

ČÁST B

SO 201

Objednatel stavby:



Krajská správa a údržba silnic
Středočeského kraje, p.o.

Se sídlem Zborovská 11
150 21, Praha 5 IČ: 000 66 001

Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

Zhotovitel PD: TUBES spol. s r.o., K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4, IČ: 25062255, www.tubes.cz, datová schránka: 6b98p5c
Zpracovatelský útvar: K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4, Tel.: 226 066 233, E-mail: tubes@tubes.cz

Navrhl/vypracoval: Ing. Pavel BAUER podpis:	Zodpovědný projektant: Ing. Marek PELANT podpis:	Jednatel společnosti: Ing. Otakar FABIÁN	
Technická kontrola: Ing. Aleš MEISTER podpis:	Hlavní inženýr projektu: Ing. Marek PELANT podpis:		

Kraj:	STŘEDOČESKÝ	Číslo zakázky:	16-163-2-000
Obec:	KAMENNÝ PŘÍVOZ	Číslo akce:	16-163
Objednatel:	KRAJSKÁ SPRÁVA A ÚDRŽBA SILNIC STŘEDOČESKÉHO KRAJE, p.o.	Datum:	12/2016
Akce:	II/105 Kamenný Přívoz, most ev.č. 105 – 011 přes suchou strouhu v Kamenném Přívoze S0201 – Most přes suchou strouhu ev.č. 105-011	Formát:	
Část:	STATICKÝ VÝPOČET	Měřítko:	
		Stupeň:	PDPS
		Číslo přílohy:	B1.12
		Souprava:	

Statický výpočet

1.	Všeobecná část	2
1.1.	Seznam norem a literatury	2
1.2.	Seznam programů	2
1.3.	Základní údaje o mostě	2
1.4.	Úvodem	3
2.	Materiály	5
2.1.	Beton	5
2.2.	Betonářská výztuž	5
2.3.	Kámen	5
2.4.	Zdící malta	5
3.	Návrh chodníkové konzoly	5
3.1.	Zatížení	5
3.1.1.	Všobecně	5
3.1.2.	Vlastní tíha	5
3.1.3.	Ostatní stálé zatížení	5
3.1.4.	Nahodilá zatížení	5
3.2.	Kombinace	6
3.2.1.	Mezní stavy únosnosti	6
3.2.2.	Mezní stavy použitelnosti	6
3.3.	Nosná konstrukce	7
3.3.1.	Model pro program SCIA	7
3.3.2.	Vnitřní síly	8
3.4.	Posouzení průřezu	9
3.4.1.	Vstupní data	9
3.4.2.	Výsledky	10
4.	Výpočet zatížitelnosti	11
4.1.	Všeobecně	11
4.1.1.	Popis konstrukce	11
4.1.2.	Model konstrukce	11
4.1.3.	Zatížení	11
4.1.4.	Zatížitelnost konstrukce	11
4.2.	Geometrie konstrukce	11
4.4.	Statický model konstrukce	12
4.5.	Zatížení stálé	13
4.5.1.	Vlastní tíha	13
4.5.2.	Ostatní stálé	13
4.6.	Proměnná zatížení	14
4.6.1.	Zatížení dopravou – normální zatížitelnost	14
4.6.2.	Zatížení dopravou – Výhradní zatížitelnost	15
4.6.3.	Zatížení dopravou – Výjimečná zatížitelnost	15
4.6.4.	Zatížení dopravou – Dynamické účinky zatížení	16
4.7.	Kombinace zatížení pro statický výpočet	16
4.8.	Zatížitelnost	17
4.8.1.	Základní zatížitelnost klenbové konstrukce	17
4.8.2.	Vnitřní síly a posouzení klenbové konstrukce	17
4.8.3.	Zatížitelnost	17
5.	Závěr	18

1. Všeobecná část

1.1. Seznam norem a literatury

Normy a právní předpisy

- (1) ČSN EN 1990/A2 Zásady navrhování konstrukcí
- (2) ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí
- (3) ČSN EN 1991-1-7 Mimořádná zatížení
- (4) ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou
- (5) ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí
- (6) ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových mostů
- (7) ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – obecná pravidla
- (8) ČSN EN 206 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- (9) ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
- (10) ČSN 73 6244 Přechody mostů pozemních komunikací

Podklady

- Inženýrskogeologický průzkum (06/2016, GeoTec - GS, a.s.)
- Mostní list (06/2016, KSÚS, p.o.)
- Zaměření mostu (04/2016, VPÚ DECO PRAHA a.s.)

1.2. Seznam programů

SCIA Engineer 2011	vnitřní síly na deskostěnových konstrukcích
FIN EC – Beton v5.2	posudky betonových průřezů
Microsoft Office	textový a tabulkový procesor

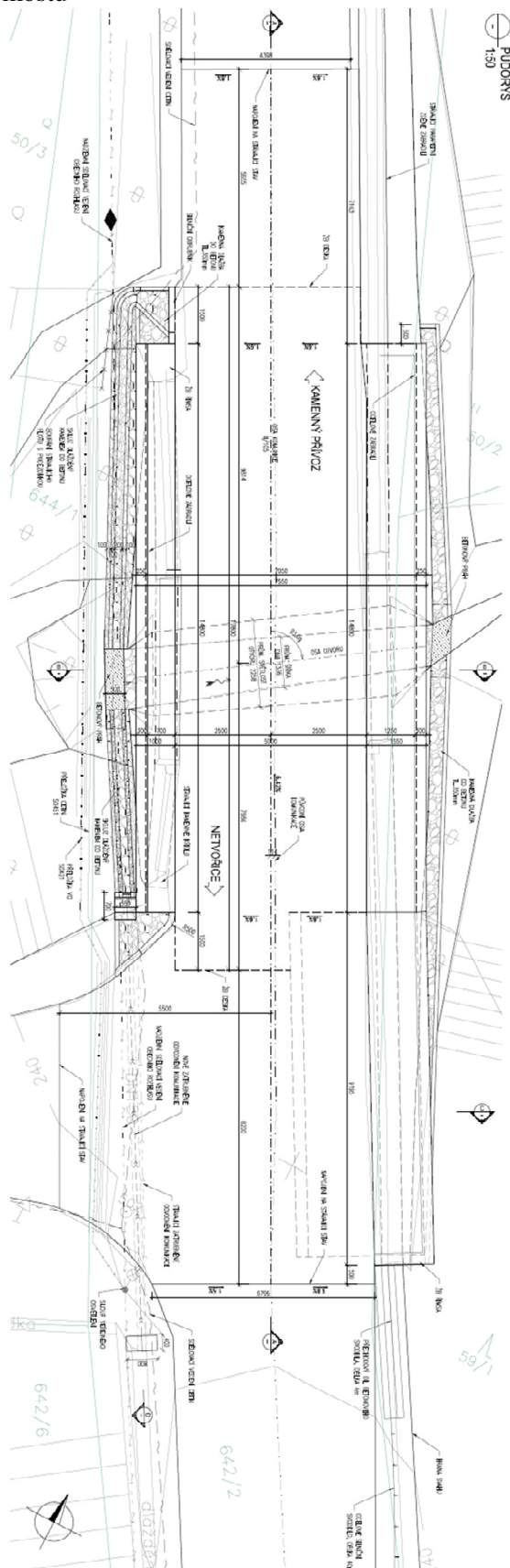
1.3. Základní údaje o mostě

Charakteristika mostu:	Trvalý mostní objekt o 1 poli tvořený kamennou půlkruhovou klenbou tl. 0,40 m. Založení plošné. Kamenné, přespárované opěry a čela. Spodní stavbu rozšiřuje částečně vykonzolovaná ŽB deska mostovky.
Délka přemostění:	2,27 m šířmo 2,26 kolmo
Délka mostu:	16,3 m
Délka nosné konstrukce:	16,3 m
Rozpětí pole:	2,26 m
Šikmost mostu:	93,0 g; 83,7°
Volná šířka mostu:	6,95 m
Šířka mezi zábradlími:	6,95 m
Šířka průchozího prostoru:	1,25
Šířka mostu:	7,55 m
Šířka nosné konstrukce:	7,05 m
Výška mostu ¹	5,70 m
Stavební výška:	1,6 m
Plocha nosné konstrukce mostu ²	16,3×7,05=114,9 m ²
Zatížení mostu:	Skupina pozemních komunikací 1 podle ČSN EN 1991-2 (tab. NA.2.1)
Předpokládaná minimální zatížitelnost mostu:	
Důležitá upozornění:	-

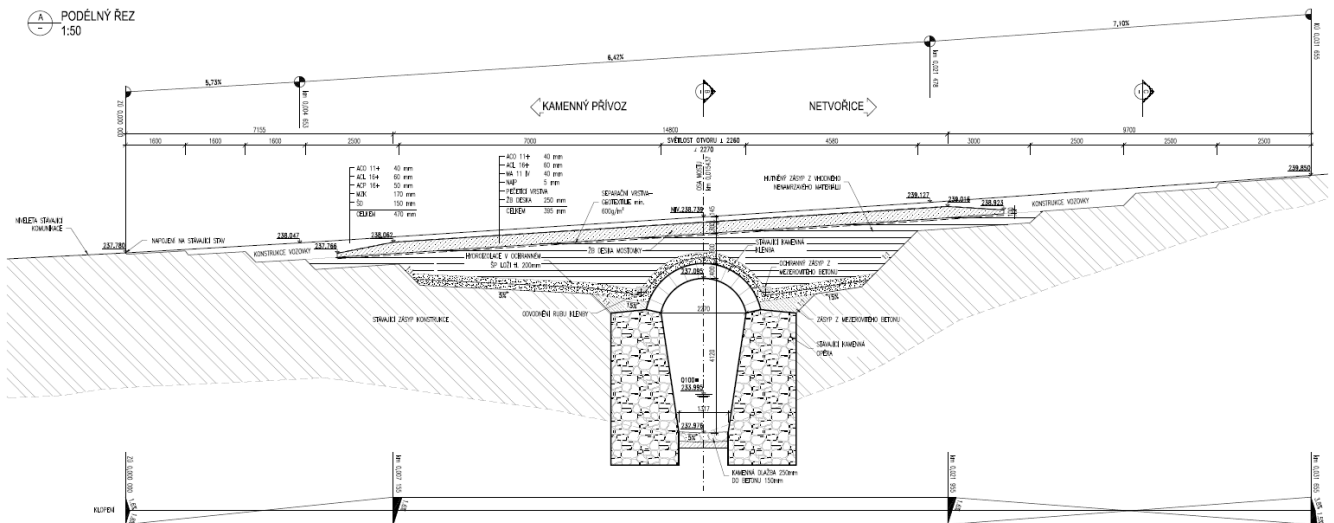
1.4. Úvodem

Cílem statického výpočtu je :

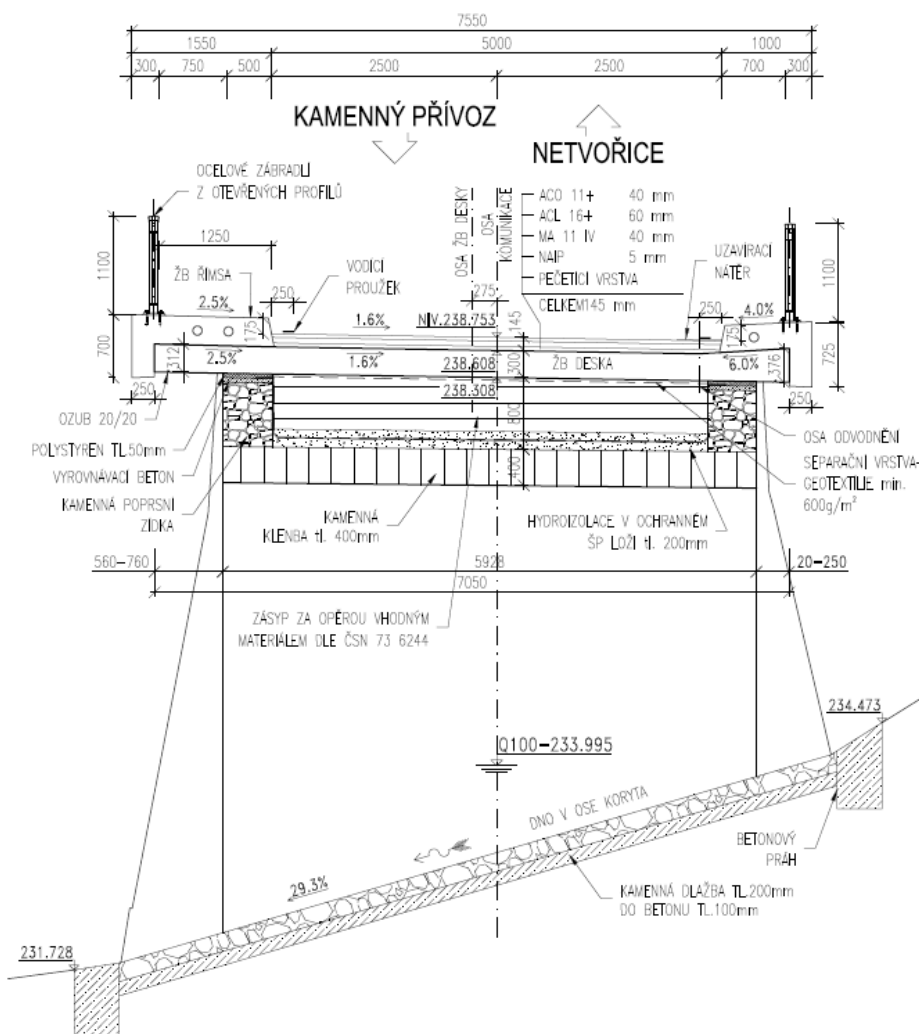
- 1) Ověření základních dimenzí chodníkové konzoly
- 2) Výpočet zatížitelnosti mostu



A - PODÉLNÝ ŘEZ
1:50



B - PŘÍČNÝ ŘEZ
1:50



2. Materiály

2.1. Beton

C30/37-XF2+XD1

Charakteristická pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa.}$$

Průměrná pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa.}$$

Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa.}$$

Průměrná pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je

$$f_{cmt} = 2,9 \text{ MPa.}$$

Sečnový modul pružnosti betonu je $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$.

Návrhová pevnost v tlaku $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$:

pro trvalé a dočasné návrhové situace: $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,5 = 17,00 \text{ MPa}$.

pro mimořádné návrhové situace: $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,2 = 21,25 \text{ MPa}$.

Návrhová pevnost v tahu $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$:

pro trvalé a dočasné návrhové situace: $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa}$.

pro mimořádné návrhové situace: $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,2 = 1,67 \text{ MPa}$.

2.2. Betonářská výztuž

Ocel B500B (dle ČSN 42 0139)

Charakteristická mez kluzu: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu: $f_t = 550 \text{ MPa}$

Návrhový modul pružnosti výztuže: $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$

Návrhová meze kluzu $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$:

pro trvalé a dočasné návrhové situace: $f_{yd} = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$.

pro mimořádné návrhové situace: $f_{yd} = 500 / 1,00 = 500 \text{ MPa}$.

2.3. Kámen

Průměrná pevnost v tlaku: $f_{ck,prum} = 64,2 \text{ MPa}$

Minimální pevnost v tlaku: $f_{ck} = 62,0 \text{ MPa}$

2.4. Zdící malta

Průměrná pevnost v tlaku: $f_{ck} = 0,33 \text{ MPa}$

3. Návrh chodníkové konzoly

3.1. Zatížení

3.1.1. Všobecně

Součile zatížení

Stálé $\gamma_{G,sup} = 1,35$

Silniční $\gamma_Q = 1,35$

Součile kombinace

Zatížení dopravou- gr1b (LM2)

$\Psi_0 = 0,75$

$\Psi_1 = 0,75$

3.1.2. Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je ve výpočtu zadána objemovou hmotností betonu hodnotou železobetonu 25 kN/m^3 .

3.1.3. Ostatní stálé zatížení

Římsa - tíha betonu 25 kN/m^3

$-(0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0) \cdot 25 = 10,0 \text{ kN/m}^2$

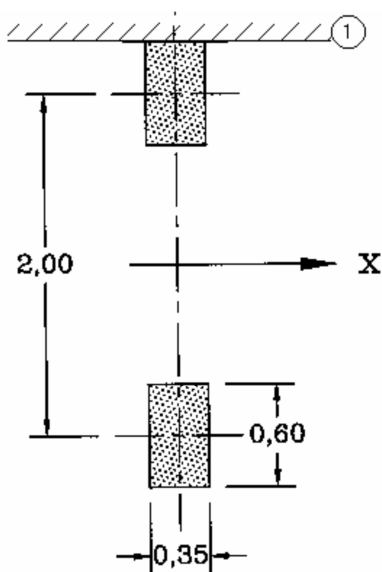
Zábradlí/Svodidlo – 1 kN/m

3.1.4. Nahodilá zatížení

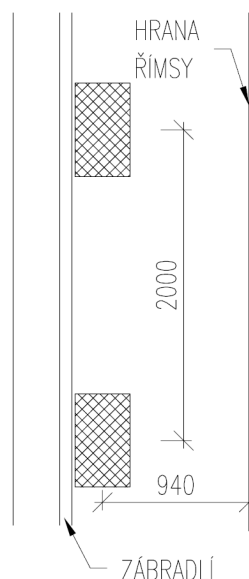
Zatížení typu LM2 (ČSN EN 1991-2).

skupina pozemní komunikace 1
nápravová síla

$$\beta_Q Q_{ak} = 1,0 \cdot 400 = 400 \text{ kN}$$



Model zatížení 2



Poloha dvojnápravy (LM2) na římse

3.2. Kombinace

3.2.1. Mezní stavy únosnosti

Použita je horší z kombinací 6.10a, 6.10b podle změny A1 ČSN EN 1990

Pro MSÚ podle 6.10a:

Dle 6.10a:

$$\Sigma(\gamma_G \cdot G) + \gamma_{Q,D} \cdot \psi_{0,D} \cdot D$$

Dle 6.10b:

$$\Sigma(\xi \cdot \gamma_G \cdot G) + \gamma_{Q,D} \cdot D$$

G – stálé zatížení, D – skupina zatížení dopravou

$\gamma_G = 1,35$ pro příznivé, resp. 1,0 pro nepříznivé

$\gamma_{Q,D} = 1,35$ pro zatížení na mostě, 1,5 pro přitížení za násypem

$\psi_{0,D} = 0,75$ pro TS

$\gamma_{Q,T} = 1,5$

$\xi = 0,85$

Mimořádná kombinace dle rovnice 6.11a:

$$\Sigma G + A + \psi_{1,D} \cdot D$$

G – stálé zatížení, A – mimořádné z., D – skupina zatížení dopravou

$\psi_{1,D} = 0,75$ pro TS

$\psi_{2,T} = 0,5$

3.2.2. Mezní stavy použitelnosti

Mezní stavy použitelnosti definuje ČSN EN 1990/A1, pro železobeton postačuje kombinace charakteristická a kvazistálá (podmínka pro omezení napětí podle čl. 7.2 v ČSN EN 1992-1-1 a 1992-2).

Charakteristická:

$$\Sigma G + D$$

Kvazistálá:

ΣG

G – stálé zatížení, D – skupina zatížení dopravou

$\gamma_G = 1,35$ pro příznivé, resp. 1,0 pro nepříznivé

$\gamma_{Q,D} = 1,35$ pro zatížení na mostě, 1,5 pro přitížení za násypem

$\psi_{0,D} = 0,75$ pro TS

$\gamma_{Q,T} = 1,5$

$\xi = 0,85$

Mimořádná kombinace dle rovnice 6.11a:

$\Sigma G + A + \psi_{1,D} * D$

G – stálé zatížení, A – mimořádné z., D – skupina zatížení dopravou,

$\psi_{1,D} = 0,75$ pro TS

$\psi_{2,T} = 0,5$

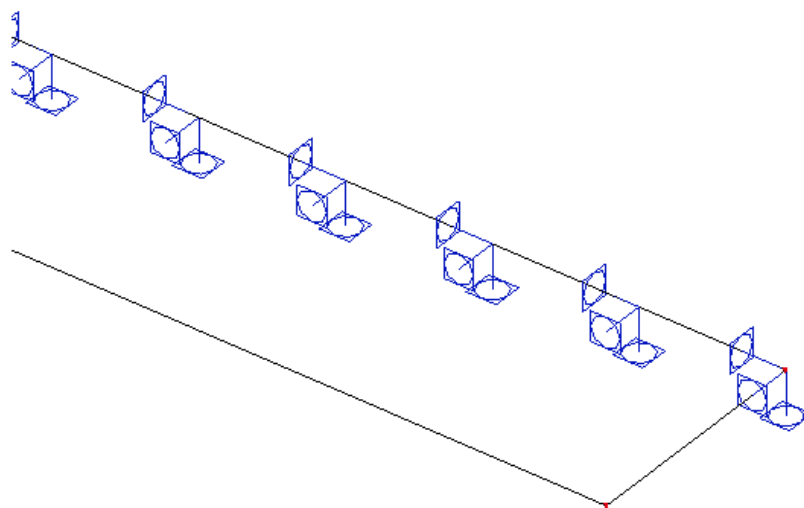
3.3. Nosná konstrukce

3.3.1. Model pro program SCIA

Posuzovaný převislý konec roznášecí desky o tloušťce 300mm je modelován jako konzola pomocí deskového prvku

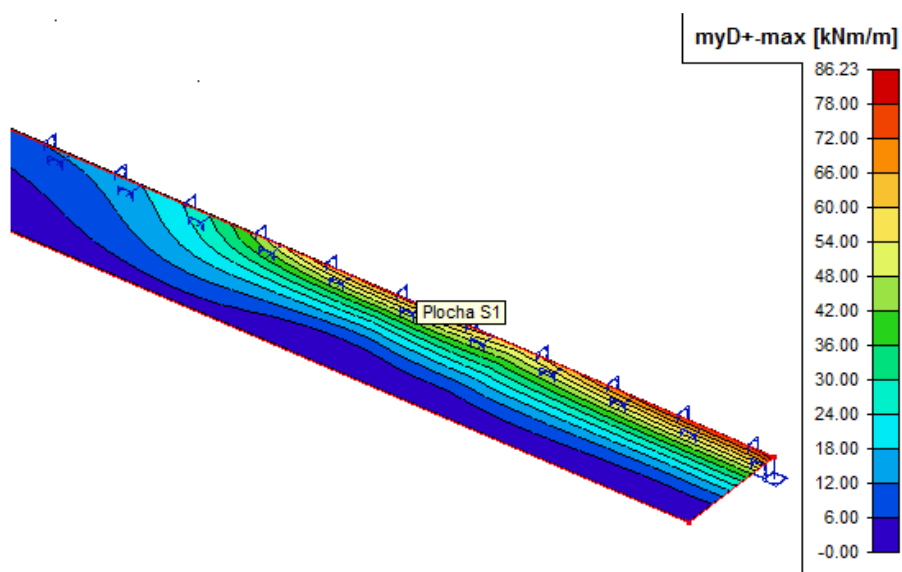
Síť modelu nastavena na 0,1 m.

Prostorový model:

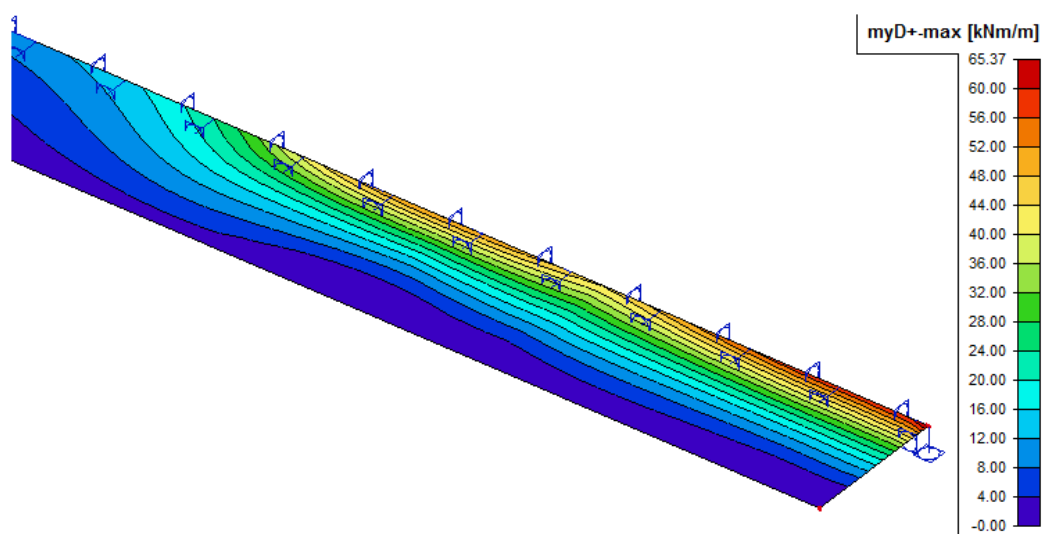


Obrázek 1. Pohled na model části vykonzolované desky

3.3.2. Vnitřní síly



Vnitřní síly z nejúčinnější návrhové kombinace: CO2: $1,15 \cdot g_{vl} + 1,15 \cdot g_{ost} + 1,35 \cdot q$ LM2



Vnitřní síly z nejúčinnější charakteristické kombinace: CO6: $1,0 \cdot g_{vl} + 1,0 \cdot g_{ost} + 1,0 \cdot q$ LM2

3.4. Posouzení průřezu

Posouzení roznášecí desky v rozhodujícím průřezu bylo posouzeno v programu FINE-Beton

Norma

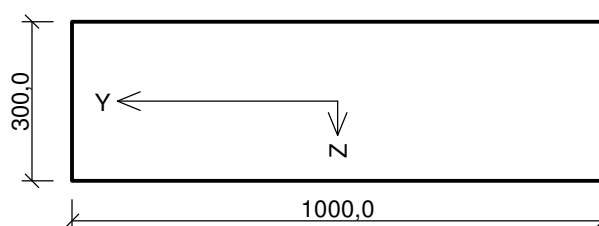
Norma EN 1992-1-1/Česko.

3.4.1. Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: XC4, XD1, XF2

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa; $f_{ctm} = 2,9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	-86,00	0,00	209,00	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

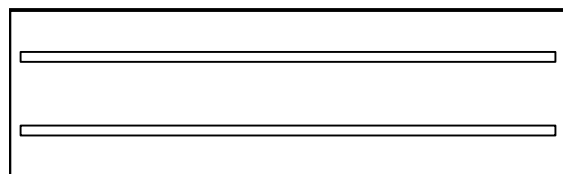
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	-65,40	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 3	0,00	-10,20	0,00	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	18	75,0	horní výztuž
6,667	18	75,0	dolní výztuž



6,667x18(po 150,0mm) kr. 75,0

6,667x18(po 150,0mm) kr. 75,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Spony svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 6

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

Betonáž na upravené podloží

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(18; 35; 10) = 35$ mm

$c_{nom} = \max(c_{min} + \Delta c_{dev}; k_1) = \max(35 + 10; 40) = \max(0,045; 40) = 45$ mm

3.4.2. Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00785 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00565 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0113 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00201 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmíneků } s_{l,max} = 162,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmíneků } s_{t,max} = 324,0 \text{ mm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	-86,00	0,00	209,00	0,00	Vyhovuje
		0,00	-158,70	0,00	324,79	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
2	Zat. případ 2	0,00	-65,40	0,00	12,08	187,70	-28,24	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
3	Zat. případ 3	0,00	-10,20	0,00	-	-	0,000	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

4. Výpočet zatížitelnosti

4.1. Všeobecně

4.1.1. Popis konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena stávající klenbou z kamenů se světlostí 2,27 m. Zásyp je proveden z nenamrzavého materiálu nebo vhodné zeminy odpovídající ČSN 73 6244 a VL4 hutněné po 300 mm. Tloušťka zásypu nad vrcholem klenby je cca 800 mm. Přes násyp bude provedena železobetonová roznášecí deska s tloušťkou 300 mm.

4.1.2. Model konstrukce

Zatížitelnost klenbové konstrukce byla určena na kombinovaném statickém modelu podélného řezu konstrukce. Modelován byl klenbový pás šířky 1 m včetně zásypu klenby. Model sestává z kombinace plošných a prutových prvků. „Kameny“ klenby jsou modelovány jako stěnové prvky s lineárně pružným působením a vlastnostmi odpovídajícími charakteru příslušného materiálu. Spoje mezi „kamennými klenáky“ jsou modelovány jako soustava lineárních prutových prvků s vyloučeným tahovým působením a charakteristikami odpovídajícími předpokládaným vlastnostem materiálu. Zásyp konstrukce je modelován stěnovými prvky s charakteristikami předpokládaného materiálu zásypu zajišťujícími distribuci zatížení a vodorovných tlaků na vlastní prvky klenby. Na horní hraně zásypu je modelována plocha představující betonovou desku. Charakteristiky jsou stanoveny konzervativně podle navrhovaných vlastností.

4.1.3. Zatížení

Zatížení konstrukce je uvažováno podle ČSN 73 6222. Roznos v příčném směru je zanedbán. Zatížení je přepočteno na 1m šířky klenbového pásu, který je následně analyzován.

Zatížení je na klenbové části konstrukce umístěno do nejnepříznivější polohy, která je stanovena na základě lineární analýzy. Jako kritérium bylo uvažováno největší tahové namáhání na rubu a líci klenby. V příčném směru je zatížení umístěno v nejnepříznivější poloze z hlediska klenby, tj. na hranu klenby, která lícuje s odrazným obrubníkem na mostě.

Dynamický součinitel je uvažován hodnotou odpovídající rozpětí konstrukce dle ČSN 73 6222.

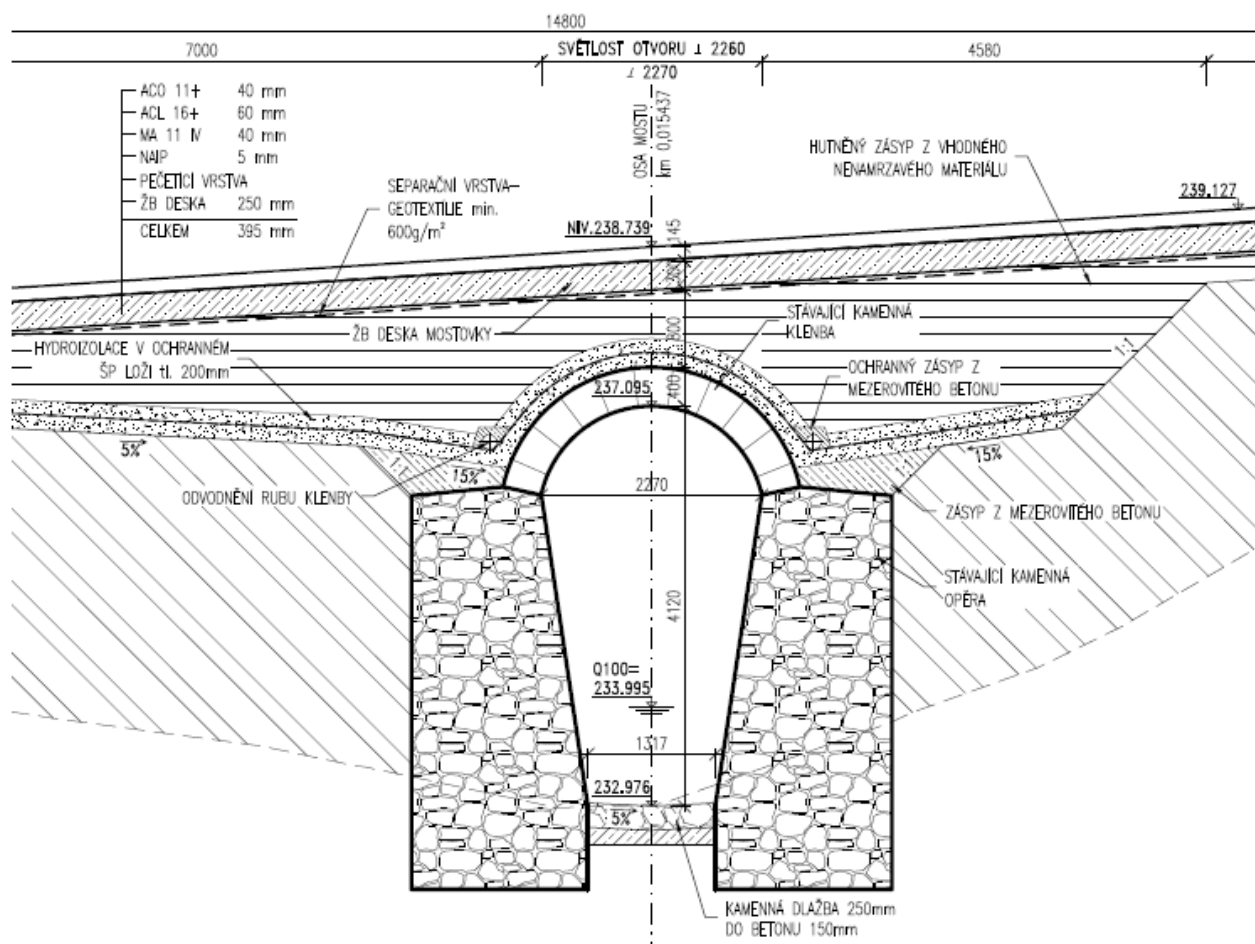
4.1.4. Zatížitelnost konstrukce

Základní zatížitelnost konstrukce byla získána materiálově nelineárním výpočtem (vyloučení tahového působení materiálu konstrukce) na kombinovaném modelu konstrukce (plošné a prutové prvky). Jako kritéria maximální hmotnosti vozidel byly použity podmínky definované v TP144 přílohy B, kapitoly 3 :

1. Minimální výška tlačené oblasti je **0,5h**.
2. Maximální přípustná namáhání zdíva klenby nepřekročí hodnoty z Tab.3.1 (Příloha B)

4.2. Geometrie konstrukce

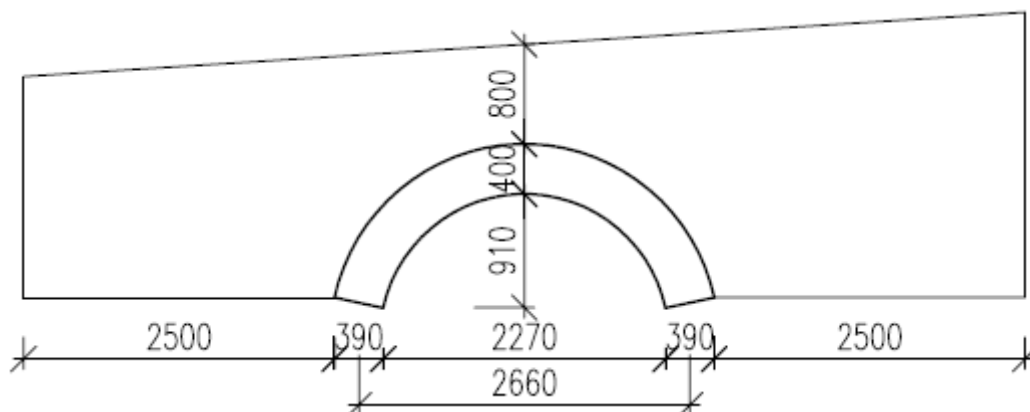
Typ nosné konstrukce:	Segmentová klenbová konstrukce
Délka přemostění:	2,27 m
Světlost mostu:	2,27 m
Rozpětí nosné konstrukce:	cca 2,66 m
Tloušťka nosné konstrukce:	0,40 m
Šířka nosné konstrukce:	6,26 m
Tloušťka vozovky:	145 mm
Výška přesypávky:	cca 0,80 m



Obrázek 2. Podélný řez mostního objektu

4.4. Statický model konstrukce

Konstrukce je modelována jako klenbový pás šířky 1 m. Aby bylo vystiženo chování konstrukce, je použita kombinace plošných a prutových prvků. Zásyp konstrukce a jednotlivé klenáky jsou modelovány pomocí deskových prvků s charakteristikami příslušných materiálů. Maltové spoje jsou definovány pomocí nelineárních prutových prvků s vyloučeným tahovým namáháním. S ohledem na výstižnost modelu je modelována i část zasypaní klenby mimo vlastní most. Nad zásypem konstrukce modelována ŽB deska.



Obrázek 3. Rozměr statického modelu

4.5. Zatížení stálé

Klenbová část konstrukce je modelována jako klenbový pás o šíři jeden metr. Uvažována je krajní část klenby s konzolou, u které jsou nejméně příznivé účinky. Zásyp klenby je modelován v podélném řezu pro jednotkovou šířku.

4.5.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha	γ	A	f
	kN/m ³	m ²	kN/m
Kamenná klenba	25	-	-
Zásyp klenby	20	-	-
ŽB deska mostovky	25	-	-
ŽB konzola	25	0.24	6.0
Popravní zídka	25	-	-

4.5.2. Ostatní stálé

Ostatní stálé			
Vozovka	γ	A	f
	kN/m ³	m ²	kN/m
ACO 11+	25	0.064	1.6
ACL 16 +	25	0.08	2.0
MA 11 IV	25	0.064	1.6
NAIP	25	0.008	0.2

Chodník - konzola	γ	A	f
	kN/m ³	m ²	kN/m
Římsa	26	0.56	14.56
2x NAIP	25	0.02	0.438
Zábradlí	-	-	1.000

4.6. Proměnná zatížení

4.6.1. Zatížení dopravou – normální zatížitelnost

Jelikož je klenbová část konstrukce modelována jako klenbový pás o šíři 1 m, je uvažováno pouze nejtěžší zatížení (viz Obrázek 4). Pro stanovení normální zatížitelnosti mostu jsou uvažovány dvě varianty zatížení vozidly, a to zatížení 2-nápravovým vozidlem a zatížení 3-nápravovým vozidlem. Celková tíha zadní nápravy (resp. náprav) je rovna $100 v_n$. Tíha přední nápravy je nahrazena ekvivalentním rovnoměrným zatížením, které je v těžkém pruhu $2,5 v_n$.

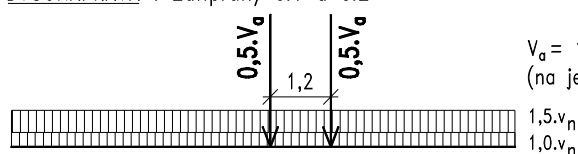
Uspořádání vozidel na pro stanovení normální zatížitelnosti je uvedeno na Obrázku 5. Umístění zatížení v podélném a příčném směru je na konstrukci voleno tak, aby vyvolalo extrémní účinky na konstrukci. Konkrétně se rozhodující polohy zatížení pro rozhodující průřezy konstrukce stanoví „pojezdem“ zatížení po modelu konstrukce v programu Scia Engineer 2011.

Současně se zatížením dopravou působí na mostě i rovnoměrné zatížení chodníků s hodnotou $2,5 \text{ kN/m}^2$.

TYP ZATÍŽENÍ

DVOUNÁPRAVA : Zat.pruhy č.1 a č.2

"1" – TĚŽKÉ

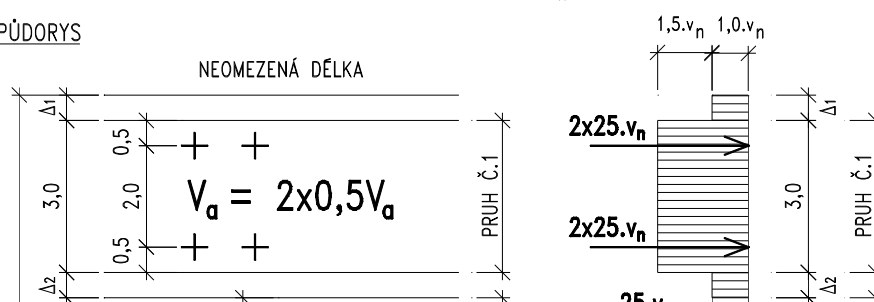


PŮDORYS

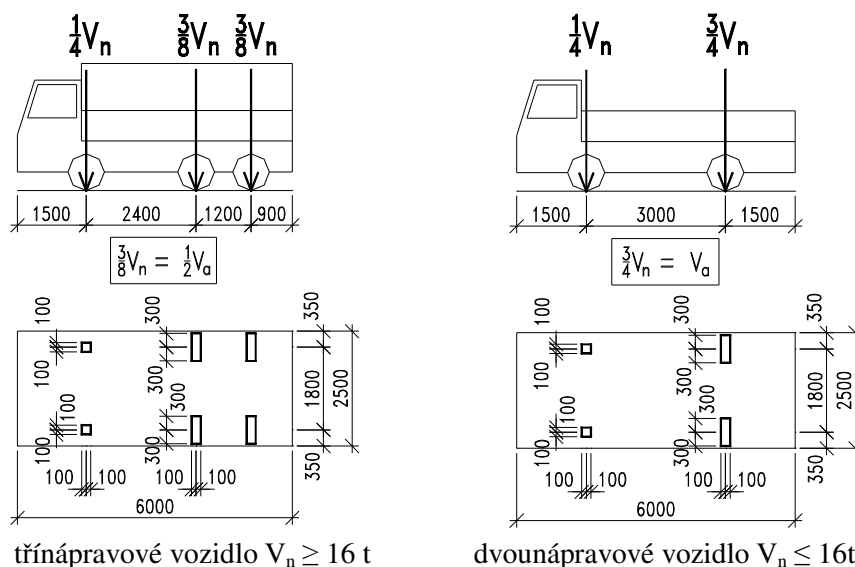
"3" – LEHKÉ

"1" – TĚŽKÉ

"3" – LEHKÉ



Obrázek 4. Schéma zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti dle ČSN 73 6222

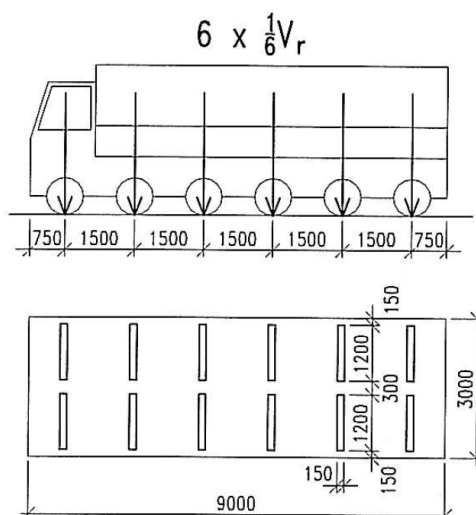


Obrázek 5. Schéma zatížení 2NV a 3NV pro stanovení normální zatížitelnosti

4.6.2. Zatížení dopravou – Výhradní zatížitelnost

Výhradní zatížitelnost mostu je stanovena na základě schémat vozidel výhradní zatížitelnosti podle ČSN 73 6222. Výhradní zatížitelnost je stanovena podle pravidel ČSN 73 6222 pro 2-nápravové (viz Obrázek 4), 3-nápravové (viz Obrázek 5) a 6-nápravové vozidlo (viz Obrázek 6). Vozidlo je na mostě vždy jen jedno a je umístěno v nejméně příznivé poloze. Současně s ním nepůsobí na vozovce žádné další zatížení.

Současně se zatížením dopravou působí na mostě i rovnoměrné zatížení chodníků s hodnotou $2,5 \text{ kN/m}^2$.

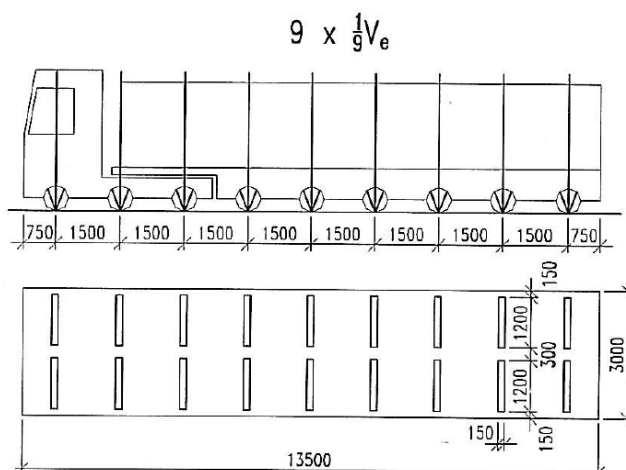


Obrázek 6. Schéma 6-nápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti

4.6.3. Zatížení dopravou – Výjimečná zatížitelnost

Výjimečná zatížitelnost je stanovena na základě schématu zvláštní soupravy (viz Obrázek 7) jako maximální hmotnost 9-ti nápravového vozidla (viz Obrázek 7) pohybujícího se na mostě v předepsané stopě (ve vzdálenosti $\pm 0,5 \text{ m}$ od středu vozovky). Při stanovení výjimečné zatížitelnosti se neuvažuje žádné jiné dopravní zatížení na mostě (včetně chodníků).

Pro tohle zatížení je uvažován střed klenbového pásu (neprojeví se stálé i proměnné zatížení od chodníků – konzoly).



Obrázek 7. Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné

4.6.4. Zatížení dopravou – Dynamické účinky zatížení

Dynamické účinky zatížení se uvažují podle ČSN 73 6222, přičemž jejich hodnoty jsou odvislé jednak od zatížení mostu a jednak od jeho dynamických charakteristik konstrukce.

- Normální zatížitelnost (jeden zatížený pruh)	$\delta = 1,25$
-Výhradní zatížitelnost	$\delta = 1,25$
-Výjimečná zatížitelnost	$\delta = 1,05$
-Chodníky	$\delta = 1,00$

4.7. Kombinace zatížení pro statický výpočet

Pro stanovení zatížitelnosti jsou uvažovány mezní stavy únosnosti i použitelnosti. Pro stanovení zatížitelnosti na základě MSP je vyčíslena kombinace charakteristická (na posouzení spar). Pro stanovení zatížitelnosti na základě MSÚ jsou vyčísleny kombinace podle vztahů 6.10a a 6.10b dle ČSN EN 1990/A2 a zásad ČSN 73 6222. Součinitele zatížení a součinitele kombinace pro stanovení kombinací zatížení jsou uvedeny v následující tabulce:

Stav	Jméno	Součinitel zatížení γ_f	Redukční součinitel ξ	Součinitel kombinace		
				ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Vlastní tíha	1.35	0.85			
2	Ostatní stálé	1.35	0.85			
3	Doprava	1.35		0.75	0.75	0

4.8. Zatížitelnost

4.8.1. Základní zatížitelnost klenbové konstrukce

Základní zatížitelnost konstrukce byla získána materiálově nelineárním výpočtem (vyloučení tahového působení materiálu konstrukce) na kombinovaném modelu konstrukce (plošné a prutové prvky). Jako kritéria maximální hmotnosti vozidel byly použity podmínky definované v TP144 přílohy B, kapitoly 3:

- 1) Minimální výška tlačené oblasti je **0,5h** – výšky průřezu → **0,21 m**.
- 2) Maximální přípustná namáhání zdiva klenby nepřekročí hodnoty z Tab.3.1 (Příloha B). v kombinaci s výsledky diagnostického průzkumu. Pro obyčejné zdivo z lomového kamene je hodnota dovoleného namáhání v tlaku $\sigma_{dov,c,max} = 1,5 \text{ MPa}$.

Výpočet je proveden pro klenbový pás šířky 1,0m. Zatížení od vozidel se uvažuje podle kapitoly B na pásu klenby při zanedbání jejího působení v příčném směru. Zatížitelnost se potom určí podle postupů uvedených v ČSN 73 6222.

4.8.2. Vnitřní síly a posouzení klenbové konstrukce

Pro jednotlivé zatěžovací stavy podle postupů dle ČSN 73 6222 byly za předpokladu vyloučení tahového namáhání materiálu klenby určeny vnitřní síly na konstrukci. Pro takto stanovené hodnoty vnitřních sil, resp. výšek tlačných oblastí, byly v jednotlivých (modelovaných) řezech stanoveny hodnoty hlavních napětí a ty byly posouzeny podle kritérií uvedených v TP144 přílohy B, kapitole 3.

Byla očekávána normální zatížitelnost mostu mezi větší než 16t. Z tohoto důvodu byla konstrukce nejprve posouzena na pojezd trojnápravovým vozidlem. Tento předpoklad se ukázal jako správný. Výhradní zatížitelnost se předpokládala větší než 50t. Proto byla konstrukce nejprve posouzena na šestnápravové vozidlo. Tento předpoklad se potvrdil.

Nejdříve bylo vypočteno a posouzeno mezní tlakové napětí, které vzniká od zatěžovacích sestav a následně byla spočtena výška tlačené části průřezu pro dané sestavy.

4.8.3. Zatížitelnost

Normální zatížitelnost:

Maximální hmotnost 3-nápravového vozidla vychází 36 t, což je více než maximální přípustná hmotnost 2-nápravového vozidla (16,0 t). O normální zatížitelnosti tedy rozhoduje maximální hmotnost 3-nápravového vozidla. Maximální hodnota normální zatížitelnosti s ohledem na únosnost vozovky na mostě a přilehlých částech komunikace je dle 4.1.8 ČSN 73 6220 rovna 50,0 t.

$$V_n = \underline{\underline{36 \text{ t}}} < 50 \text{ t}$$

Výhradní zatížitelnost:

Maximální hmotnosti 6-nápravového vozidla vychází 90 t, což je více než maximální přípustná hmotnost 2-nápravového a 3-nápravového vozidla. O výhradní zatížitelnosti tedy rozhoduje maximální hmotnost 6-nápravového vozidla.

$$V_r = \underline{\underline{86 \text{ t}}}$$

Výjimečná zatížitelnost:

Výjimečná zatížitelnost byla určena maximální hmotností 9-nápravového vozidla.

$$V_e = \underline{\underline{155 \text{ t}}}$$

5. Závěr

Zatížitelnost konstrukce pro stávající stav mostu:

Zatížitelnost	
Normální zatížitelnost - V_n	19 t
Výhradní zatížitelnost - V_r	48 t
Výjimečná zatížitelnost - V_e	83 t

Po rekonstrukci se očekává stavební stav konstrukce alespoň III, tudíž hodnoty zatížitelnosti nebudou redukovány. Zatížitelnost mostu ve stavu III bude:

Zatížitelnost	
Normální zatížitelnost - V_n	36 t
Výhradní zatížitelnost - V_r	86 t
Výjimečná zatížitelnost - V_e	155 t

V Praze 9.1.2017

Ing. Pavel Bauer
TUBES spol. s r.o.
K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4
tel: 226 066 474
Email: bauer@pragoprojekt.cz