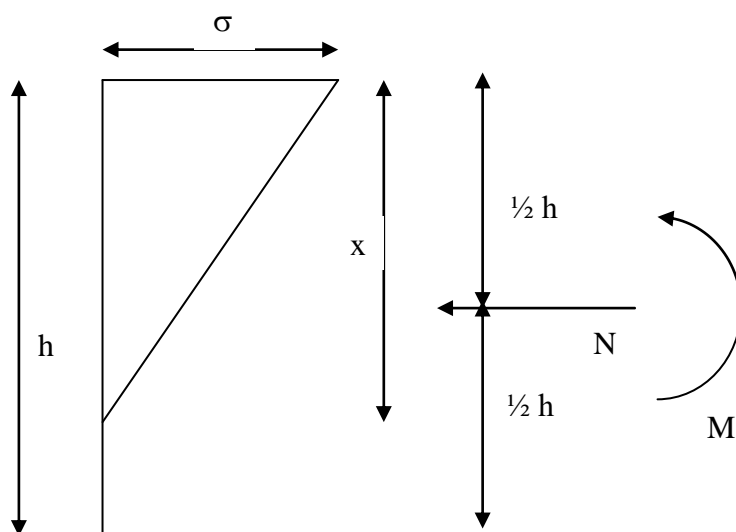
Podmínky platnosti:

$$0 < x \leq h$$

$$M \geq 0$$

Výpočet bez vyloučení tahu:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$



Zatížitelnost je určena jako „k“ násobek normového zatížení včetně dynamického součinitele. Kvalitu pískovcového zdiva klenby hodnotím na základě odborného posouzení jako zdivo z čistých opracovaných kvádrů pevnostní třídy III na maltu pevnosti 0 s hodnotou pevnosti 4.4MPa. Na straně bezpečnosti uvažuji jako limitní namáhání poloviční hodnotu, tedy 2.2MPa a to i přesto, že hodnota 4.4MPa platí pro nejnižší pevnostní třídu kamene a malty.

Normální dvounáprava**max M bez zesílení a bez zlepšeného roznosu**

Vstupní údaje			
k= 0.5623	$\gamma_f \delta= 1.25$	h= 0.80	b= 1.00
M _g = 24.096	M _p = 151.934	M= 130.887	W= 0.10667
N _g = -523.408	N _p = -281.086	N= -720.976	A= 0.80000
Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h			
x= 0.655	$\sigma= -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d= 326$	$V_n= 32$		
$\sigma_h= -2128$	$Z= 17.994$		

max M s rubovou obetonávkou se zlepšením roznosu

Vstupní údaje			
k= 0.8095	$\gamma_f \delta= 1.25$	h= 0.80	b= 1.00
M _g = 24.096	M _p = 105.517	M= 130.866	W= 0.10667
N _g = -523.408	N _p = -195.213	N= -720.939	A= 0.80000
Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h			
x= 0.655	$\sigma= -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d= 326$	$V_n= 32$		
$\sigma_h= -2128$	$Z= 25.904$		

Výhradní dvounáprava**max M**

Vstupní údaje			
k= 1.1245	$\gamma_f \delta= 1.25$	h= 0.80	b= 1.00
M _g = 24.096	M _p = 75.967	M= 130.877	W= 0.10667
N _g = -523.408	N _p = -140.543	N= -720.959	A= 0.80000
Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h			
x= 0.655	$\sigma= -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d= 326$	$V_n= 32$		
$\sigma_h= -2128$	$Z= 35.984$		

Výhradní třináprava**max M**

Vstupní údaje			
k= 1.2827	$\gamma_f \delta= 1.25$	h= 0.80	b= 1.00
M _g = 24.322	M _p = 65.002	M= 128.545	W= 0.10667
N _g = -523.050	N _p = -151.676	N= -766.244	A= 0.80000
Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h			
x= 0.697	$\sigma= -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d= 247$	$V_n= 32$		
$\sigma_h= -2163$	$Z= 41.046$		

Výhradní šestináprava
max M

Vstupní údaje			
$k = 1.3100$	$\gamma_f \delta = 1.25$	$h = 0.80$	$b = 1.00$
$M_g = 22.542$	$M_p = 63.696$	$M = 126.844$	$W = 0.10667$
$N_g = -526.145$	$N_p = -161.114$	$N = -789.969$	$A = 0.80000$
Výpočet za vyloučeného tahu pro $x < h$			
$x = 0.718$	$\sigma = -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d = 202$		$V_n = 72$	
$\sigma_h = -2177$		$Z = 94.320$	

Výjimečná devítináprava
max M

Vstupní údaje			
$k = 1.5600$	$\gamma_f \delta = 1.05$	$h = 0.80$	$b = 1.00$
$M_g = 22.542$	$M_p = 63.696$	$M = 126.876$	$W = 0.10667$
$N_g = -526.145$	$N_p = -161.114$	$N = -790.050$	$A = 0.80000$
Výpočet za vyloučeného tahu pro $x < h$			
$x = 0.718$	$\sigma = -2200$		
Výpočet za předpokladu homogenního průřezu			
$\sigma_d = 202$		$V_n = 108$	
$\sigma_h = -2177$		$Z = 168.480$	

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 mostu je hodnocen dle závěrů hlavní mostní porhlídky stupněm V jako špatný se součinitelem stavebního stavu $\alpha=0.6$. To je ale hodnocení stávajícího mostu, tedy klenby včetně rozšíření prefabrikáty. Stavební stav vlastní klenby lze hodnotit stupněm IV jako uspokojivý.

typ zatížení	bez redukce	α	po redukcí
normální dvounápravová vozidla	17.994	0.8	14.395
výhradní dvounápravové vozidlo	35.984	0.8	28.787
výhradní třínápravové vozidlo	41.046	0.8	32.837
výhradní šestinápravové vozidlo	94.320	0.8	75.456
vyjímecné devítinápravové vozidlo	168.480	0.8	134.784

Po opravě klenby přespárováním s provedením rubové obetonávky dojde ke zlepšení roznášecích účinků a zesílení klenby. I kdybychom neuvažovali se zesílením, ale jen se zlepšeným roznosem kolových tlaků, bude výsledná zatížitelnost dána v poměru rozneseného zatížení následující:

typ zatížení	bez redukce	α	po redukcí
normální dvounápravová vozidla	25.904	1.0	25.904
výhradní dvounápravové vozidlo	35.984	1.0	35.984
výhradní třínápravové vozidlo	41.046	1.0	41.046
výhradní šestinápravové vozidlo	94.320	1.0	94.320
vyjímecné devítinápravové vozidlo	168.480	1.0	168.480

V případě započtení zesilujících účinků rubové obetonávky je možné uvažovat s normální zatížitelností nad 28t, tedy most bude bez osazení dopravních značek omezujících zatížitelnost.

Zatížitelnost stávající klenby dle kritérií ČSN 73 6222:

- normální zatížitelnost 14t dvounápravová vozidla
- výhradní zatížitelnost 75t šestinápravové vozidlo
- vyjímecná zatížitelnost 134t devítinápravové vozidlo
- zatížení na nápravu 10.5t náprava dvounápravového vozidla

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

- dopravní značku č.B13 s hodnotou normální zatížitelnosti 14t
- dopravní značku č.B14 s hodnotou zatížení na nápravu 10.5t

V Liberci, dne 26.4.2019
Vypracoval Ing.T.Humpal