

D SO 201

WY

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM : JTSK
VÝŠKOVÝ SYSTÉM : Bpv

VEDOUČÍ PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA		 PRIS PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r. o. OSOVÁ 20, 625 00 BRNO	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA			
VYPRACOVAL	Ing. Adam RUSSNÁK			
KONTROLOVAL	Ing. Jiří ŠRUBAŘ			
KRAJ: Zlínský kraj	OBJEDNATEL : město Kroměříž		DATUM	02/2022
NÁZEV AKCE CYKLOSTEZKA KOTOJEDY- VÁŽANY S LÁVKOU PRO PĚŠÍ A CYKLISTY			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	
			ÚČEL	DÚR+DSP+DPS
			ČÍS. ZAKÁZKY	21187
			ARCHIVNÍ ČÍS.	21187_201_08_SV
NÁZEV OBJEKTU	SO 201 LÁVKA		ČÍS. SOUPRAVY	PŘÍLOHA 8
NÁZEV PŘÍLOHY:	STATICKÝ VÝPOČET			

Cyklostezka Kotojedy-Vážany s lávkou pro pěší a cyklisty
SO 201 - Lávka

STATICKÝ VÝPOČET

1 Úvod

1.1. PŘEDPISY A LITERATURA

ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-2	Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1995-2	Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 2: Mosty

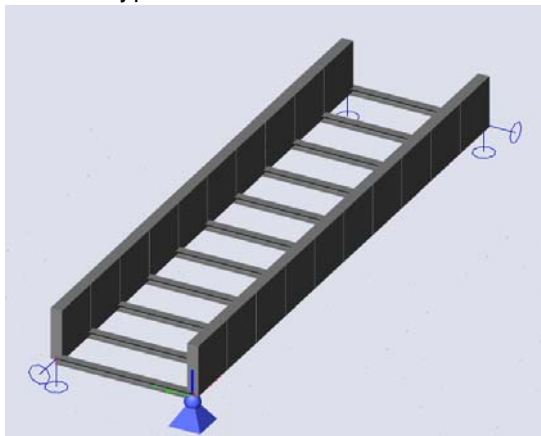
1.2. PROGRAMY

Scia Engineer	- prostorový prutový model
---------------	----------------------------

1.3. VÝPOČTOVÝ MODEL

Byl vytvořen prostorový prutový model v programu Scia Engineer. Konstrukce je uložena prostě na krajních opěrách. Jsou vymodelovány hlavní nosníky z lepeného lamelového dřeva GL24h, příčnice HEB2000 z oceli S355 a podélníky z rostlého dřeva D30.

Axonometrický pohled - 3D model Scia



1.4. POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Základní údaje o mostě

Charakteristika mostu Lávka pro chodce, trvalá, s nosnou konstrukcí o 1 poli

Délka přemostění	14,00 m
Délka mostu	18,00 m
Délka nosné konstrukce	14,96 m
Rozpětí	14,50 m
Šikmost mostu	kolmý
Volná šířka	3,50 m
Šířka průchozího prostoru	3,50 m

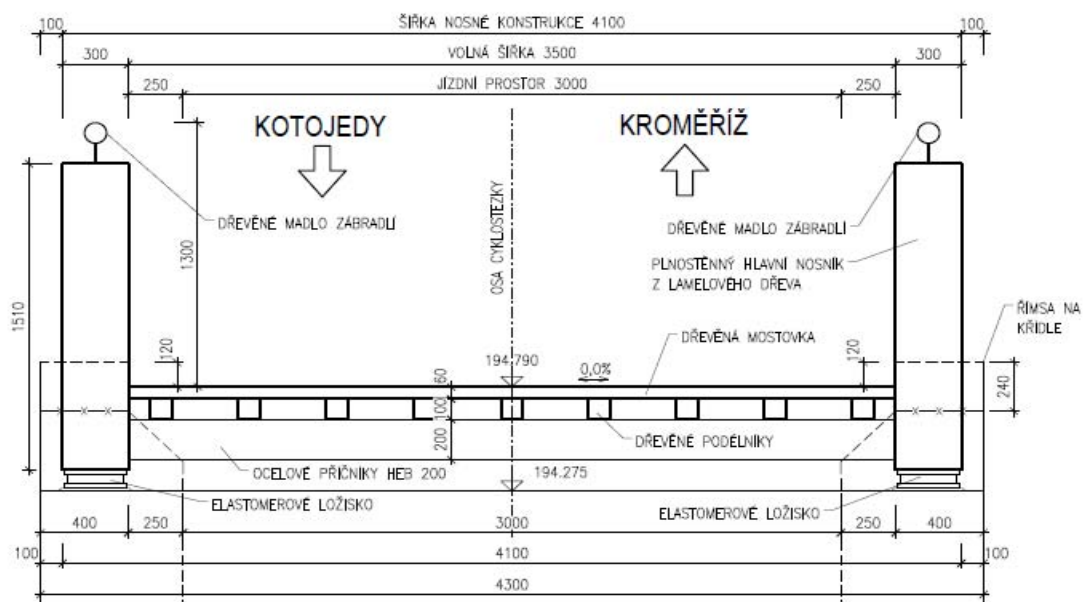
Šířka mostu	4,1
Konstrukční výška	1,51
Plocha nosné konstrukce	61,34 m ²

Nosná konstrukce

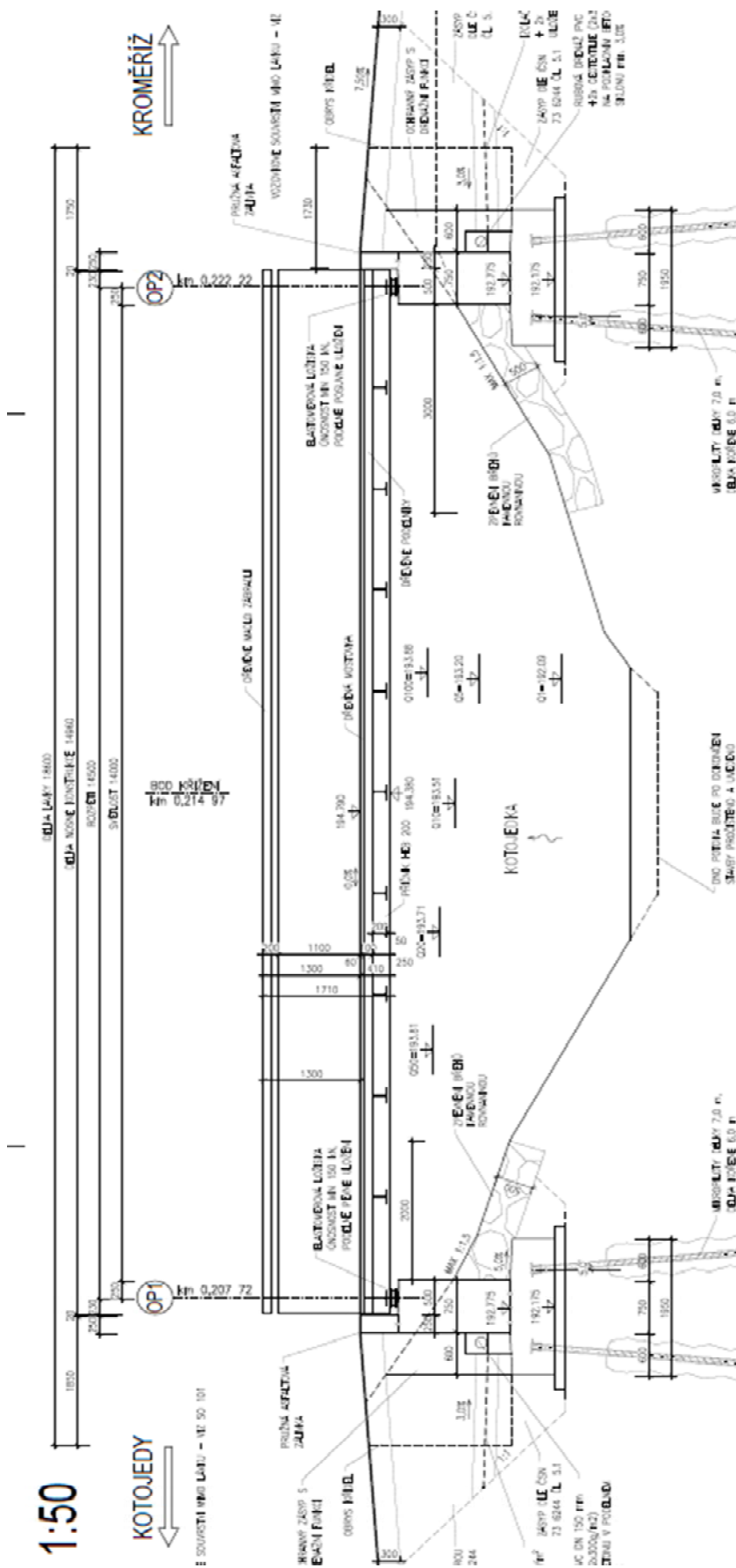
Nosná konstrukce je navržena ze dvou hlavních nosníků šířky 0,3 m, výšky 1,51 m z lepeného lamelového dřeva **GL 24h**, z 13 podélníků 100/100 mm z rostlého dřeva **D30** a z 11 příčníků HEB200 z oceli **S355**. Podlaha je navržena ze dřeva **D30** tl. 60 mm. NK je podepřena prostě, teoretické rozpětí je 14,5 m

2 Řezy mostem

Příčný řez



Podélný řez



3 Zatížení

3.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.1.1. VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

Objemová tíha GL 24h	$\gamma_z =$	4,2 kN/m ³
Objemová tíha D30	$\gamma_z =$	6,4 kN/m ³
Objemová tíha S355	$\gamma_z =$	7,9 kN/m ³
(generováno programem SCIA Engineer 2010)		

3.1.2. ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

3.1.2.1. Podlaha

zatěžovací délka	$l =$	1,45 m
tloušťka	$h =$	0,06 m
zatížení na příčník	$g =$	0,56 kN/m

3.1.2.1. Podélníky

zatěžovací délka	$l =$	1,45 m
délka příčniku	$b =$	3,60 m
počet	$n =$	9,00 ks
výška	$h =$	0,10 m
šířka	$b =$	0,10 m
zatížení na příčník	$g =$	0,23 kN/m

3.1.2.2. Zábradlí

$$\sigma_s = 0,1 \text{ kN/m}$$

3.2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1. SVISLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1.1. Rovnoměrné zatížení

$$q_{fwb} = 5,0 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{fwb,1} = 7,25 \text{ kN/m}$$

(na 1 příčník)

3.2.1.2. Soustředné zatížení - revizní vozidlo

Na lávku nebude přístup revizním vozidlům.

3.2.2. VODOROVNÁ ZATÍŽENÍ

$$Q_{flk} = \max \{10\% \text{ rovn. zatížení; } 60\% \text{ obslužného vozidla} \}$$

Tato síla působí současně s odpovídajícím svislým zatížením (nikdy se soustředěným zatížením).

Vodorovné rovnoměrné:

$$Q_{flk} = 0,73 \text{ kN}$$

(na 1 příčník)

ČSN EN 1991-1-4 se použije pro mosty s konstantní šířkou a s průřezy dle obr. 8.1 normy, tvořenými jednou hlavní nosnou konstrukcí o jednom nebo více polích.

Zatížení větrem způsobuje síly ve směrech x,y,z - viz obrázek 8.2 normy:

směr y ... podélný směr mostu (ve směru délky L)

směr x ... příčný směr mostu (ve směru šířky mostu b)

směr z ... svislý směr (ve směru výšky NK mostu D)

Dále je uvažováno,

Základní rychlost větru v_b

... dle 4.2

$C_{dir} =$	1,0	... součinitel směru větru	... doporučená hodnota dle NA 2.6.
$C_{season} =$	1,0	... součinitel ročního období	... doporučená hodnota dle NA 2.7.
$v_{b,0} =$	27,5 m/s	... výchozí základní rychlost větru (podle mapy větrovných oblastí) (jedná se o charakteristickou desetiminutovou střední rychlost větru, nezávislá na směru větru a ročním období, ve výšce 10 m nad zemí v terénu bez překážek s nízkou vegetací jako tráva a izolovanými překážkami, vzdál. od sebe min. 20-ti násobek výšky překážky) ... uvažována větrovná oblast III	
$v_b =$	27,5 m/s	... $= C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$... základní rychlost větru

Dle 8.1(4) při současném působení zatížení větrem a zatížení od silniční dopravy se kombinační hodnota $\psi_0 \cdot F_{wk}$ zatížení mostu a vozidel větrem omezuje na hodnotu F_{w}^* , která se určí pro rychlost $v_{b,0}^*$, nahrazující výchozí základní rychlost $v_{b,0}$.

V NA.2.43. je doporučená hodnota:

$v_{b,0}^* =$	23,0 m/s		
$v_b^* =$	23,0 m/s	... $= C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_b$... základní rychlost větru (pro kombinaci se zatížením od silniční dopravy)

Na základě 8.2.(1) Poznámka 3 není uvažováno s nutností posudku dynamické odezvy mostu, (jedná se o betonovou konstrukci, s rozpětím menším než 40 m, s typickým průřezem dle obrázku 8.1 normy)

Součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$

Vyjadřuje změnu střední rychlosti větru v místě konstrukce způsobenou výškou nad úrovní terénu a drsností povrchu na návětrné straně.

$z =$	4,50 m	... výška konstrukce nad terénem	
$z_{min} =$	2 m	... minimální výška dle tabulky 4.1	
$z_{max} =$	200 m	... maximální výška (uvažuje se 200 m)	
$z_0 =$	0,05 m	... parametr drsnosti terénu (pro kategorii terénu II dle tabulky 4.1 krajina snížkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky)	
$z_{0,II} =$	0,05 m	... terén kategorie II	
$k_r =$	0,19 m	... $= 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$... součinitel terénu
$c_r(z) =$	0,85	... součinitel drsnosti terénu ... $= k_r \cdot \ln(z / z_0)$ pokud platí $z_{min} \leq z \leq z_{max}$... $= k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0)$ pokud platí $z \leq z_{min}$	

Součinitel orografie c_o resp. $c_{o(z)}$

... dle A.3 a NA 2.13

Zahrnuje zvýšení střední rychlosti větru nad izolovanými kopci a strmými svahy (ne ve zvlněných nebo horských oblastech). Vztahuje se k rychlosti větru na úpatí kopce nebo strmého svahu.

Vliv orografie se má uvážit v následujících situacích:

- pro místa na návětrných svazích kopců a hřebenů
- pro místa na závětrných svazích kopců a hřebenů
- pro místa na návětrných svazích srázů (útesů) a strmých svazích
- pro místa na závětrných svazích srázů (útesů) a strmých svazích

$c_o(z) =$	1,00	... dle NA.2.13, pokud se nejedná o situace z A.3, příp nejsou známy přesnější údaje ČHMÚ
------------	-------------	---

Střední rychlost větru $v_m(z)$

... dle 4.3

Střední rychlost větru $v_m(z)$ ve výšce "z" nad terénem závisí na drsnosti terénu, orografii, a základní rychlosti větru v_b .

$$v_m(z) = 23,5 \text{ m/s}$$

$$v_m^*(z) = 19,7 \text{ m/s}$$

$$\dots = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$\dots = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b^*$$

... střední rychlost větru
... střední rychlost větru
(pro kombinaci se zatížením od silniční dopravy)

Měrná hmotnost vzduchu ρ

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

... dle 4.5

... doporučená hodnota dle NA.2.18

Intenzita turbulence $I_v(z)$

$$k_1 = 1,0$$

$$I_v(z) = 0,222$$

$$\dots \text{ součinitel turbulence}$$

$$\dots = k_1 / [c_o(z) \cdot \ln(z / z_0)]$$

$$\dots = k_1 / [c_o(z) \cdot \ln(z_{\min} / z_0)]$$

... doporučená hodnota dle NA.2.16

pokud platí $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$

pokud platí $z \leq z_{\min}$

Součinitel expozice $c_e(z)$

$$c_e(z) = 1,87$$

$$\dots = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot v_m^2(z) / v_b^2(z)$$

A) Síly ve směru x (zjednodušená metoda dle 8.3.2)

Součinitel síly ve směru x (obecná metoda)

$$C_{f,x} = C_{f,x,0}$$

... součinitel síly bez vlivu proudění kolem volných konců

Dle 8.3.1 (1) Poznámka 1

- U mostů se obvykle nevyskytuje proudění kolem volných konců, protože proud je vychylován pouze do 2 stran (nad a pod mostovku)

a) Po zhotovení pouze NK bude:

$$b = 3,40 \text{ m}$$

$$d_{\text{tot}} = 1,71 \text{ m}$$

$$b / d_{\text{tot}} = 1,99 \Rightarrow$$

... šířka NK mostu

... výška NK mostu

$$C_{f,x,0} = 1,3$$

... dle ČSN EN 1991-1-4 Obrázek 8.3

b) Po zhotovení mostu:

... rozhoduje

$$b = 3,40 \text{ m}$$

$$d_{\text{tot}} = 1,71 \text{ m}$$

$$b / d_{\text{tot}} = 1,99 \Rightarrow$$

... šířka mostu

... výška mostu včetně protihlukové stěny (resp. vozidel na mostě)

$$C_{f,x,0} = 1,6$$

... dle ČSN EN 1991-1-4 Obrázek 8.3

... tento součinitel rozhoduje

Referenční plocha $A_{\text{ref},x}$

... viz 8.3.1 (4),(5)

$$L = 14,500 \text{ m}$$

$$d = 1,710 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,000 \text{ m}$$

$$d_{\text{tot}} = 1,710 \text{ m}$$

... délka NK mostu

... výška mostu vystavená větru

... výška protihlukové stěny vystavená větru

... = d + d₁

$$A_{\text{ref},x} = 24,80 \text{ m}^2$$

... na celou délku mostu

Součinitel zatížení větrem C

$$C = 2,988904$$

$$\dots = c_e \cdot C_{f,x}$$

... součinitel zatížení větrem

SÍLA OD VĚTRU - směr x $F_{w,x}$

$$F_{w,x} = 35,0 \text{ kN}$$

$$\dots = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{\text{ref},x}$$

... na celou délku NK

4 Kombinace zatížení

4.1. KOMBINACE PRO MSÚ

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení	Vedlejší proměnná zatížení	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinější	Ostatní
Výraz 6.10	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$
6.10a	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$
6.10b	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$
$\gamma_{Gj,sup} = 1.35$ $\gamma_{Gj,inf} = 1.00$ $\gamma_Q = 1.35$ $\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.20$ $\gamma_Q = 1.50$ $\xi = 0.85$						
nepříznivě působící zatížení silniční dopravou a chodci zatížení železniční dopravou, sestavy gr11 až gr31 (s výjimkou 16,17, 26 a 27) zatížení železniční dopravou, sestavy gr16 a 17 a model SW/2 ostatní zatížení dopravou a další proměnná zatížení						

Pozn.: Z poměru účinků zatížení dopravou a tíhou konstrukce, vyplývá, že rozhodující kombinace je 6.10b

4.2. KOMBINACE PRO MSP

Kombinace	Stálá zatížení		Předpětí	Proměnná zatížení	
	Nepříznivá	Příznivá		Nejúčinější	Ostatní
Charakteristická	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,j} Q_{k,j}$
Častá	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$
Kvazistálá	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$

5 Průřezové charakteristiky

Hlavní nosník		
Materiál	GL24h	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
A [m ²]	4,53E-01	
A y, z [m ²]	3,80E-01	3,80E-01
I y, z [m ⁴]	8,61E-02	3,40E-03
I w [m ⁶], t [m ⁴]	5,34E-04	
W _{el} y, z [m ³]	1,14E-01	2,27E-02
W _{pl} y, z [m ³]	1,52E+01	3,02E-02
d y, z [mm]		
c YLSS, ZLSS [mm]	150	755
alfa [deg]	0	0
AL [m ² /m]	3,62E+00	

Příčninky		
Detailní	HEB200	
Materiál	S355	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
A [m ²]	7,81E-03	
A y, z [m ²]	5,78E-03	1,91E-03
I y, z [m ⁴]	5,70E-05	2,00E-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	1,71E-07	
W _{el} y, z [m ³]	5,70E-04	2,00E-04
W _{pl} y, z [m ³]	6,43E-04	3,06E-04
d y, z [mm]		
c YLSS, ZLSS [mm]	100	100
alfa [deg]		
AL [m ² /m]	1,15E+00	
Podélníky		
Detailní	100; 100	
Materiál	D30	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
A [m ²]	1,00E-02	
A y, z [m ²]	1,00E-02	1,00E-02
I y, z [m ⁴]	8,33E-06	8,33E-06
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,00E+00	2,12E-05
W _{el} y, z [m ³]	1,67E-04	1,67E-04
W _{pl} y, z [m ³]	2,50E-04	2,50E-04
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	50	50
alfa [deg]	0	
AL [m ² /m]	4,00E-01	

6 Účinky zatížení

6.1. Hlavní nosníky

		vlastní tíha	ostatní stálé	chodci	vítr
střed rozpětí	N			6,52	13,12
	Vy			0,53	0,94
	Vz				
	My	68,69	28,40	236,53	8,84
	Mz			-0,37	-8,30
Nad ložiskem	N			13,05	2,70
	Vy			0,80	10,20
	Vz	18,40	7,12	71,78	0,51
	My				1,70
	Mz				6,57
	Mx				0,78

MSU
6.10b chodci
14,71
1,14
0,00
434,70
-4,23
18,83
5,67
126,42
0,77
2,96
0,35

MSP		
kvazi	častá	char
0,00	2,61	10,46
0,00	0,21	0,81
0,00	0,00	0,00
97,09	191,70	336,27
0,00	-0,15	-2,86
0,00	5,22	13,86
0,00	0,32	3,86
25,52	54,23	97,46
0,00	0,00	0,51
0,00	0,00	1,97
0,00	0,00	0,23

6.2. Příčníky

		vlastní tíha	ostatní stálé	chodci	vítr
střed rozpětí	N				8,18
	Vy				3,59
	Vz				0,55
	My	0,97	1,28	11,75	1,30
	Mz			4,20	0,00
V místě vteknutí	N				8,18
	Vy			1,31	3,59
	Vz	1,08	1,40	13,05	2,67
	My				3,88
	Mz			0,77	4,49

MSU	MSU
6.10b chodci	6.10b vítr
3,68	12,27
1,62	5,39
0,25	0,83
19,03	4,54
5,67	0,00
3,68	12,27
3,38	5,39
21,66	6,85
1,75	5,82
3,06	6,74

MSP		
kvazi	častá	char
0,00	1,64	2,45
0,00	0,72	1,08
0,00	0,11	0,17
2,25	7,21	14,39
0,00	1,68	4,20
0,00	1,64	2,45
0,00	1,24	2,38
2,48	8,23	16,33
0,00	0,78	1,16
0,00	1,21	2,12

6.2. Podélníky

		vlastní tíha	ostatní stálé	chodci
střed rozpětí	N	0,00	0,00	0,00
	V	0,00	0,00	0,00
	M	0,02	0,03	0,35
V místě uložení	N	0,00	0,00	0,00
	V	0,05	0,08	0,98
	M	0,00	0,00	0,00

MSU
6.10b chodci
0,00
0,00
0,53
0,00
1,46
0,00

MSP		
kvazi	častá	char
0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00
0,04	0,19	0,40
0,00	0,00	0,00
0,12	0,51	1,10
0,00	0,00	0,00

7 Posudky NK

7.1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - PODÉLNÍKY

7.1.1. NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU A TLAKU

$f_{mk} = 30$ MPa

Stabilita zajištěna

Zatížení od kvazistálé kombinace $M_y = 0,04$ kNm

Normálové napětí za ohybu $\sigma_{m,y,d} = 0,26$ MPa < $f_{md} = 13,846$ MPa
 $k_{mod} = 0,6$
 $\gamma_M = 1,3$

Zatížení od kombinace 6.10b $M_y = 0,53$ kNm
 $N_x = 0,00$ kN

Normálové napětí za ohybu $\sigma_{m,y,d} = 3,18$ MPa

Normálové napětí tlak kolmo k vláknům $\sigma_{c,0,d} = 0,00$ MPa

$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $f_{md} = 20,77$ MPa $k_{mod} = 0,9$
 $\gamma_M = 1,3$

$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ **0,15 < 1,00** ... *vyhovuje*

7.1.2. SMYK

Kolmo k vláknům

$f_{v,k} = 4,00$ MPa

trámek

Součinitel trhlin $k_{cr} = 0,67$ (rostlé dřevo)
 Šířka $b = 0,10$ m
 Výška $h = 0,10$ m
 Účinná šířka průřezu $b_{ef} = 0,067$ m

Kvazistálá kombinace

$V_d = 0,12$ kN

$\tau_{v,d} = 0,03$ MPa < $f_{v,d} = 1,85$ MPa

$k_{mod} = 0,6$

$\gamma_M = 1,3$

Rovnice 6.10b

$V_d = 1,46$ kN

$\tau_{v,d} = 0,33$ MPa < $f_{v,d} = 2,77$ MPa

$k_{mod} = 0,9$

$\gamma_M = 1,3$

7.1.3. TLAK KOLMO K VLÁKNŮM

Posouzení v místě uložení podélníku na příčník

$f_{c,90,k} = 2,70$ MPa

$k_{c,90} = 1,5$
 Dotyková délka $l = 0,10$ m
 Vzd. Kraje HEB od konce podélníku $a = 0,00$ m
 Dotyková šířka $b = 0,10$ m
 $l_{ef} = 0,10$ m
 Max. reakce $F_{c,90,d} = 1,46$ kN

$\sigma_{c,90,d} = 0,15$ MPa < $f_{c,90,k} = 2,80$ MPa

$k_{mod} = 0,9$

$\gamma_M = 1,3$

7.2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - PODÉLNÍKY

Relativní průhyb podélníku

Není uvažováno s nadvýšením konstrukce.

Okamžitý průhyb
Konečný průhyb

Mezní hodnota
1/300-1/500 L
1/150-1/300 L

Rozpětí

$l = 1,45 \text{ m}$

Okamžitý průhyb od st. a prom. zat.

$u_{inst} =$	1,2 mm	<	$l/300 =$	4,8 mm
--------------	--------	---	-----------	--------

Konečný průhyb od st. a prom. zat.

$u_{fin} =$	2,2 mm	<	$l/150 =$	9,7 mm
-------------	--------	---	-----------	--------

$k_{def} = 0,8$

7.3. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - HLAVNÍ NOSNÍKY

7.3.1. NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU A TLAKU

Stabilita zajištěna

$$f_{mk} = 24 \text{ MPa}$$

$$\text{Zatížení od kvazistálé kombinace} \quad M_y = 97,09 \text{ kNm}$$

$$\text{Normálové napětí za ohybu} \quad \sigma_{m,y,d} = 0,85 \text{ MPa} < f_{md} = 11,52 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$\text{Zatížení od kombinace 6.10b} \quad M_y = 434,70 \text{ kNm}$$

$$M_z = -4,23 \text{ kNm}$$

$$N_x = 14,71 \text{ kN}$$

$$\text{Normálové napětí za ohybu} \quad \sigma_{m,y,d} = 3,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,19 \text{ MPa}$$

$$\text{Normálové napětí tlak kolmo k vláknům} \quad \sigma_{c,0,d} = 0,03 \text{ MPa}$$

$$f_{md} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,23 < 1,00$$

... vyhovuje

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

7.3.2. SMYK

Kolmo k vláknům

$$f_{v,k} = 3,50 \text{ MPa}$$

Součinitel trhlin

$$k_{cr} = 0,67$$

Šířka

$$b = 0,20 \text{ m}$$

Výška

$$h = 1,52 \text{ m}$$

Účinná šířka průřezu

$$b_{ef} = 0,134 \text{ m}$$

Kvazistálá kombinace

$$V_d = 25,52 \text{ kN}$$

$\tau_{v,d} =$	0,19 MPa	<	$f_{v,d} =$	1,68 MPa
----------------	----------	---	-------------	----------

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,25$$

Rovnice 6.10b

$$V_d = 141,98 \text{ kN}$$

$\tau_{v,d} =$	1,05 MPa	<	$f_{v,d} =$	2,52 MPa
----------------	----------	---	-------------	----------

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,25$$

7.3.3. TLAK KOLMO K VLÁKNŮM

Posouzení v místě uložení nosníků na opěry

$$f_{c,90,k} = 2,70 \text{ MPa}$$

Dotyková délka

$$k_{c,90} = 1,5$$

Dotykový šířka

$$l = 0,20 \text{ m} \quad \text{předpoklad desky ložiska 0.2x0.25 m}$$

Max. reakce

$$b = 0,25 \text{ m}$$
$$F_{c,90,d} = 141,98 \text{ kN}$$

$\sigma_{c,90,d} =$	2,84 MPa	<	$f_{c,90,k} =$	2,92 MPa
---------------------	----------	---	----------------	----------

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,25$$

7.4. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - HLAVNÍ NOSNÍKY

Relativní průhyb

Není uvažováno s nadvýšením konstrukce.

Okamžitý průhyb

Mezní hodnota

1/300-1/500 L

Konečný průhyb

1/150-1/300 L

Rozpětí

$$l = 14,50 \text{ m}$$

Okamžitý průhyb od st. a prom. zat.

$u_{inst} =$	10,4 mm	<	$l/300 =$	48,3 mm
--------------	---------	---	-----------	---------

Konečný průhyb od st. a prom. zat.

$u_{fin} =$	18,7 mm	<	$l/150 =$	96,7 mm
-------------	---------	---	-----------	---------

$$k_{def} = 0,8$$

7.5. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY

7.5.1. OCELOVÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - POSOUZENÍ VE STŘÍHU

Ocelový svorník (závitová tyč) ocel S235	průměr	d =	22 mm
	pevnost v tahu	$f_{u,k}$ =	360 MPa
	počet v 1 řadě	n =	2 ks
	celkem		2 řady
Ocelová deska ocel S355	tloušťka	t =	20 mm
	<i>tenká deska...</i>	$t \leq 0.5 \cdot d$	11 mm
	<i>tlustá deska...</i>	$t \geq d$	22 mm
		$\gamma_{M,ocel}$ =	1,3 (únosnost spojů)
Lepené lamelové dřevo GL24h		ρ_k =	420 kg/m ³
		t_1 =	300 mm
		$\gamma_{M,dřevo}$ =	1,25 (lepené lamel.dřevo)
Modifikační součinitel		k_{mod} =	0,6 (stálé zatížení)
			0,9 (krátkodobé zatížení)

Návrhová únosnost 1 svorníku pro 1 střih

charakteristická pevnost v otláčení ve dřevěném prvku		$f_{h,k}$ =	26,9 kN
návrhová pevnost pro krátkodobé zatížení		$f_{h,d}$ =	19,3 kN
omezení účinku sepnutí spoje		$F_{ax,Rk}$ =	0,0 kN
moment kluzu spojovacích prostředků		$M_{y,k}$ =	511104 Nmm
charakteristický plastický moment spojovacího prvku		$M_{y,Rk}$ =	333982 Nmm
		$M_{y,Rd}$ =	256909 Nmm
tenká deska:	tj. $t \leq 0.5 \cdot d$		11 mm
$F_{v,Rd}$ =	17,0 kN		
tlustá deska:	tj. $t \geq d$		22 mm
$F_{v,Rd}$ =	24,0 kN		
interpolace pro desku tl.	22 mm	$F_{v,Rd}$ =	24,0 kN

účinná návrhová únosnost řady spojovacích prostředků

vzdálenost $a_1 = 220$ mm
počet svorníků v jedné řadě $n = 2$ ks
účinný počet svorníků $n_{ef} = 1,75$ ks

návrhová únosnost 1 řady $F_{v,ef,Rd} = 42,0$ kN

návrhová únosnost celkem $F_{Rd} = 84,1$ kN

návrhové zatížení na skupinu spojů $F_{ed,y} = 21,7$ kN
 $F_{ed,z} = 3,4$ kN

$$\frac{F_{y,d}}{R_{y,d}} + \frac{F_{z,d}}{R_{z,d}} < 1$$

0,298	<	1
-------	---	---

posouzení vzdálenosti svorníkových spojů

rovnoběžně s vlákny $a_1 = 220$ mm $\geq 5d = 110$ mm
kolmo k vláknům $a_2 = 220$ mm $\geq 4d = 88$ mm
nezatížený okraj $a_4 = 95$ mm $\geq 3d = 66$ mm

7.5.2. OCELOVÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - POSOUZENÍ OHYBU (PÁČENÍ)

Návrhová únosnost 1 svorníku pro tah

posouzení ocelové desky

$$F_{v,Rk} = 73,44 \text{ kN}$$

$$1021,8 \text{ kN}$$

$$177,3 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 56,493 \text{ kN}$$

posouzení podložky

$$F_{v,k} = 8,1 \text{ Mpa}$$

$$d_{podl} = 74 \text{ mm}$$

$$F_{v,d} = 34,336 \text{ kN}$$

(2) Únosnost podložky se má vypočítat za předpokladu, že charakteristická pevnost v tlaku na dotykové ploše je $3,0 f_{c,90,k}$.

– pro hladké hřebíky:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} d t_{pen} \\ f_{ax,k} d t + f_{head,k} d t_0^2 \end{cases}$$

pozn. - užita pouze únosnost hlavy

posouzení svorníku v tahu

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa}$$

$$A = 0,0005 \text{ m}^2$$

$$F_{v,d} = 112,75 \text{ kN}$$

Únosnost spoje na ohyb

$$a = 220 \text{ mm}$$

$$F_{v,d} = 34,34 \text{ kN}$$

$$M_{R,d} = 15,11 \text{ kNm}$$

únosnost 1 svorníku

$$M_{ed,y} = 5,8 \text{ kN}$$

$$M_{ed,z} = 6,7 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,d}}{R_{y,d}} + \frac{M_{z,d}}{R_{z,d}} < 1$$

0,831	<	1
-------	---	---

7.5.3. KOUTOVÝ SVAR HEB200 A OCELOVÁ DESKA

součinitel materiálu pro svarové spoje

$$\gamma_{mv} = 1,5$$

korelační součinitel koutového svaru

$$\beta_w = 0,8 \text{ ... ocel S355}$$

pevnost v tahu

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

tloušťka koutového svaru

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

délka koutového svaru

$$L_{we} = 150 \text{ mm}$$

návrhové zatížení - síla na 1 spoj

$$V_d = 10,832 \text{ kN}$$

návrhová pevnost svaru ve smyku

$$f_{wd} = 245,37 \text{ MPa}$$

smykové napětí

$$\tau_{v,d} = 9,027 \text{ MPa}$$

... VYHOVUJE

8 Ložiska

	vl. T	ost. St	chodci	vítr
REAKCE	19,48	10,26	71,78	7,3

MSU	
max	141,98
min	18,79

rozměry ložiska

b= 0,20 m

l= 0,15 m

maximální tlak

minimální přitlak

$\sigma =$

$\sigma =$

4,733 MPa

0,626 MPa

ložiska budou kotvená

Posouzení mikropilot

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]
1	-13	203,6

Vstupy pro výpočet založení

Podélný rozestup p s	=	1,15 m
Celkový počet řad p n	=	2
Zatěžovací délka l	=	3,65 m

Síly v mikropilotách

přední řada	Fd,max	150,8 kN
zadní řada	Fd,max	199,4 kN

ZATÍŽENÍ

Mezní stav únosnosti

N_{Ed} =	199,4 kN	
U_{ms} =	339,3 kN	Vyhovuje

VNĚJŠÍ ÚNOSNOST

... dle Masopusta

Únosnost pláště U_{ms}

vrstva		plášťové tření τ_i [kPa]	délka kořene [m]	$U_{ms,i}$ [kN]
skalní horniny (R1-R4)		600		0
poloskalní horniny (R5-R6)		200	0,0	0
štěrky	písčité	150	0,0	0
	jílovité	150	0,0	0
písky		100	0,0	0
soudržné zeminy	tvrdé	80	0,0	0
	pevné	60	6,0	339
	tuhé	40	0,0	0

$U_{ms} = 339$

Závěr

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce mostu jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných norem pro navrhování uvedených v kapitole 1. Konstrukce byla posouzena dle metodiky Eurokódů. Takto bylo prokázáno, že konstrukce vyhovuje jak požadavkům na únosnost mostní konstrukce, tak požadavkům na použitelnost.

Brno 3/2022

Ing. Adam Russnák