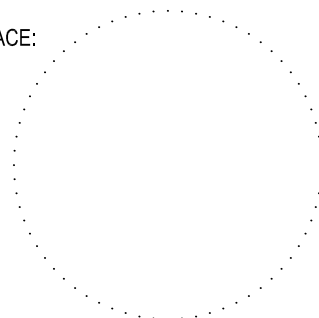


OBJEDNATEL		POVODÍ MORAVY, s. p. Dřevařská 11, 601 75, Brno ZÁVOD HORNÍ MORAVA U Dětského domova 263, 772 11, Olomouc
------------	---	--


ZHOTOVITEL		SDRUŽENÍ DPB + VALBEK DOPRAVOPROJEKT BRNO a.s. Kounicova 271/13, 602 00 BRNO	VALBEK, spol. s r.o. Děčínská 717/21, 400 03 Ústí n. L.	
------------	---	--	---	---

AUTORIZACE:

D.1.3



DSP 2016

ŘEDITEL ATELIÉRU	ING. VLADIMÍR NAVRÁTIL	 Děčínská 717/21, 400 03 Ústí n. L.	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. PETR HUSÁK		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. RADEK NAVRÁTIL		
VYPRACOVAL	ING. RADEK NAVRÁTIL		
KONTROLOVAL	ING. JAROMÍR DRAŠAR		
NÁZEV AKCE BEČVA, HRANICE - PPO MĚSTA BEČVA, JEZ HRANICE - ZKAPACITNĚNÍ JEZU A RYBÍ PŘECHOD		DATUM	07/2016
		FORMÁT	-
		MĚŘÍTKO	-
		Č. ZAKÁZKY	14-041-A1-DSP
		ÚČEL	DSP
NÁZEV ČÁSTI STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOST STÁVAJÍCHO MOSTU		Č. SOUPRAVY	Č. PŘÍLOHY D.1.3.8

**Valbek, spol. s r.o.,
středisko Ústí nad Labem
Děčínská 717/21
400 03 Ústí nad Labem**

**Bečva, jez Hranice - zkapacitnění jezu
a rybí přechod
Dokumentace pro stavební povolení**



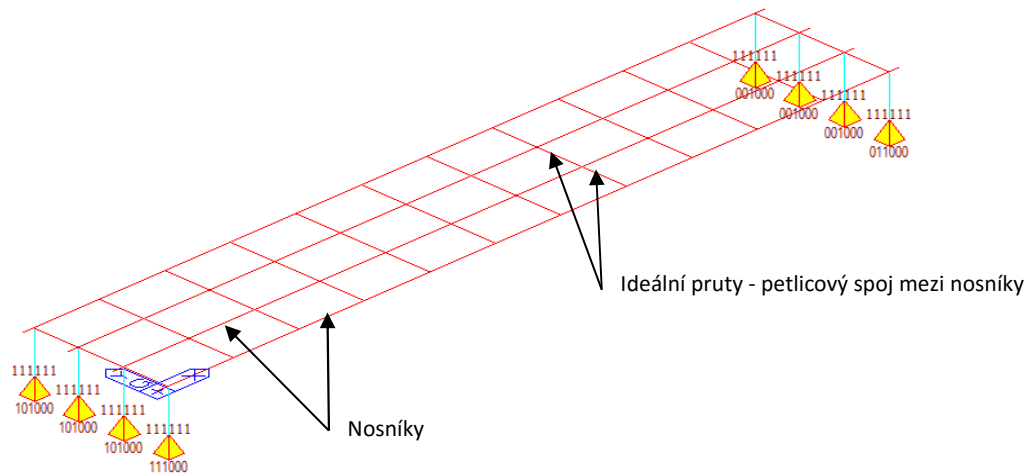
OBSAH

1. Výpočetní model	3
2. Návrh výztuže pro stanovení únosnosti nosníku ka-73	5
3. Popis zatěžovacích stavů pro stanovení zatížitelnosti	12
4. Zatížitelnost nosné konstrukce mostu bez spřažení s deskou	18
5. Návrh spřahující výztuže desky	22
6. Zatížitelnost nosné konstrukce mostu se spřaženou deskou	27
7. Závěr.....	31

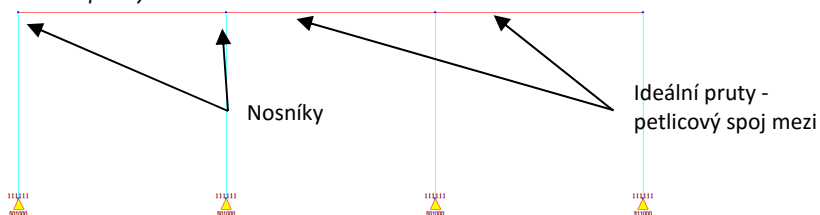
1. VÝPOČETNÍ MODEL

1.1. Roštový prutový model pro výpočet zatížitelnosti

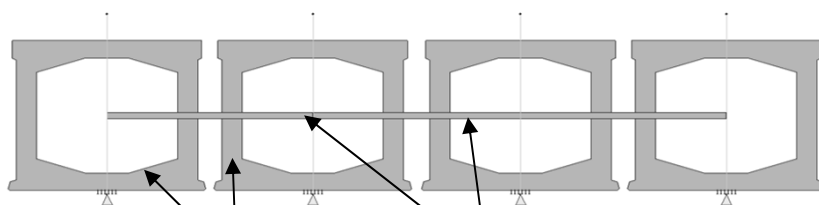
Výpočetní schéma - axonometrický pohled



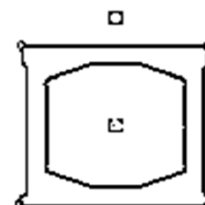
Výpočetní schéma - příčný řez **STÁVAJÍCÍ STAV**



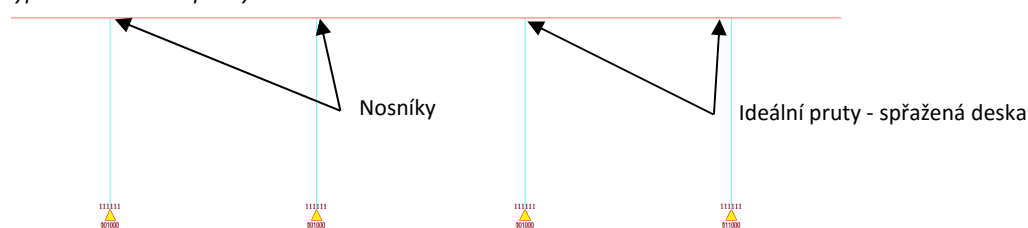
Zobrazení hmot - příčný řez **STÁVAJÍCÍ STAV**



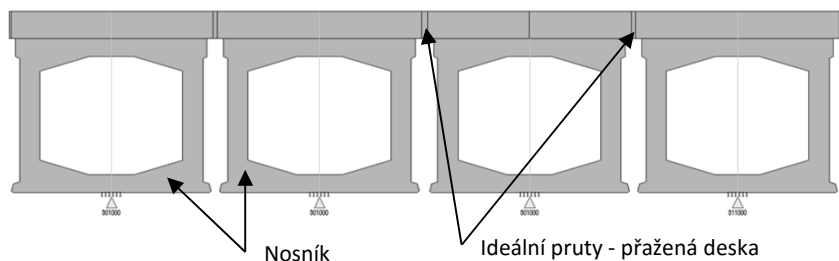
Nosník - příčný řez **STÁVAJÍCÍ STAV**



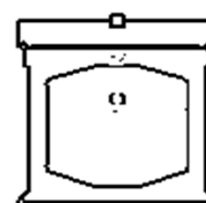
Výpočetní schéma - příčný řez **NOVÝ STAV**



Zobrazení hmot - příčný řez **NOVÝ STAV**

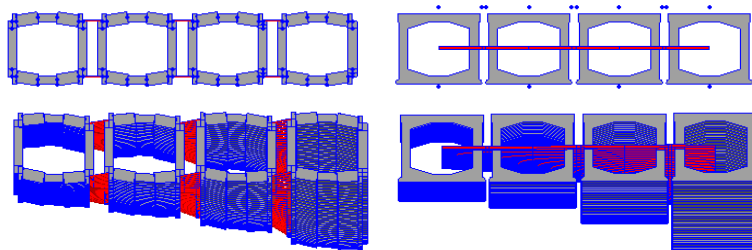


Nosník - příčný řez **NOVÝ STAV**

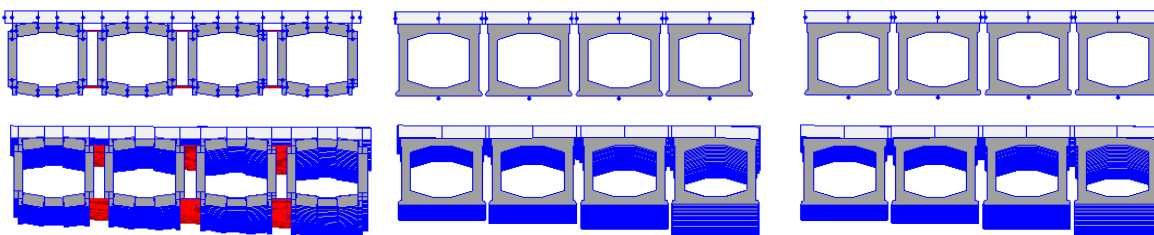


1.2. Výpočetní modely pro ověření tuhosti příčných vazeb

Porovnání deformací roštového modelu s deskostěnným (petlice modelovány jako pruty) - **STÁVAJÍCÍ STAV**



Porovnání deformací roštového modelu s deskostěnným (petlice modelovány jako pruty) a deskovým s žebry - **NOVÝ STAV**



Tuhost příčných vazeb byla ověřena porovnáním deformace prostorových modelů při zatížení krajního nosníku.

1.3. Materiálové vlastnosti

	Concrete Nosník	Concrete Deska
pevnost v tlaku	$f_c = 35$	30 MPa
modul pružnosti	$E(t) = 34000$	32000 MPa
koefficient teplotní roztažnosti	$\alpha = 1.0E-05$	1.0E-05 1/°C
Poissonovo číslo	$\nu = 0.20$	0.20
objemová hmotnost	$\rho = 25$	25 kN/m ³

1.4. Okrajové podmínky v místě uložení

V podélném směru konstrukce působí jako prosté pole, nosníky jsou uloženy na elastomerových ložiskách.

2. NÁVRH VÝZTUŽE PRO STANOVENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÍKU KA-73

Tvrdá a měkká výztuž nosníku je navržena pro třídu zatížení B, dle platných norem v době návrh původní mostní konstrukce, podle klasické teorie metodou dovolených namáhání. Dle typových podkladů byly nosníky navrhovány na plné předpětí. Zatížení a součinitele zatížení jsou stanoveny na stranu bezpečnou tak, aby únosnost průřezu vyšla co nejmenší.

2.1. Popis zatěžovacích stavů

2.1.1. STÁLÁ A NAHODILÁ DLOUHODOBÁ ZATÍŽENÍ

2.1.1.1. Vlastní tíha

beton $g_0 = 25 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ - generováno programem MIDAS

negenerované celky nebo části NK

Dobetonávka	b [m]	h [m]	l [m]	A [m ²]	γ [kN/m]	g_1 [kN/m]	x [m]	g_1 [kNm/m]
zmonolitnění mezi prefabrikáty				0.1	25	-2.50		

Vyrovňovací beton	b [m]	h [m]	l [m]	A [m ²]	γ [kN/m]	g_1 [kN/m]	x [m]	g_1 [kNm/m]
na levý nosník				0.31	25	-7.75	0.06	-0.47
na levý střední nosník				0.2	25	-5.00		
na pravý střední nosník				0.2	25	-5.00		
na pravý nosník				0.41	25	-10.25	-0.25	2.56

2.1.1.2. Nahodilá dlouhodobá zatížení

	b [m]	h [m]	l [m]	A [m ²]	γ [kN/m]	g_1 [kN/m]	x [m]	g_1 [kNm/m]
Zábradlí levé - levý nosník						-0.50	0.54	-0.27
Zábradlí pravé - pravý nosník						-0.50	-0.60	0.30
Vozovka - levý nosník	0.52	0.1			22	-1.14	-0.25	0.29
Vozovka - levý střední nosník	1.01	0.1			22	-2.22		
Vozovka - pravý střední nosník	1.02	0.1			22	-2.24		
Vozovka - pravý nosník	0.55	0.1			22	-1.21	-0.23	0.28
Inženýrské síť - pravý střední nosník						-0.5		
Inženýrské síť - levý krajní nosník						-0.5	0.75	-0.375

2.1.1.3. Dovarování a smršťování - CEB FIT(1976)

- uvažuji dle ČSN EN 1992

relativní vlhkost vzduchu: 80 %

dobu ošetřování betonu: 3 dny

náhradní výška $h = 2 \cdot A_c / u$ - stanovena programem MIDAS

typ cementu: N

2.1.1.4. Předpětí - předem

- lana	PZ 4.5
- počet lan v kabelu	12 ks
- počet kabelů	12 ks
- způsob napínání	jednostranně
- pokluz	0 mm
- ztráty v přímé	0.000
- ztráty v oblouku	0.000

SO 01.2 - Prodloužení mostu

- relaxace 5 % dle CEB FIT 1978
 - soudržnost se soudržností
 $f_{pk} = 1650 \text{ MPa}$
 $f_{p0,1k} \leq f_{pk/1,1} = 1500 \text{ MPa}$
 $f_{p0,1k} = 1446 \text{ MPa}$
 $\sigma_{p0,max} \leq \min(0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0,1k}) = 1301 \text{ MPa}$
 $\sigma_{p0,max} = 1300 \text{ MPa}$

Maximální napětí po zakotvení

- dle ČSN EN 1992-1-1

$$\sigma_{pm0(x)} = \min(0,75 \cdot f_{pk}; 0,85 \cdot f_{p0,1k}) = 1229 \text{ MPa}$$

2.1.1.5. Poklesy podpor, nerovnoměrné sedání - neuvažuji (prostý nosník)

2.1.1.6. Tření a vratné síly v ložiskách - zanedbáno

2.1.2. NAHODILÁ KRÁTKODOBÁ ZATÍŽENÍ - KLIMATICKÁ

2.1.2.1. Účinky teplotních změn - zanedbáno (prostý nosník)

2.1.2.2. Zatížení větrem - zanedbáno

2.1.3. NAHODILÁ KRÁTKODOBÁ ZATÍŽENÍ - DOPRAVOU

Dynamický součinitel dle ČSN 73 6203: 1968 - Zatížení mostů:

Suma stálého zatížení $G = 1280 \text{ kN}$

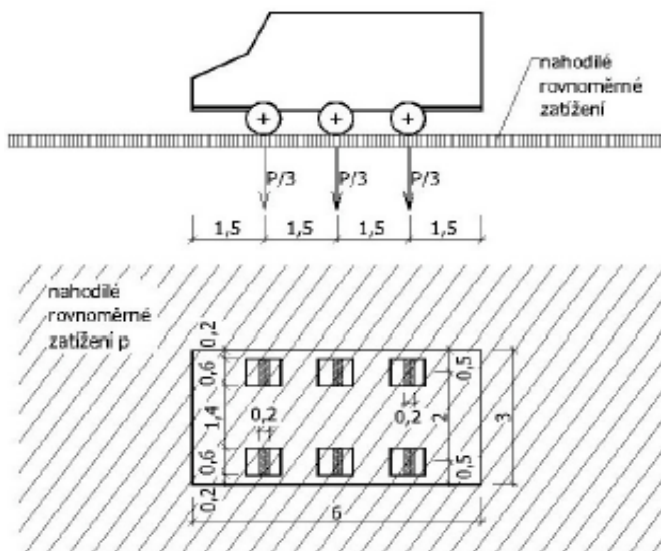
Suma nahodilého zatížení $P = 499.8 \text{ kN}$

Rozpětí pole $L = 16.5 \text{ m}$

$$\delta = 1 + 0.35 / (1 + 0.2 \cdot L) + 0.5 / (1 + 4 \cdot G / P) = 1.126$$

2.1.3.1. Svislé zatížení dopravou

a) Sestava zatížení I dle ČSN 73 6203: 1968 - Zatížení mostů, Změna a) - 1976



Uvažuje se třída B:

Celková tíha vozidla

Nápravový tlak

Nahodilé rovnoměrné zatížení

$$30 \text{ Mp} = 300 \text{ kN}$$

$$P/3 = 10 \text{ Mp} = 100 \text{ kN}$$

$$p = 200 \text{ kp/m}^2$$

$$k_s = 1$$

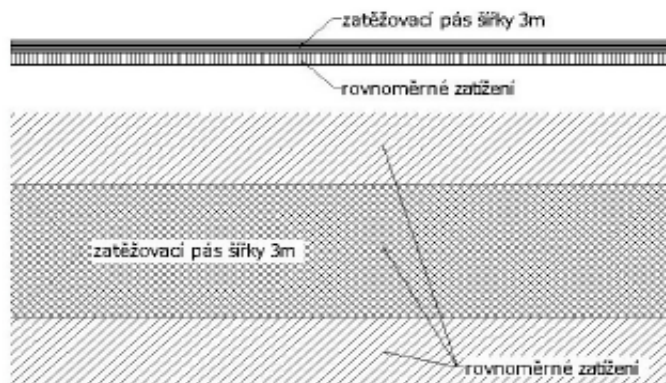
$$k_d = 1.25$$

$$p \cdot k_s \cdot k_d = 250 \text{ kp/m}^2 = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Ústí nad Labem

b) Sestava zatížení II dle ČSN 73 6203: 1968 - Zatížení mostů, Změna a) - 1976



Uvažuje se třída B:

Zatěžovací pás š. 3.0 m

Nahodilé rovnoměrné zatížení

$$p_{3m} = 200 \text{ kp/m}^2 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 200 \text{ kp/m}^2$$

$$k_s = 1$$

$$k_d = 1.25$$

$$p \cdot k_s \cdot k_d = 250 \text{ kp/m}^2 = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3.2. Zatížení chodníků dle ČSN 73 6203: 1968 - Zatížení mostů

rovnoměrné plošné zatížení:

kombinační součinitel pro zatížení chodníku

- se zatížením chodníků neuvažují

$$q_{ch} = 4.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi_0 = 0.90$$

2.1.3.3. Zatížení na zábradlí

- neuvažují (zanedbáno)

2.2. Posouzení nosníku

2.2.1. Hlavní napětí

2.2.1.1. ŘEZ A - průřez v podpoře u krajního pravého nosníku

Průřezové charakteristiky: (Ideální průřez zjednodušeně jako betonový)

A=	3.564E-01	m ²	
I _y =	3.466E-02	m ⁴	
z _d =	-0.4251	m	vzdálenost těžiště k dolním vláknům
z _h =	0.4249	m	vzdálenost těžiště k horním vláknům
h=	0.85	m	

Stálá a nahodilá dlouhodobá zatížení:

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
41	DL	I[5]	0	0	-73.51	0	-0.28	0
41	EL	I[5]	-105.34	-15.45	-126.39	3.32	-74.24	-20.82
41	TP	I[5]	-2545.74	0	0	0	-580.26	0
41	TS	I[5]	-4.17	-0.21	-0.33	-0.14	-1.57	0.28
41	CS	I[5]	49.04	8.33	6.42	3.09	24.68	10.72

Nahodilá krátkodobá zatížení:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
41	Nahodile(al I[5]		Axial	28.72	5.47	1.2	5.38	22.77	7.03
41	Nahodile(al I[5]		Shear-z	0	0	-64.15	-3.22	0	0
41	Nahodile(al I[5]		Moment-y	28.72	5.47	1.2	5.38	22.77	7.03

Součinitele zatížení:

Vlastní tíha	1.1	Dotvarování a smršťování	1
Dlouhodobé nahodilé	1.2	Krátkodobá nahodilá	1.2
Předpětí	1	Dynamický součinitel	1.13

VNITŘNÍ SÍLY - HLAVNÍ KOMBINACE:

max V _z	Zatížení			Předpětí			Celkem
	stálé	nahodilé	celkové	primární	sekundární	celkové	
N _{odp} [kN]	-77.37	0.00	-77.37	-2545.74	-4.17	-2549.91	-2627.28
V _{z,max} [kN]	-226.11	-86.99	-313.10	0.00	-0.33	-0.33	313.43
M _{y,odp} [kNm]	-64.72	0.00	-64.72	-580.26	-1.57	-581.83	-646.55
M _x [kNm]	7.07	-4.37	2.71	0.00	-0.14	-0.14	2.57

Hlavní napětí v hlavní kombinaci

	Stěny v těžišti průřezu	Stěny v horní části	Stěny v dolní části	Horní deska	Dolní deska
Napětí v horních vláknech:	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55 MPa
Napětí v dolních vláknech:	-15.30	-15.30	-15.30	-15.30	-15.30 MPa
Mpa > σ _{dov} = -16 Mpa					
Poloha neutrální osy (od spodních vláken):	0.820	0.82	0.82	0.82	0.82 m
z =	0	-0.245	0.245	0.4249	-0.4251 m
1) normálové napětí σ _x =(N/A)+(M _y *z/I _y)=	-7.37	-11.94	-2.80	0.55	-15.30 MPa
2) tangenciální napětí					
A=	0.178	0.129	0.129	0.022	0.022 m ²
b=	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2 m
z=	0.289	0.352	0.353	0.375	0.375 m
S _y =A*z=	0.051	0.045	0.046	0.008	0.008 m ³
τ _t =V _z *S _y /(b*I _y)=	2.326	2.053	2.059	0.373	0.373 MPa
3) napětí od kroucení					
t _{min} =	0.100	0.1	0.1	0.100	0.100 m
A _k =	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573 m ²
τ _k =M _k /(2*A _k *t _{min})=	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02 MPa
Hlavní napětí:					
σ=0,5*σ _x +((σ _x /2)^2+(τ _t +τ _k)^2)^0,5=	0.68	0.35	1.11		0.01
Mpa < σ _{dov} = 1,5 Mpa					

SO 01.2 - Prodloužení mostu

2.2.1.2. ŘEZ B - průřez ve středu pole u krajního pravého nosníku

Průřezové charakteristiky: (Ideální průřez zjednodušeně jako betonový)

A=	3.564E-01	m ²	
I _y =	3.466E-02	m ⁴	
z _d =	-0.4251	m	vzdálenost těžiště k dolním vláknům
z _h =	0.4249	m	vzdálenost těžiště k horním vláknům
h=	0.85	m	

Stálá a nahodilá dlouhodobá zatížení:

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*n)	Moment-z (kN*m)
46	DL	2/4	0	0	0	0	302.94	0
46	EL	2/4	-23.41	-2.6	-2.05	-1.68	419.85	-1.77
46	TP	2/4	-2654.19	0	0	0	-639.37	0
46	TS	2/4	1.72	-0.09	-0.15	-0.09	1.44	-0.08
46	CS	2/4	6.87	0.91	1.99	1.63	-27.24	0.6

Nahodilá krátkodobá zatížení:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*n)	Moment-z (kN*m)
46	Nahodile(al 2/4		Axial	3.42	0.43	28.63	10.56	313.65	0.28
46	Nahodile(al 2/4		Shear-z	3.42	0.43	28.63	10.56	313.65	0.28
46	Nahodile(al 2/4		Moment-y	3.42	0.43	28.63	10.56	313.65	0.28

Součinitele zatížení:

Vlastní tíha	1.1	Dotvarování a smršťování	1
Dlouhodobé nahodilé	1.2	Krátkodobá nahodilá	1.2
Předpětí	1	Dynamický součinitel	1.13

VNITŘNÍ SÍLY - HLAVNÍ KOMBINACE:

max V _z	Zatížení			Předpětí			Celkem
	stálé	nahodilé	celkové	primární	sekundární	celkové	
N _{odp} [kN]	-21.22	4.64	-16.58	-2654.19	1.72	-2652.47	-2669.05
V _{z,max} [kN]	-0.47	38.82	38.35	0.00	-0.15	-0.15	38.20
M _{y,odp} [kNm]	809.81	425.31	1235.12	-639.37	1.44	-637.93	597.19
M _x [kNm]	-0.39	14.32	13.93	0.00	-0.09	-0.09	13.84

Hlavní napětí v hlavní kombinaci

	Stěny v těžišti průřezu	Stěny v horní části	Stěny v dolní části	Horní deska	Dolní deska
Napětí v horních vláknech:	-14.81	-14.81	-14.81	-14.81	-14.81 MPa
					Mpa > σ_{dov} = -16 Mpa
Napětí v dolních vláknech:	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16 MPa
					Mpa < σ_{dov} = 0 Mpa
Poloha neutrální osy (od spodních vláken):	0.009	0.01	0.01	0.01	0.01 m
z =	0	-0.245	0.245	0.4249	-0.4251 m
1) normálové napětí σ _x =(N/A)+(M _y *z/I _y)=	-7.49	-3.27	-11.71	-14.81	-0.16 MPa
2) tangenciální napětí					
A=	0.178	0.129	0.129	0.022	0.022 m ²
b=	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2 m
z=	0.289	0.352	0.353	0.375	0.375 m
S _y =A*z=	0.051	0.045	0.046	0.008	0.008 m ³
τ _t =V _z *S _y /(b*I _y)=	0.283	0.250	0.251	0.045	0.045 MPa
3) napětí od kroucení					
t _{min} =	0.100	0.1	0.1	0.100	0.100 m
A _k =	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573 m ²
τ _k =M _k /(2*A _k *t _{min})=	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12 MPa
Hlavní napětí:					
σ=0,5*σ _x +((σ _x /2)^2+(τ _t +τ _k)^2)^0,5=	0.02	0.04	0.01	0.00	0.10
					Mpa < σ_{dov} = 1,5 Mpa

SO 01.2 - Prodloužení mostu

2.2.2. Hlavní napětí při zvýšeném namáhání

2.2.2.1. ŘEZ A - průřez v podpoře u krajního pravého nosníku

Stupeň bezpečnosti: hlavní kombinace $s_n = 2.00$

VÝSLEDNICE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace	HK	Jednotka
	max V_z	
$N_{odp} = s_n \cdot (0,9N_g + N_p/s_n + 1,1N_v) =$	-2689.17	[kN]
$V_{z,odp} = s_n \cdot (0,9V_g + V_p/s_n + 1,1V_v) =$	-598.70	[kN]
$M_{y,odp} = s_n \cdot (0,9M_g + M_p/s_n + 1,1M_v) =$	-698.32	[kNm]
$M_{x,odp} = s_n \cdot (0,9M_{xg} + M_{xp}/s_n + 1,1M_{xv}) =$	2.99	[kNm]

Napětí v horních vláknech:	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01 MPa
Napětí v dolních vláknech:	-16.11	-16.11	-16.11	-16.11	-16.11 MPa
Mpa > $\sigma_{dov} = -36.5$ Mpa					
Poloha neutrální osy (od spodních vláken):	0.800	0.80	0.80	0.80	0.80 m
$z =$	0	-0.245	0.245	0.4249	-0.4251 m
1) normálové napětí $\sigma_x = (N/A) + (M_y \cdot z/I_y) =$	-7.55	-12.48	-2.61	1.01	-16.11 MPa
2) tangenciální napětí					
$A =$	0.178	0.129	0.129	0.022	0.022 m ²
$b =$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2 m
$z =$	0.289	0.352	0.353	0.375	0.375 m
$S_y = A \cdot z =$	0.051	0.045	0.046	0.008	0.008 m ³
$\tau_t = V_z \cdot S_y / (b \cdot I_y) =$	-4.443	-3.922	-3.933	-0.712	-0.712 MPa
3) napětí od kroucení					
$t_{min} =$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1 m
$A_k =$	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573 m ²
$\tau_k = M_k / (2 \cdot A_k \cdot t_{min}) =$	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03 MPa

Hlavní napětí:

$$\sigma = 0,5 \cdot \sigma_x + ((\sigma_x/2)^2 + (\tau_t + \tau_k)^2)^{0,5} = 2.08 \quad 1.14 \quad 2.86 \quad 0.03$$

Mpa < $\sigma_{dov} = 3,1$ Mpa

$\sigma_1 < R_t$ -> návrh třmínků konstrukčně

Mezní napětí oceli V 10400 v tahu: $R_s =$

400 MPa

$$\sigma_1' = \sigma_1 - 0,2 \cdot \sigma_1 =$$

2.29 MPa

Návrh vzdálenosti třmínků: $s_t =$

100 mm

$b =$

0.10 m

$$A_{nutná} = b \cdot s_t \cdot \sigma_1' / R_s =$$

57 mm²

Návrh výztuže: Ø8 á 100mm při obou površích $A_t =$

101 mm² > $A_{nutná}$

2.2.2.2. ŘEZ B - průřez ve středu pole u krajního pravého nosníku

Stupeň bezpečnosti: hlavní kombinace $s_n = 2.00$

VÝSLEDNICE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace	HK	Jednotka
	max V_z	
$N_{odp} = s_n \cdot (0,9N_g + N_p/s_n + 1,1N_v) =$	-2680.47	[kN]
$V_{z,odp} = s_n \cdot (0,9V_g + V_p/s_n + 1,1V_v) =$	84.41	[kN]
$M_{y,odp} = s_n \cdot (0,9M_g + M_p/s_n + 1,1M_v) =$	1755.42	[kNm]
$M_{x,odp} = s_n \cdot (0,9M_{xg} + M_{xp}/s_n + 1,1M_{xv}) =$	30.72	[kNm]

SO 01.2 - Prodloužení mostu

Napětí v horních vláknech:		-29.04	-29.04	-29.04	-29.04	-29.04 MPa
		Mpa > $\sigma_{dov} = -36.5$ Mpa				
Napětí v dolních vláknech:		14.01	14.01	14.01	14.01	14.01 MPa
Poloha neutrální osy (od spodních vláken):		0.277	0.28	0.28	0.28	0.28 m
z =		0	-0.245	0.245	0.4249	-0.4251 m
1) normálové napětí	$\sigma_x = (N/A) + (M_y \cdot z / I_y) =$	-7.52	4.89	-19.93	-29.04	14.01 MPa
2) tangenciální napětí	A =	0.178	0.129	0.129	0.022	0.022 m ²
	b =	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2 m
	z =	0.289	0.352	0.353	0.375	0.375 m
	$S_y = A \cdot z =$	0.051	0.045	0.046	0.008	0.008 m ³
3) napětí od kroucení	$\tau_t = V_z \cdot S_y / (b \cdot I_y) =$	0.626	0.553	0.554	0.100	0.100 MPa
	$t_{min} =$	0.100	0.1	0.1	0.1	0.1 m
	$A_k =$	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573 m ²
	$\tau_k = M_k / (2 \cdot A_k \cdot t_{min}) =$	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27 MPa
Hlavní napětí:						
$\sigma = 0,5 \cdot \sigma_x + ((\sigma_x/2)^2 + (\tau_t + \tau_k)^2)^{0,5} =$		0.10		0.03	0.00	
		Mpa < $\sigma_{dov} = 3,1$ Mpa				

3. POPIS ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ PRO STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

3.1. STÁLÁ A NAHODILÁ DLOUHODOBÁ ZATÍŽENÍ

3.1.1. Vlastní tíha

beton $g_0 = 25 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ - generováno programem MIDAS

negenerované celky nebo části NK

Dobetonávka	b [m]	h [m]	l [m]	A [m ²]	γ [kN/m]	g_1 [kN/m]	x [m]	g_1 [kNm/m]
zmonolitnění mezi prefabrikáty				0.1	25	-2.50		

3.1.2. Nahodilá dlouhodobá zatížení

	b [m]	h [m]	V [m ³]	A [m ²]	γ [kN/m]	g_1 [kN/m]	x [m]	g_1 [kNm/m]
Zábradlí levé - levý nosník						-0.50	0.54	-0.27
Zábradlí pravé - pravý nosník						-0.50	-0.59	0.30
Římsa - levá (17 m)			4.697	0.276	25	-6.91	0.49	-3.38
Římsa - pravá (17 m)			4.697	0.276	25	-6.91	-0.54	3.73
Vozovka - levý nosník	0.5	0.135			22	-1.49	-0.26	0.39
Vozovka - levý střední nosník	1.025	0.135			22	-3.04		
Vozovka - pravý střední nosník	1.025	0.135			22	-3.04		
Vozovka - pravý nosník	0.5	0.135			22	-1.49	0.23	-0.34
Inženýrské síťe - pravý střední nosník						-0.5		

3.1.3. Dovarování a smršťování - CEB FIT(1976)

- uvažuji dle ČSN EN 1992

relativní vlhkost vzduchu: 80 %

dobu ošetřování betonu: 3 dny

náhradní výška $h = 2 \cdot A_c / u$ - stanovena programem MIDAS

typ cementu: N

3.1.4. Předpětí - předem

- lana PZ 4.5
- počet lan 12 ks
- počet kabelů 12 ks
- způsob napínání jednostranně
- pokluz 0 mm
- ztráty v přímé 0.000
- ztráty v oblouku 0.000
- relaxace 5 % dle CEB FIT 1978
- soudržnost se soudržností

$$f_{pk} = 1650 \text{ MPa}$$

$$f_{p0,1k} \leq f_{pk/1,1} = 1500 \text{ MPa}$$

$$f_{p0,1k} = 1120 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p0,max} \leq \min(0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0,1k}) = 1008 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p0,max} = 1120 \text{ MPa}$$

Maximální napětí po zakotvení

$$\text{- dle ČSN EN 1992-1-1} \quad \sigma_{pm0(x)} = \min(0,75 \cdot f_{pk}; 0,85 \cdot f_{p0,1k}) = 952 \text{ MPa}$$

$$\text{- dle TP 144} \quad \sigma_{pm0(x)} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} = 952 \text{ MPa} \quad \text{- pro letmo betonované}$$

SO 01.2 - Prodloužení mostu

3.1.5. Poklesy podpor, nerovnoměrné sedání - neuvažují (prostý nosník)

3.1.6. Tření a vratné síly v ložiskách - zanedbáno

3.2. NAHODILÁ KRÁTKODOBÁ ZATÍŽENÍ - KLIMATICKÁ

3.2.1. Účinky teplotních změn

Současné působení rovnoměrné a nerovnoměrné změny teploty

$$\Delta T_{M, \text{heat}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N, \text{exp}} \quad \omega_N = 0.35$$

$$\Delta T_{M, \text{cool}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N, \text{cool}} \quad \omega_M = 0.75$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M, \text{heat}} + \Delta T_{N, \text{exp}}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M, \text{cool}} + \Delta T_{N, \text{cool}}$$

a) Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce

výchozí teplota konstrukce:

$$T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

maximální teplota vzduchu ve stínu:

$$T_{\text{max}} = 36.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

minimální teplota vzduchu ve stínu:

$$T_{\text{min}} = -32.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TYP 3 - betonové nosné konstrukce

maximální rovnoměrná složka teploty:

$$T_{e, \text{max}} = T_{\text{max}} + 1.5 = 37.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

minimální rovnoměrná složka teploty:

$$T_{e, \text{min}} = T_{\text{min}} + 8 = -24.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

charakteristická hodnota oteplení:

$$\Delta T_{N, \text{exp}} = T_{e, \text{max}} - T_0 = 27.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{- neuvažují (prostý nosník)}$$

charakteristická hodnota ochlazení:

$$\Delta T_{N, \text{con}} = T_{e, \text{min}} - T_0 = -34.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{- neuvažují (prostý nosník)}$$

Maximální rozsah rovnoměrné složky teploty pro ložiska a závěry:

charakteristická hodnota oteplení:

$$\Delta T_{N, \text{exp}, d} = \Delta T_{N, \text{exp}} + 10 = 37.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

charakteristická hodnota ochlazení:

$$\Delta T_{N, \text{con}, d} = \Delta T_{N, \text{con}} - 10 = -44.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Nerovnoměrná změna teploty nosné konstrukce - lineární

TYP 3 - betonové nosné konstrukce

$$t_{\text{vozovky}} = 0.12 \text{ m (0 ... bez svršku; i ... izolace; š ... štěrk. lože 750 mm)}$$

$$k_{\text{sur, HEAT}} = 0.62$$

$$k_{\text{sur, COOL}} = 1$$

a) betonový komorový nosník

$$\Delta T_{M, \text{HEAT}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M, \text{HEAT}} \cdot k_{\text{sur, HEAT}} = 6.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M, \text{COOL}} = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M, \text{COOL}} \cdot k_{\text{sur, COOL}} = -5.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.2. Zatížení větrem - zanedbáno

výchozí základní rychlost větru:

mapa větr. oblasti

II

$$v_{b, 0} = 25.0 \text{ m/s}$$

součinitel směru větru:

$$c_{\text{dir}} = 1.0 \text{ v SR}$$

součinitel ročního období:

$$c_{\text{season}} = 1.0 \text{ v SR}$$

základní rychlost větru:

$$v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b, 0} = 25.0 \text{ m/s}$$

výška konstrukce nad terénem:

$$z = 7.00 \text{ m} \quad > z_{\text{min}} = 5.0 \text{ m}$$

$$< z_{\text{max}} = 200.0 \text{ m}$$

parametr drsnosti terénu (terén kategorie II):

$$z_0 = 0.05 \text{ m}$$

SO 01.2 - Prodloužení mostu

parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II:

součinitel terénu, závisící na z_0 :

součinitel drsnosti terénu:

součinitel orografie:

střední rychlost větru:

součinitel turbulence:

intenzita turbulence:

měrná hmotnost vzduchu:

základní dynamický tlak větru:

maximální dynamický tlak:

součinitel expozice:

$$\begin{aligned}
 z_{0,II} &= 0.05 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0.07} = 0.190 \\
 c_{r(z)} &= k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0.94 \\
 c_{0(z)} &= 1.0 \\
 v_{m(z)} &= c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 23.5 \text{ m/s} \\
 k_l &= 1.0 \text{ v SR} \\
 I_{v(z)} &= k_l / [c_{0(z)} \cdot \ln(z/z_0)] = 0.202 \\
 \rho &= 1.25 \text{ kg/m}^3 \\
 q_b &= 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.39 \text{ kPa} \\
 q_{p(z)} &= [1 + 7I_{v(z)}] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = 0.83 \text{ kPa} \\
 c_e &= q_{p(z)} / q_b = 2.13
 \end{aligned}$$

A) Síly ve směru x - příčný směr mostu (vítr zleva = vítr zprava)

délka nosné konstrukce:

šířka mostu:

a) Nezátížený most - pro výstavbu

výška vzdorující větru:

poměr šířky mostu k vzdorující výšce:

souč. síly bez vlivu proudění kolem volných konců:

souč. síly pro zatížení větrem ve směru x:

součinitel zatížení větrem:

referenční plocha:

síla od větru ve směru x (pro $v_b=25$ m/s):

přepočet síly $F_{w,x}$ na přímkové zatížení:

$$\begin{aligned}
 L_{NK} &= 17.00 \text{ m} \\
 b &= 4.700 \text{ m} \\
 d_{tot} &= 1.600 \text{ m} \\
 b/d_{tot} &= 2.94 \\
 c_{fx,0} &= 1.65 \\
 c_{f,x} &= c_{fx,0} = 1.65 \\
 C &= c_e \cdot c_{f,x} = 3.52 \\
 A_{ref,x} &= L_{NK} \cdot d_{tot} = 27.2 \text{ m}^2 \\
 F_{w,x} &= 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 37 \text{ kN} \\
 q_{w,x} &= F_{w,x} / L_{NK} = 2.2 \text{ kN/m} \\
 e_z &= -0.085 \text{ m} \\
 m_{w,x} &= q_{w,x} \cdot e_z = -0.2 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

b) Součnané zat. mostu větrem a dopravou

výška vzdorující větru:

poměr šířky mostu k vzdorující výšce:

součinitel síly bez vlivu proudění kolem volných konců:

součinitel síly pro zatížení větrem ve směru x:

součinitel zatížení větrem:

síla od větru ve směru x (pro $v_b=25$ m/s):

síla od větru ve směru x (pro $v_{b,0}^*=23$ m/s):

$$\psi_0 \cdot F_{w,x} = 56 \text{ kN} < F_w^* = 79 \text{ kN} \rightarrow \text{uvažuje se hodnota } F_{w,x}$$

přepočet síly $F_{w,x}$ na přímkové zatížení:

$$\begin{aligned}
 d_{tot} &= 3.150 \text{ m} \\
 b/d_{tot} &= 1.49 \\
 c_{fx,0} &= 2.10 \\
 c_{f,x} &= c_{fx,0} = 2.10 \\
 C &= c_e \cdot c_{f,x} = 4.47 \\
 A_{ref,x} &= L_{NK} \cdot d_{tot} = 53.6 \text{ m}^2 \\
 F_{w,x} &= 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 94 \text{ kN} \\
 F_w^* &= 0.5 \cdot \rho \cdot v_{b,0}^{*2} \cdot C \cdot A_{ref,x} = 79 \text{ kN} \\
 q_{w,x} &= F_{w,x} / L_{NK} = 5.5 \text{ kN/m} \\
 e_z &= 0.690 \text{ m} \\
 m_{w,x} &= q_{w,x} \cdot e_z = 3.8 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

3.3. SCHÉMATA ZATÍŽENÍ PŘI STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

3.3.1. Normální zatížitelnost

Zatížení LM1 je na mostě uvažováno ve čtyřech pruzích o šířce 3,0 m a zbývající ploše proměnné šířky vlivem rozšíření pozemní komunikace v oblouku

Umístění	Dvounáprava (TS) V_a [kN]	Jednoduchá náprava (TS) V_{aj} [kN]	Rovnoměrné zatížení (UDL) q_a [kN/m ²]
Pruh č. 1	$2 \times 50 v_n$		$2.5 v_n$
Pruh č. 2	$2 \times 50 v_n$		$2.5 v_n$
Pruh č. 3		$1 \times 50 v_n$	v_n
Pruh č. 4		$1 \times 50 v_n$	v_n
Zbývající plocha			v_n

Pokud je $v_n < 16t$ nahradí se dvounáprava v pruzích č.1a2 jednonápravou o stejné hmotnosti

Pokud je rozpětí $L < 20m$ lze dvounápravu v pruzích č.1a2 nahradit jednonápravou o stejné hmotnosti

šířka zatěžovacího prostoru

$w = 3.10 \text{ m}$

stanovení počtu zatěžovacích pruhů

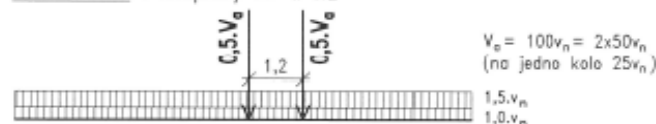
$n = \text{jeden zatěžovací pruh šířky } W=3 \text{ m):}$

zbývající šířka 0.1 m):

TYP ZATÍŽENÍ

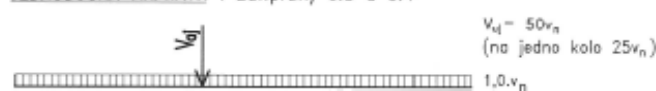
"1" - TĚŽKÉ

DVOUNÁPRAVA : Zat.pruhy č.1 a č.2



"2" - STŘEDNÍ

JEDNODUCHÁ NÁPRAVA : Zat.pruhy č.3 a č.4



"3" - LEHKÉ

ZBÝVAJÍCÍ PLOCHA ZAT.PROSTORU



PŮDORYS

"3" - LEHKÉ

"1" - TĚŽKÉ

"3" - LEHKÉ

"2" - STŘEDNÍ

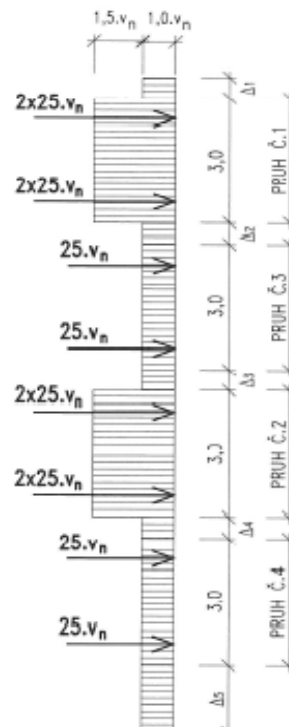
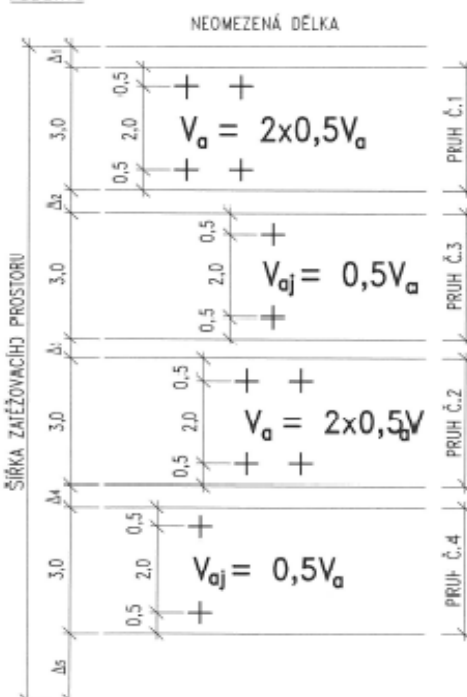
"3" - LEHKÉ

"1" - TĚŽKÉ

"3" - LEHKÉ

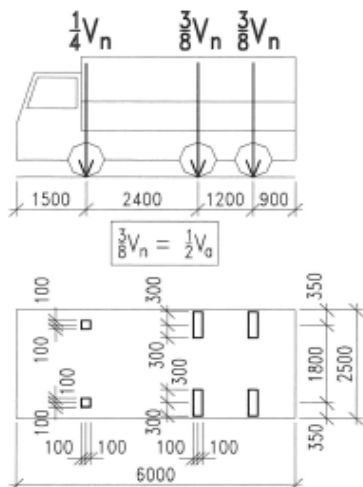
"2" - STŘEDNÍ

"3" - LEHKÉ

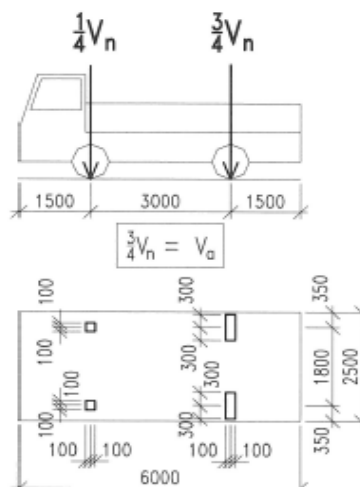


SO 01.2 - Prodloužení mostu

a) třínápravové 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)

hodnoty pro jednotkové rovnoměrné zatížení

$$v_{n,1} = 1.0 \text{ KN/m}^2$$

Umístění	Dvounáprava (TS) $V_{a,1}$ [kN]	Jednoduchá náprava (TS) $V_{aj,1}$ [kN]	Rovnoměrné zatížení (UDL) $q_{a,1}$ [kN/m ²]
Pruh č. 1	2x50		2.5
Pruh č. 2	2x50		2.5
Pruh č. 3		1x50	1.0
Pruh č. 4		1x50	1.0
Zbývající plocha			1.0

hodnota zatížení na zadní nápravu příp. dvounápravu je pak
tíha vozidla které odpovídá normální zatížitelnosti je pak
normální zatížitelnost je pak

$$V_a = 100 \cdot v_n \quad [\text{KN}]$$

$$V_{nw} = (4/3) \cdot V_a \quad [\text{KN}]$$

$$V_n = (1/10) \cdot V_{nw} \quad [\text{t}]$$

dynamické účinky

a) zatížení jedním kolem, jednou nápravou

$$\delta = 1.40$$

($\delta = 2.00$ např. pro mostní závěr)

b) zatížení jedním zatěžovacím pruhem a pruhy Δi

$$\delta = \delta_1$$

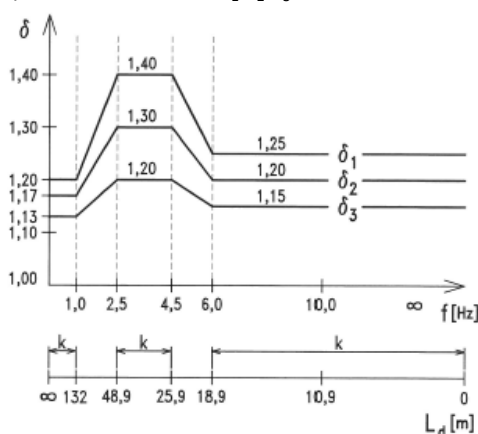
c) zatížení dvěma zatěžovacími pruhy a pruhy Δi

$$\delta = \delta_2$$

d) zatížení třemi a více zatěžovacími pruhy šířky 3 m a pruhy Δi

$$\delta = \delta_3$$

dynamické součinitele $\delta_1 \delta_2 \delta_3$ v závislosti na vlastní frekvenci f



vlastní frekvence

$$f = 90.6 \cdot L_d^{-0.923} = 6.814 \text{ Hz}$$

náhradní délka

$$L_d = 16.5 \text{ m}$$

$$\delta_1 = 1.25$$

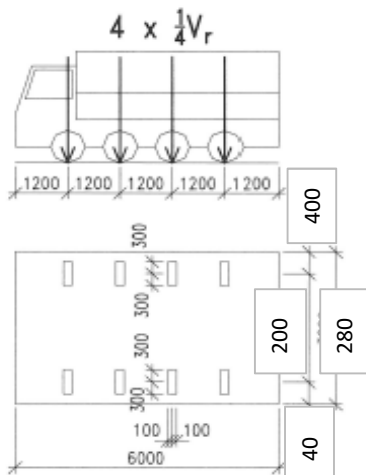
$$\delta_2 = 1.2$$

$$\delta_3 = 1.15$$

SO 01.2 - Prodloužení mostu

3.3.2. Výhradní zatížitelnost

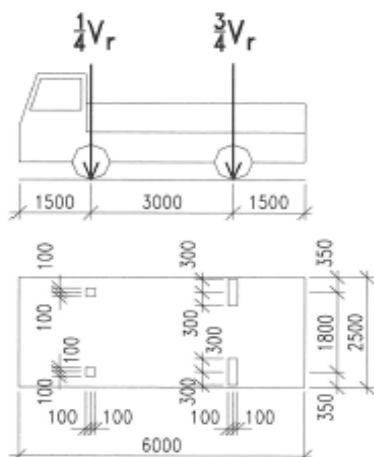
v případě že $V_r > 50$ t se použije čtyřnápravové vozidlo



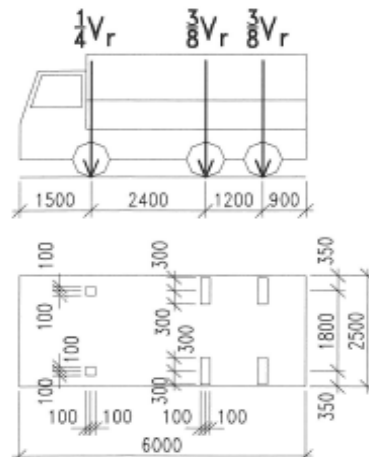
v případě že $V_r \leq 50$ t se použije dvounápravové vozidlo

pokud je však hmotnost dvounápravového vozidla < 16 t, použije třínápravové vozidlo

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



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



uvažováno jednotkové zatížení $V_{rw,1} = 1.0$ KN

tíha vozidla které odpovídá výhradní zatížitelnosti je pak

výhradní zatížitelnost je pak

V_{rw} [KN]

$V_r = (1/10) * V_{rw}$ [t]

dynamické účinky

a) zatížení jedním kolem, jednou nápravou

$\delta = 1.40$

($\delta = 2.00$ např. pro mostní závěr)

b) zatížení dvěma, třemi, čtyřmi nápravami; celým vozidlem

$\delta = \delta_1$

dynamické součinitele δ_1 δ_2 δ_3 v závislosti na vlastní frekvenci f viz. 3.3.1. Normální zatížitelnost

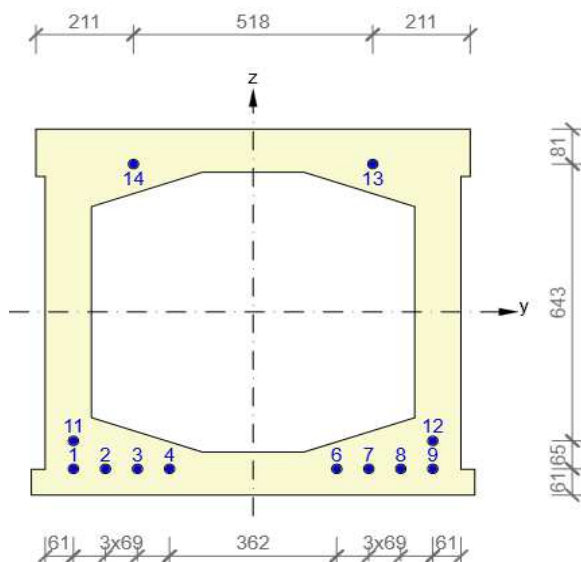
náhradní délka $L_d = 16.5$ m

$\delta_1 = 1.25$

4. ZATÍŽITELNOST NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU BEZ SPŘAŽENÍ S DESKOU

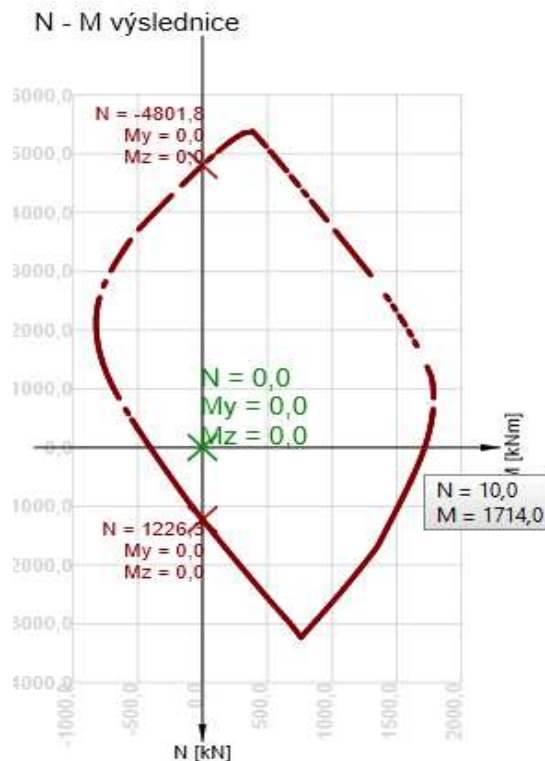
4.1. Zatížitelnost v mezním stavu únosnosti - kombinace M+N

Únosnost průřezu:



Lana z 12-ti drátů PZ 4.5 mm

Moment únosnosti $M_{Rd} = 1714 \text{ kNm}$



Vnitřní síly v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
46	DL	2/4	Moment-y	0.38	-0.05	-0.14	0.05	702.89	-0.12
46	EL	2/4	Moment-y	-18.9	-2.11	-3.19	-1.98	37.82	-0.97
46	TS	2/4	Moment-y	2.67	-0.05	-0.22	-0.1	0.35	-0.09
46	CS	2/4	Moment-y	7.96	1.04	2.65	1.75	-26.53	0.45
46	Vitr(all)	2/4	Moment-y	-2.9	-1.25	-0.75	-0.04	7.61	-1.88
46	Norm(all)	2/4	Moment-y	12.66	2.17	22.09	6.69	181.45	3.93
46	Vyhr(all)	2/4	Moment-y	0.07	0.01	0.13	0.04	1	0.02

Rekapitulace vnitřních sil v rozhodujícím průřezu:

	M (kN/m)	ψ_0	γ_F
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	714.18		1.35
Sekundární účinky předpětí	0.35		1
Vitr	7.61	0.6	1.5
Normální zatížitelnost	181.45		1.35
Výhradní zatížitelnost	1		1.35

Stanovení zatížitelnosti:

dynamický součinitel

$$\delta_1 = 1.25$$

$$M_{Rd} = 1714.0 \text{ kNm}$$

$$\gamma_G * M_G = 964.1 \text{ kNm}$$

$$\gamma_P * M_{PS} = 0.4 \text{ kNm}$$

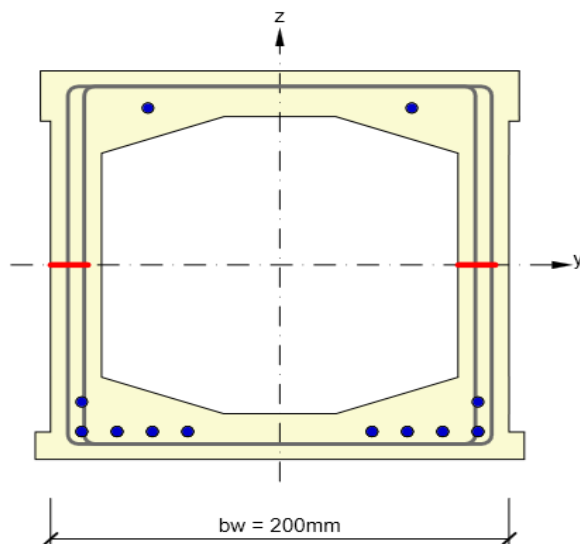
$$\psi_0 * \gamma_Q * M_Q = 6.8 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{V,n} = 1.4$$

	$M_{V_{K,C,n,1}} =$	181.5 kNm
	$M_{V_{K,C,n}} = (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,n} =$	550.1 kNm
	$v_n = M_{V_{K,C,n}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,n,1}}) =$	2.4 kN/m ²
	$V_a = 100 * v_n =$	242.5 kN
	$V_{nw} = (4/3) * V_a =$	323.4 kN
Normální	$V_n = (1/10) * V_{nw} =$	32.3 t
	$\gamma_{V,r} =$	1.35
	$M_{V_{K,C,r,1}} =$	1.0 kNm
	$M_{V_{K,C,r}} = (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,r} =$	550.1 kNm
	$V_{rw} = M_{V_{K,C,r}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,r,1}}) =$	440.1 kN
Výhradní	$V_r = (1/10) * V_{rw} =$	44.0 t

4.2. Zatížitelnost v mezním stavu únosnosti - smyk

Únosnost průřezu:



Třmínky ϕ 8 mm po 100 mm

Moment únosnosti $V_{Rd,s} = 443 \text{ kNm}$

Vnitřní síly v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
51	DL	J[49]	Shear-z	3.02	-3.39	173.95	-5.98	-1.21	2.33
51	EL	J[49]	Shear-z	-2.83	-0.12	11.7	-3.67	3.86	0.44
51	TS	J[49]	Shear-z	0.93	0.38	0.53	-0.06	-0.28	-0.43
51	CS	J[49]	Shear-z	1.65	0.87	-4.59	-0.94	-0.13	-0.78
51	Vitr(all)	J[49]	Shear-z	3.64	-0.35	9.9	-10.43	0.95	-1.67
51	Norm(all)	J[49]	Shear-z	3.26	2.38	54.13	8.26	9.42	1.54
51	Vyhr(all)	J[49]	Shear-z	0.02	0.01	0.3	0.04	0.04	0.01

Rekapitulace vnitřních sil v rozhodujícím průřezu:

	V (kN)	ψ_0	γ_F
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	181.06		1.35
Sekundární účinky předpětí	0.53		1
Vitr	9.9	0.6	1.5
Normální zatížitelnost	54.13		1.35
Výhradní zatížitelnost	0.3		1.35

SO 01.2 - Prodloužení mostu

Stanovení zatížitelnosti:

dynamický součinitel

$$\delta_1 = 1.25$$

$$M_{Rd} = 443.0 \text{ kNm}$$

$$\gamma_G * M_G = 244.4 \text{ kNm}$$

$$\gamma_P * M_{PS} = 0.5 \text{ kNm}$$

$$\psi_0 * \gamma_Q * M_Q = 8.9 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{V,n} = 1.4$$

$$M_{V_{K,C,n},1} = 54.1 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{K,C,n}} = (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,n} = 140.1 \text{ kNm}$$

$$v_n = M_{V_{K,C,n}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,n},1}) = 2.1 \text{ kN/m}^2$$

$$V_a = 100 * v_n = 207.1 \text{ kN}$$

$$V_{nw} = (4/3) * V_a = 276.1 \text{ kN}$$

Normální

$$V_n = (1/10) * V_{nw} = 27.6 \text{ t}$$

$$\gamma_{V,r} = 1.35$$

$$M_{V_{K,C,r},1} = 0.3 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{K,C,r}} = (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,r} = 140.1 \text{ kNm}$$

$$V_{rw} = M_{V_{K,C,r}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,r},1}) = 373.6 \text{ kN}$$

Výhradní

$$V_r = (1/10) * V_{rw} = 37.4 \text{ t}$$

4.3. Zatížitelnost v mezním stavu použitelnosti - plné předpětí při charakteristické kombinaciNapětí v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Cb1(-y+z) (kN/r	Cb2(+y+z) (kN/	Cb3(+y-z) (kN/r	Cb4(-y-z) (kN/m^2)
46 DL	2/4	Bend(+y)	-8.37E+03	-8.36E+03	8.35E+03	8.34E+03	
46 EL	2/4	Bend(+y)	-3.24E-12	-2.04E-12	-9.16E-12	-1.04E-11	
46 TP	2/4	Bend(+y)	4.13E+02	4.13E+02	-1.46E+04	-1.46E+04	
46 TS	2/4	Bend(+y)	-1.36E+01	-1.27E+01	3.14E+01	3.05E+01	
46 CS	2/4	Bend(+y)	3.86E+02	3.73E+02	-3.52E+02	-3.38E+02	
46 Vitr(all)	2/4	Bend(+y)	-4.31E+02	-4.01E+02	3.43E+02	3.12E+02	
46 Norm(all)	2/4	Bend(+y)	-2.50E+03	-2.56E+03	2.68E+03	2.74E+03	
46 Vyhr(all)	2/4	Bend(+y)	-1.40E+01	-1.43E+01	1.49E+01	1.53E+01	

Rekapitulace napětí v rozhodujícím průřezu:

	σ (kN/m ²)	ψ_0
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	8002	
Primární účinky předpětí	-14600	
Sekundární účinky předpětí	30.5	
Vitr	312	0.6
Normální zatížitelnost	2740	
Výhradní zatížitelnost	15.3	

Stanovení zatížitelnosti:

dynamický součinitel

$$\delta_1 = 1.25$$

$$\sigma_{dov} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_G = 8002.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{PP} = -14600.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{PS} = 30.5 \text{ kNm}$$

$$\psi_0 * \sigma_Q = 187.2 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{V_{K,C,n},1} = 2740.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{V_{K,C,n}} = (\sigma_{dov} - \sigma_G - \sigma_{PP} - \sigma_{PS} - \psi_0 * \sigma_Q) = 6380.3 \text{ kNm}$$

$$v_n = \sigma_{V_{K,C,n}} / (\delta_1 * \sigma_{V_{K,C,n},1}) = 1.9 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} V_a &= 100 \cdot V_n = 186.3 \text{ kN} \\ V_{nw} &= (4/3) \cdot V_a = 248.4 \text{ kN} \\ V_n &= (1/10) \cdot V_{nw} = 24.8 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{V_{k,c,r,1}} &= 15.3 \text{ kNm} \\ \sigma_{V_{k,c,r}} &= (\sigma_{dov} - \sigma_G - \sigma_{pp} - \sigma_{ps} - \psi_0 \cdot \sigma_Q) = 6380.3 \text{ kNm} \\ V_{rw} &= \sigma_{V_{k,c,r}} / (\delta_1 \cdot \sigma_{V_{k,c,r,1}}) = 333.6 \text{ kN} \\ V_r &= (1/10) \cdot V_{rw} = 33.4 \text{ t} \end{aligned}$$

4.4. Výsledná zatížitelnost nosné konstrukce mostu

Normální zatížitelnost $V_n = 24.8 \text{ t}$

Výhradní zatížitelnost $V_r = 33.4 \text{ t}$

5. NÁVRH SPŘAHOVACÍ VÝZTUŽE DESKY

5.1. Popis doplňujících zatěžovacích stavů pro nahodilé zatížení

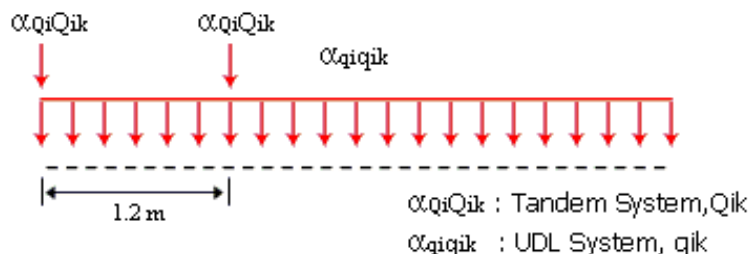
5.1.1. NAHODILÁ KRÁTKODOBÁ ZATÍŽENÍ - DOPRAVOU

5.1.1.1. Svislé zatížení dopravou

a) Model zatížení 1 (LM1)

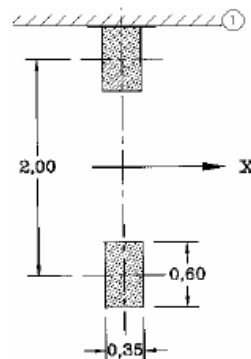
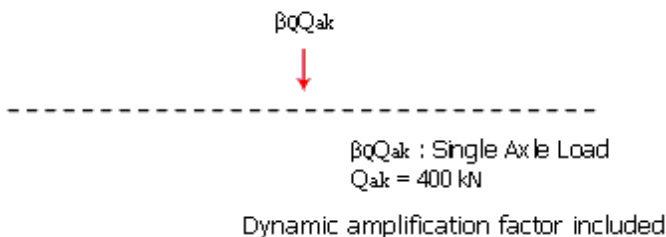
Zatížení LM1 je na mostě uvažováno v pruzích o šířce 3,0 m
a zbývajících ploše šířky pozemní komunikace

Umístění	Dvojnáprava (TS)			Rovnoměrné zatížení (UDL)		
	Q_{ik} [kN]	α_{qi} [-]	$\alpha_{qi} \cdot Q_{ik}$ [kN]	q_{ik} [kN/m ²]	α_{qi} [-]	$\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$ [kN/m ²]
Pruh č. 1	300	0.8	240	9	0.45	4.05
Pruh č. 2	200	0	0	2.5	0	0.00
Pruh č. 3	100	0	0	2.5	0	0.00
Zbývajících plocha	0	0	0	2.5	1.6	4.00



b) Model zatížení 2 (LM2)

$Q_{ak} = 400$ kN charakteristická hodnota nápravové síly
 $\beta_Q = \alpha_{Q1} = 0.8$
 $\beta_Q \cdot Q_{ak} = 320$ kN



c) Model zatížení 4 (LM4):

Zatížení davem lidí

rovnoměrné plošné zatížení: $q_d = 5.00$ kN/m²



5.1.1.2. Vodorovné zatížení dopravou - zanedbáno

5.2. Návrh spřažení nové ŽB desky

Normálová a posouvající síla ve spřaženém průřezu (MSÚ):

Elem	Load	Part	Componer Axial (kN)	Load	Componer Axial (kN)	Load	Componer Shear-z (kN)
41	ULS(min)	J[9]	Axial	-2758.81 ULS(max)	Axial	-2504.1 ULS(all)	Shear-z -486.69
41	ULS(min)	I[5]	Axial	-2796.68 ULS(max)	Axial	-2541.96 ULS(all)	Shear-z -443.03
42	ULS(min)	J[13]	Axial	-2734.5 ULS(max)	Axial	-2546 ULS(all)	Shear-z -390.69
42	ULS(min)	I[9]	Axial	-2762.15 ULS(max)	Axial	-2573.66 ULS(all)	Shear-z -347.03
43	ULS(min)	J[17]	Axial	-2725.25 ULS(max)	Axial	-2578.98 ULS(all)	Shear-z -310.2
43	ULS(min)	I[13]	Axial	-2744.56 ULS(max)	Axial	-2598.29 ULS(all)	Shear-z -266.54
44	ULS(min)	J[21]	Axial	-2721 ULS(max)	Axial	-2603.45 ULS(all)	Shear-z -239.35
44	ULS(min)	I[17]	Axial	-2733.23 ULS(max)	Axial	-2615.67 ULS(all)	Shear-z -195.69
45	ULS(min)	I[21]	Axial	-2720.49 ULS(max)	Axial	-2617.1 ULS(all)	Shear-z -175.21
45	ULS(min)	J[25]	Axial	-2726.48 ULS(max)	Axial	-2623.08 ULS(all)	Shear-z -131.55
46	ULS(min)	J[29]	Axial	-2718.2 ULS(max)	Axial	-2622.4 ULS(all)	Shear-z -124.12
46	ULS(min)	I[25]	Axial	-2718.46 ULS(max)	Axial	-2622.66 ULS(all)	Shear-z 116.33
47	ULS(min)	I[29]	Axial	-2706.67 ULS(max)	Axial	-2624.19 ULS(all)	Shear-z 128.4
47	ULS(min)	J[33]	Axial	-2701.4 ULS(max)	Axial	-2618.91 ULS(all)	Shear-z 172.06
48	ULS(min)	J[37]	Axial	-2688.69 ULS(max)	Axial	-2623.38 ULS(all)	Shear-z 189.59
48	ULS(min)	I[33]	Axial	-2677.71 ULS(max)	Axial	-2612.41 ULS(all)	Shear-z 233.25
49	ULS(min)	I[37]	Axial	-2666.74 ULS(max)	Axial	-2613.51 ULS(all)	Shear-z 254.18
49	ULS(min)	J[41]	Axial	-2649.49 ULS(max)	Axial	-2596.26 ULS(all)	Shear-z 297.84
50	ULS(min)	J[45]	Axial	-2645.72 ULS(max)	Axial	-2593.33 ULS(all)	Shear-z 324.99
50	ULS(min)	I[41]	Axial	-2621.04 ULS(max)	Axial	-2568.64 ULS(all)	Shear-z 368.65
51	ULS(min)	I[45]	Axial	-2611.88 ULS(max)	Axial	-2578.28 ULS(all)	Shear-z 410.59
51	ULS(min)	J[49]	Axial	-2577.89 ULS(max)	Axial	-2544.29 ULS(all)	Shear-z 454.25

Normálová síla v ploše desky (MSÚ):

Elem	Load	Section Pz Part	Axial (kN)	Load	Axial (kN)
41	ULS(min)	2 J	83.42	ULS(max)	468.56
41	ULS(min)	2 I	307.42	ULS(max)	509.17
42	ULS(min)	2 J	-117.2	ULS(max)	464.66
42	ULS(min)	2 I	90.14	ULS(max)	469.03
43	ULS(min)	2 J	-262.69	ULS(max)	463.68
43	ULS(min)	2 I	-113.67	ULS(max)	465.88
44	ULS(min)	2 J	-355.2	ULS(max)	462.47
44	ULS(min)	2 I	-260.32	ULS(max)	464.02
45	ULS(min)	2 I	-353.13	ULS(max)	463.02
45	ULS(min)	2 J	-396.56	ULS(max)	461.53
46	ULS(min)	2 I	-394.42	ULS(max)	463.26
46	ULS(min)	2 J	-395.65	ULS(max)	461.76
47	ULS(min)	2 I	-394.47	ULS(max)	463.54
47	ULS(min)	2 J	-353.12	ULS(max)	462.04
48	ULS(min)	2 I	-351.69	ULS(max)	463.51
48	ULS(min)	2 J	-260.21	ULS(max)	463
49	ULS(min)	2 J	-115.33	ULS(max)	464.63
49	ULS(min)	2 I	-258.62	ULS(max)	464.52
50	ULS(min)	2 J	84.87	ULS(max)	466.18
50	ULS(min)	2 I	-113.95	ULS(max)	465.9
51	ULS(min)	2 J	299.97	ULS(max)	474.53
51	ULS(min)	2 I	84.22	ULS(max)	469.44

- účinek dotvarování a smršťování ve spřažené desce neuvažován

Výpočet napětí ve styčné ploše pro jednotlivé úseky délky:

rameno vnitřních sil spřaženého průřezu $z = 0.81 \text{ m}$ šířka styčné plochy $b = 0.9 \text{ m}$ poměr normálové síly v desce ku normálové síle celého průřezu $\beta = N_d/N$ návrhová hodnota smykového napětí $v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (z \cdot b)$

SO 01.2 - Prodloužení mostu

Elem	β	v_{Ed} (MPa)	β	v_{Ed} (MPa)
41	1.030	0.688	1.030	0.688
41	1.110	0.675	1.110	0.675
42	0.043	0.023	0.957	0.513
42	1.033	0.492	1.033	0.492
43	0.096	0.041	0.904	0.384
43	0.041	0.015	0.959	0.350
44	0.131	0.043	0.869	0.285
44	0.095	0.026	0.905	0.243
45	0.130	0.031	0.870	0.209
45	0.145	0.026	0.855	0.154
46	0.145	0.025	0.855	0.146
46	0.146	0.023	0.854	0.136
47	0.146	0.026	0.854	0.150
47	0.131	0.031	0.869	0.205
48	0.131	0.034	0.869	0.226
48	0.097	0.031	0.903	0.289
49	0.043	0.015	0.957	0.334
49	0.098	0.040	0.902	0.369
50	1.032	0.460	1.032	0.460
50	0.043	0.022	0.957	0.484
51	1.115	0.628	1.115	0.628
51	1.033	0.643	1.033	0.643

Únosnost ve styčné ploše pro jednotlivé úseky délky:

napětí od minimální normálové síly na styčnou plochu
povrch styku drsný

$$\begin{aligned}\sigma_n &= 0.009 \text{ MPa} && (\text{betonová deska a vozovka}) \\ \mu &= 0.700 && \text{dle ČSN EN 1992-1 a dle TP 54} \\ c &= 0.450 && \text{dle ČSN EN 1992-1 (dle TP 54 } c = 0.22) \end{aligned}$$

plocha styku

$$A_i = z \cdot b = 0.729 \text{ m}^2$$

min. charakteristická pevnost betonu v tlaku

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

součinitel materiálu

$$\gamma_c = 1.5$$

návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

redukční součinitel pevnosti betonu v tlaku

$$\nu = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0.528$$

min. charakteristická pevnost betonu v tahu

$$f_{ctk0.05} = 2 \text{ MPa}$$

součinitel materiálu

$$\gamma_c = 1.5$$

součinitel pro mosty

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_{ctd} = 1.13333 \text{ MPa}$$

charakteristická pevnost oceli

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

součinitel materiálu

$$\gamma_s = 1.15$$

návrhová pevnost oceli

$$f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

návrh výztuže pro délku úseku - od kraje nosníku

$$s = 3 \text{ m}$$

sklon výztuže

$$\alpha = 90^\circ$$

smýková výztuž 8 mm po 3 ks á 350 mm

$$A_s = 0.00043 \text{ m}^2 \quad (\text{min. } 4 \text{ ks/m}^2)$$

stupeň yztužení na stykové ploše

$$\rho = A_s/A_i = 0.00059$$

únosnost

$$v_{Rd} = \min[c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha); 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd}] = 0.69602 \text{ MPa} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

návrh výztuže pro délku úseku - střed nosníku

$$s = 10 \text{ m}$$

sklon výztuže

$$\alpha = 90^\circ$$

smýková výztuž 8 mm po 3 ks á 500 mm

$$A_s = 0.0003 \text{ m}^2 \quad (\text{min. } 4 \text{ ks/m}^2)$$

stupeň yztužení na stykové ploše

$$\rho = A_s/A_i = 0.00041$$

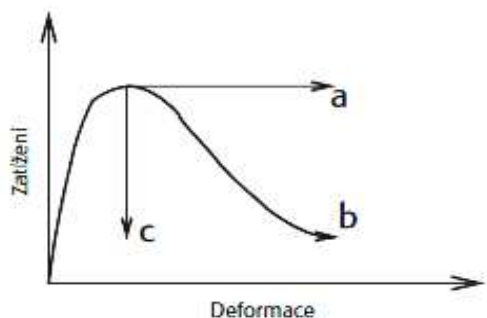
únosnost

$$v_{Rd} = \min[c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha); 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd}] = 0.64205 \text{ MPa} \quad \underline{\text{vyhoví}}$$

5.3. Účinnost spřažení a redukce momentu únosnosti spřaženého průřezu

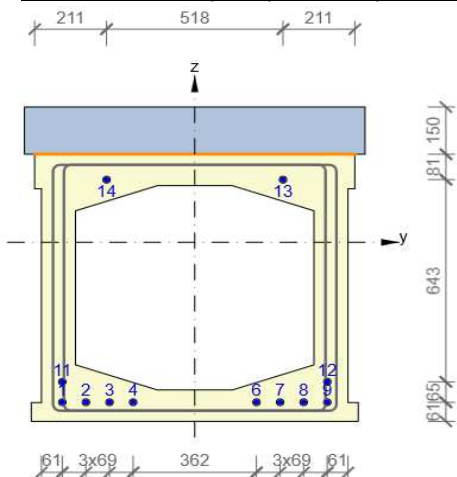
Uvažuje se, že jedna třetina spřahující výztuže bude účinná (spřahující výztuž desky nelze zakotvit na dostatečnou kotevní délku), přičemž dojde k redistribuci smykového toku, vlivem prokluzu ve spáře mezi nosníkem a deskou. Prokluz je způsoben duktilním chováním betonu, poměr smykové výztuže při částečném spřažení ku výztuži při plném spřažení je tedy $\eta = n/n_f = F_{cf}/F_{cfi} = 1/3$. Vzhledem ke klesající větvi pracovního diagramu betonu se zvýšení únosnosti nespřaženého průřezu uvažuje maximálně do 10 %.

Zatížení betonového průřezu v excentrickém tlaku (duktilita):



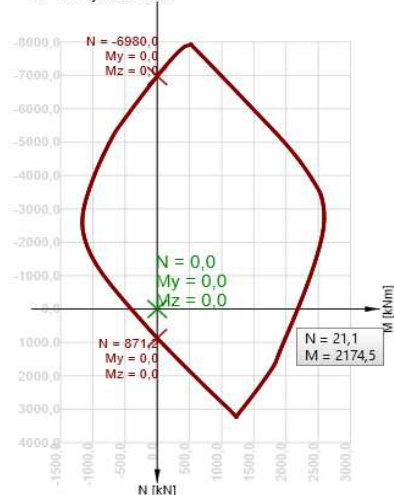
- a ... plastické chování
- b ... se změkčením
- c ... křehké porušení

Moment únosnosti plně spřaženého průřezu:

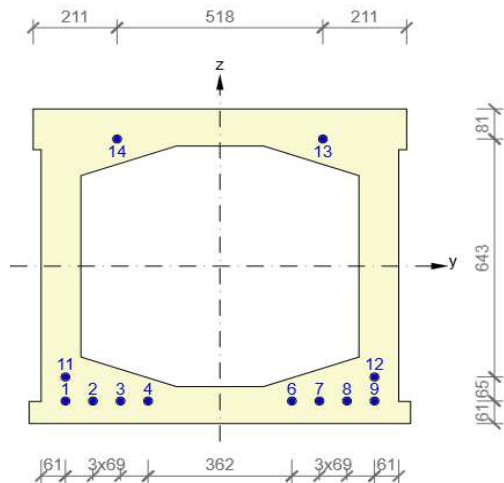


$$M_{Rd,pln\acute{e}} = 2174.5 \text{ kNm}$$

N - M výslednice

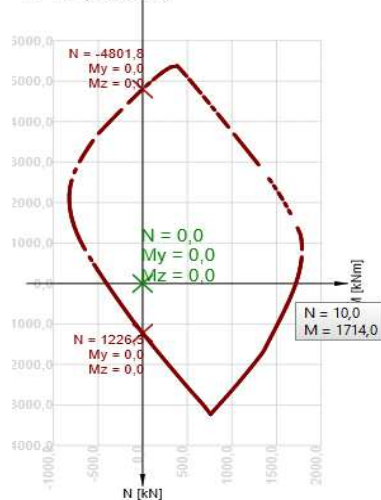


Moment únosnosti nosníku:

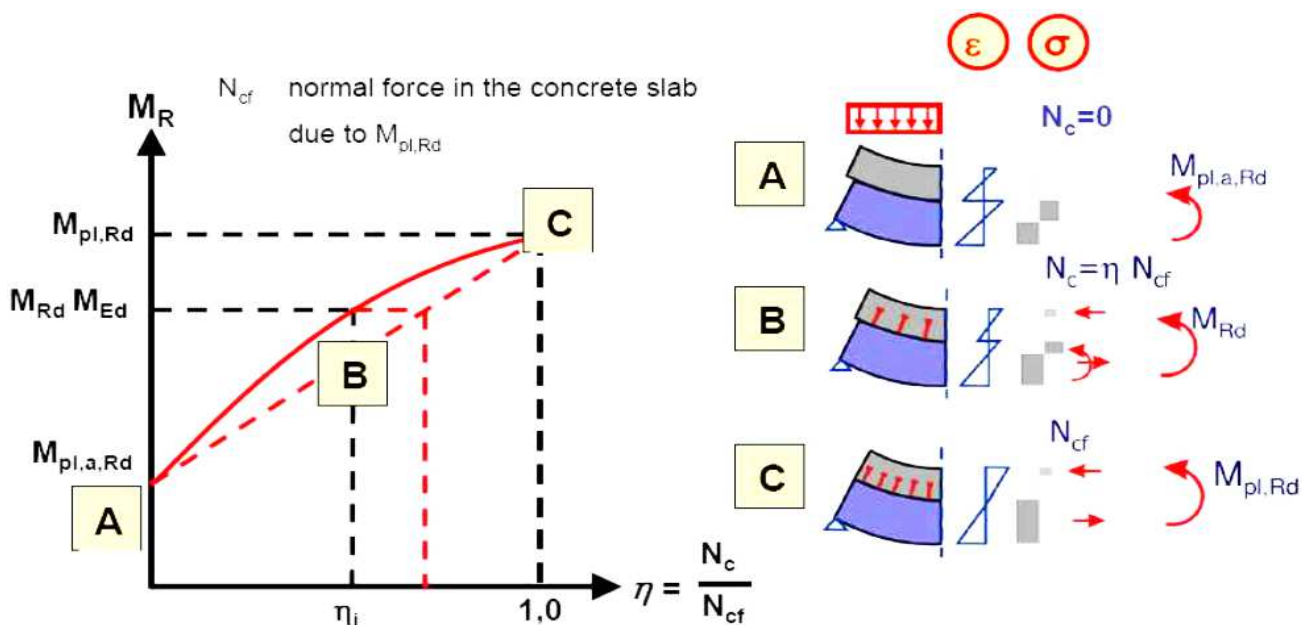


$$M_{Rd,nosník} = 1714 \text{ kNm}$$

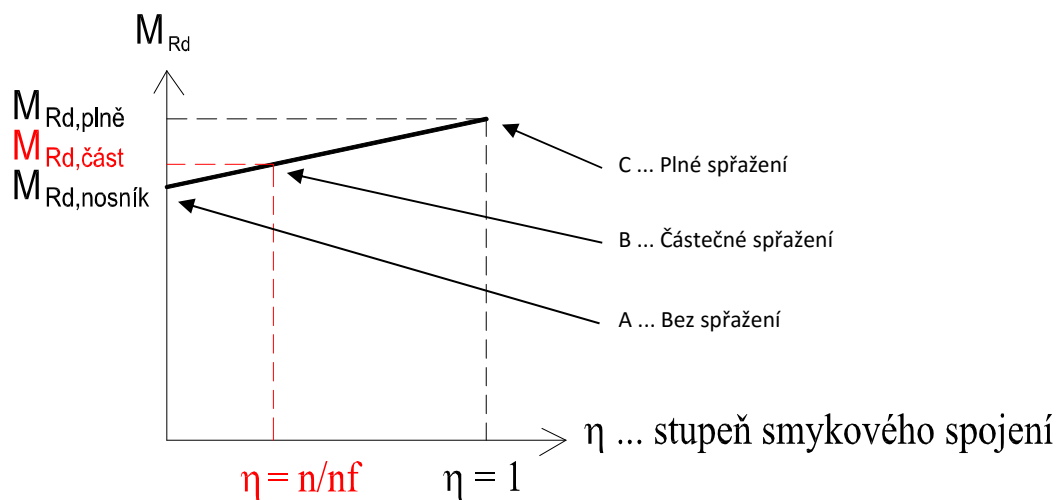
N - M výslednice



Hledaný moment únosnosti částečně spřaženého průřezu:



Idealizovaný pracovní diagram:



$$\eta = 0.333$$

$$M_{Rd,část} = M_{Rd,nosník} + \eta(M_{Rd,plně} - M_{Rd,nosník}) = 1867.3 \text{ kNm}$$

$$< 1.1 \cdot M_{Rd,nosník} = 1885.4 \text{ kNm}$$

vyhoví

6. ZATÍŽITELNOST NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU SE SPŘAŽENOU DESKOU

6.1. Zatížitelnost v mezním stavu únosnosti - kombinace M+N

Vnitřní síly v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
46 DL	2/4		Moment-y	0.38	-0.05	-0.14	0.05	702.89	-0.12
46 EL	2/4		Moment-y	-18.9	-2.11	-3.19	-1.98	37.82	-0.97
46 TS	2/4		Moment-y	2.67	-0.05	-0.22	-0.1	0.35	-0.09
46 CS	2/4		Moment-y	7.96	1.04	2.65	1.75	-26.53	0.45
46 Vitr(all)	2/4		Moment-y	-2.9	-1.25	-0.75	-0.04	7.61	-1.88
46 Norm(all)	2/4		Moment-y	12.66	2.17	22.09	6.69	181.45	3.93
46 Vyhr(all)	2/4		Moment-y	0.07	0.01	0.13	0.04	1	0.02

Rekapitulace vnitřních sil v rozhodujícím průřezu:

	M (kN/m)	ψ_0	γ_F
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	714.18		1.35
Sekundární účinky předpětí	0.35		1
Vitr	7.61	0.6	1.5
Normální zatížitelnost	181.45		1.35
Výhradní zatížitelnost	1		1.35

Stanovení zatížitelnosti:

$$\begin{aligned}
 \text{dynamický součinitel} \quad \delta_1 &= 1.25 \\
 M_{Rd} &= 1867.3 \text{ kNm} \\
 \gamma_G * M_G &= 964.1 \text{ kNm} \\
 \gamma_P * M_{PS} &= 0.4 \text{ kNm} \\
 \psi_0 * \gamma_Q * M_Q &= 6.8 \text{ kNm} \\
 \gamma_{V,n} &= 1.4 \\
 M_{V_{K,C,n,1}} &= 181.5 \text{ kNm} \\
 M_{V_{K,C,n}} &= (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,n} = 663.7 \text{ kNm} \\
 v_n &= M_{V_{K,C,n}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,n,1}}) = 2.9 \text{ kN/m}^2 \\
 V_a &= 100 * v_n = 292.6 \text{ kN} \\
 V_{nw} &= (4/3) * V_a = 390.2 \text{ kN} \\
 V_n &= (1/10) * V_{nw} = 39.0 \text{ t} \\
 \gamma_{V,r} &= 1.35 \\
 M_{V_{K,C,r,1}} &= 1.0 \text{ kNm} \\
 M_{V_{K,C,r}} &= (M_{Rd} - \gamma_G * M_G - \gamma_P * M_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * M_Q) / \gamma_{V,r} = 663.7 \text{ kNm} \\
 V_{rw} &= M_{V_{K,C,r}} / (\delta_1 * M_{V_{K,C,r,1}}) = 531.0 \text{ kN} \\
 V_r &= (1/10) * V_{rw} = 53.1 \text{ t}
 \end{aligned}$$

6.2. Zatížitelnost v mezním stavu únosnosti - smyk

Únosnost nosníku:

Třmínky ϕ 8 mm po 100 mm

Moment únosnosti $V_{Rd,s} = 443 \text{ kNm}$

Únosnost spřaženého průřezu - deska:

charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$

součinitel vyjadřující nepříznivé účinky zatížení:

$\alpha_{cc} = 0.85$

dílčí součinitel spolehlivosti betonu:

$\gamma_C = 1.50$

návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_C = 17.0 \text{ MPa}$

SO 01.2 - Prodloužení mostu

průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu:	$f_{ctm} =$	2.9 MPa
charakteristická hodnota meze kluzu oceli:	$f_{yk} =$	500.00 MPa
dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže:	$\gamma_s =$	1.15
návrhová hodnota meze kluzu oceli:	$f_{ywd} = f_{yk}/\gamma_s =$	434.78 MPa
výška průřezu:	$h =$	0.150 m
nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:	$b = \eta \cdot b =$	0.900 m
součinitel redukce - částečné smykové spojení	$\eta =$	0.333
redukováná nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti:	$b_w = \eta \cdot b =$	0.300 m
krytí výztuže betonem:	$c_{nom} =$	0.050 m
průměr podélné tahové výztuže:	$d_s =$	0.010 m
účinná výška průřezu:	$d = h - c_{nom} - d_s/2 =$	0.095 m
empirický součinitel:	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c =$	0.12
parametr vlivu výšky:	$k = 1 + (200/d)^{0,5} =$	2.45
	$k > 2,0 \rightarrow k =$	2.0

průřezová plocha podélné výztuže zasahující do vzdálenosti $\geq (l_{bd} + d)$ za posuzovaný průřez:

Kari-sít' $\phi 10/10-100/100$	$A_{sl} =$	7.85E-04 m ²
stupeň vyztužení podélnou výztuží:	$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) =$	0.028 < 0,02
	$k_1 =$	0.15
normálová síla v průřezu od zatížení ($N_{Ed} > 0$ pro tlak):	$N_{Ed} =$	0.00 kN
plocha průřezu:	$A_c = b \cdot h =$	0.045 m ²
normálové napětí od návrhové hodnoty osové síly N_{Ed} :	$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$	0 MPa
	$\sigma_{cp} \leq 0,2 \cdot f_{cd} =$	3.40 MPa $\rightarrow \sigma_{cp} =$ 0 MPa
minimální hodnota smykového napětí, které přeneše prvek v šikmé trhlíně:	$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.54 MPa
minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku:	$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$	15.44 kN

návrhová hodnota únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 29.78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}\} = 29.78 \text{ kN}$$

redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem:

$$v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = 0.528$$

návrhová únosnost tlakových diagonál:

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 127.78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 29.78 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 127.78 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Vnitřní síly v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
51	DL	J[49]	Shear-z	3.02	-3.39	173.95	-5.98	-1.21	2.33
51	EL	J[49]	Shear-z	-2.83	-0.12	11.7	-3.67	3.86	0.44
51	TS	J[49]	Shear-z	0.93	0.38	0.53	-0.06	-0.28	-0.43
51	CS	J[49]	Shear-z	1.65	0.87	-4.59	-0.94	-0.13	-0.78
51	Vitr(all)	J[49]	Shear-z	3.64	-0.35	9.9	-10.43	0.95	-1.67
51	Norm(all)	J[49]	Shear-z	3.26	2.38	54.13	8.26	9.42	1.54
51	Vyhr(all)	J[49]	Shear-z	0.02	0.01	0.3	0.04	0.04	0.01

Rekapitulace vnitřních sil v rozhodujícím průřezu:

	V (kN)	ψ_0	γ_F
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	181.06		1.35
Sekundární účinky předpětí	0.53		1
Vitr	9.9	0.6	1.5
Normální zatížitelnost	54.13		1.35
Výhradní zatížitelnost	0.3		1.35

SO 01.2 - Prodloužení mostu

Stanovení zatížitelnosti:

dynamický součinitel

$$\delta_1 = 1.25$$

$$V_{Rd} = 472.8 \text{ kNm}$$

$$\gamma_G * V_G = 244.4 \text{ kNm}$$

$$\gamma_P * V_{PS} = 0.5 \text{ kNm}$$

$$\psi_0 * \gamma_Q * V_Q = 8.9 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{V,n} = 1.4$$

$$V_{V_{K,C,n},1} = 54.1 \text{ kNm}$$

$$V_{V_{K,C,n}} = (V_{Rd} - \gamma_G * V_G - \gamma_P * V_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * V_Q) / \gamma_{V,n} = 162.2 \text{ kNm}$$

$$v_n = V_{V_{K,C,n}} / (\delta_1 * V_{V_{K,C,n},1}) = 2.4 \text{ kN/m}^2$$

$$V_a = 100 * v_n = 239.6 \text{ kN}$$

$$V_{nw} = (4/3) * V_a = 319.5 \text{ kN}$$

$$V_n = (1/10) * V_{nw} = 32.0 \text{ t}$$

$$\gamma_{V,r} = 1.35$$

$$V_{V_{K,C,r},1} = 0.3 \text{ kNm}$$

$$V_{V_{K,C,r}} = (V_{Rd} - \gamma_G * V_G - \gamma_P * V_{PS} - \psi_0 * \gamma_Q * V_Q) / \gamma_{V,r} = 162.2 \text{ kNm}$$

$$V_{rw} = V_{V_{K,C,r}} / (\delta_1 * V_{V_{K,C,r},1}) = 432.4 \text{ kN}$$

$$V_r = (1/10) * V_{rw} = 43.2 \text{ t}$$

6.3. Zatížitelnost v mezním stavu použitelnosti - plné předpětí při charakteristické kombinaciTuhost spřažené desky byla redukována součinitelem η .Napětí v rozhodujícím průřezu:

Elem	Load	Part	Component	Cb1(-y+z) (kN/r	Cb2(+y+z) (kN/	Cb3(+y-z) (kN/r	Cb4(-y-z) (kN/m^2)
46	DL	2/4	Bend(+y)	-6.85E+03	-6.75E+03	8.80E+03	8.70E+03
46	EL	2/4	Bend(+y)	-1.09E+02	-1.65E+02	8.59E+01	1.42E+02
46	TP	2/4	Bend(+y)	-1.29E+03	-1.29E+03	-1.36E+04	-1.36E+04
46	TS	2/4	Bend(+y)	-1.70E+01	-1.75E+01	2.89E+01	2.95E+01
46	CS	2/4	Bend(+y)	2.72E+02	2.77E+02	-3.34E+02	-3.39E+02
46	Vitr(all)	2/4	Bend(+y)	-8.16E+01	-3.32E+01	8.60E+01	3.65E+01
46	Norm(all)	2/4	Bend(+y)	-1.40E+03	-1.51E+03	1.90E+03	2.01E+03
46	Vyhr(all)	2/4	Bend(+y)	-7.77E+00	-8.36E+00	1.05E+01	1.11E+01

Rekapitulace napětí v rozhodujícím průřezu:

	σ (kN/m ²)	ψ_0
Vlastní tíha + Nahodilé dlouhodobé + Dotvarování a smršťování	8503	
Primární účinky předpětí	-13600	
Sekundární účinky předpětí	29.5	
Vitr	36.5	0.6
Normální zatížitelnost	2010	
Výhradní zatížitelnost	11.1	

Stanovení zatížitelnosti:

dynamický součinitel

$$\delta_1 = 1.25$$

$$\sigma_{dov} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_G = 8503.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{PP} = -13600.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{PS} = 29.5 \text{ kNm}$$

$$\psi_0 * \sigma_Q = 21.9 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{V_{k,c,n},1} &= 2010.0 \text{ kNm} \\
 \sigma_{V_{k,c,n}} &= (\sigma_{dov} - \sigma_G - \sigma_{pp} - \sigma_{ps} - \psi_0 * \sigma_Q) = 5045.6 \text{ kNm} \\
 v_n &= \sigma_{V_{k,c,n}} / (\delta_1 * \sigma_{V_{k,c,n},1}) = 2.0 \text{ kN/m}^2 \\
 V_a &= 100 * v_n = 200.8 \text{ kN} \\
 V_{nw} &= (4/3) * V_a = 267.8 \text{ kN} \\
 V_n &= (1/10) * V_{nw} = 26.8 \text{ t} \\
 \\
 \sigma_{V_{k,c,r},1} &= 11.1 \text{ kNm} \\
 \sigma_{V_{k,c,r}} &= (\sigma_{dov} - \sigma_G - \sigma_{pp} - \sigma_{ps} - \psi_0 * \sigma_Q) = 5045.6 \text{ kNm} \\
 V_{rw} &= \sigma_{V_{k,c,r}} / (\delta_1 * \sigma_{V_{k,c,r},1}) = 363.6 \text{ kN} \\
 V_r &= (1/10) * V_{rw} = 36.4 \text{ t}
 \end{aligned}$$

6.4. Výsledná zatížitelnost nosné konstrukce mostu

Normální zatížitelnost	$V_n =$	26.8 t
Výhradní zatížitelnost	$V_r =$	36.4 t

7. ZÁVĚR

Byla stanovena zatížitelnost mostu po rekonstrukci kombinovaným statickým výpočtem. Zatížitelnost byla stanovena jak pro variantu s nespřaženým vyrovnávacím betonem (v podstatě stávající stav), tak se spřaženou ŽB deskou. Spřažení desky nelze uvažovat jako plné, vzhledem k nedostatečnému zakotvení spřahující výztuže do nosníku, zvýšení zatížitelnosti je tedy pouze minimální.

7.1. Porovnání zjištěných zatížitelností

Zatížitelnost stávající konstrukce stanovená porovnávacím statickým výpočtem:

(Mostní prohlídka se stanovením zatížitelnosti, PONTEX 6/2011)

Normální zatížitelnost	$V_n =$	24.0 t
Výhradní zatížitelnost	$V_r =$	31.0 t

Zatížitelnost konstrukce po rekonstrukci bez spřažení s deskou, stanovená kombinovaným statickým výpočtem:

(tj. přibližně stávající stav)

Normální zatížitelnost	$V_n =$	24.8 t
Výhradní zatížitelnost	$V_r =$	33.4 t

Zatížitelnost konstrukce po rekonstrukci s částečně spřaženou ŽB deskou, stanovená kombinovaným statickým výpočtem:

(navrhovaný stav)

Normální zatížitelnost	$V_n =$	26.8 t
Výhradní zatížitelnost	$V_r =$	36.4 t

7.2. Zatížitelnost mostu po rekonstrukci

Navrhuje se rekonstrukce mostu dobetonováním částečně spřažené betonové desky. Spřahující výztuž bude z betonářské výztuže ϕ 8 mm třídy B 500B, v počtu min. 4ks/m^2 .

V případě, že bude uvažováno se zvýšením zatížitelnosti vlivem částečného spřažení, bude v krajních částech na délce 3.0 m hustota výztuže 8ks/m^2 a ve střední části 6ks/m^2 . Výztuž spřažené desky je navržena z kari sítí ϕ 10/10 mm s oky 100x100 mm při obou površích.

Vypracoval: Ing. Radek Navrátil