

# Statický výpočet

## Obsah:

<b>1.</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>2</b>
1.1.	VŠEOBECNĚ .....	2
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	2
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU .....	2
<b>2.</b>	<b>GEOMETRIE.....</b>	<b>2</b>
2.1.	TVAR KONSTRUKCE .....	4
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE .....	4
<b>3.</b>	<b>ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE .....</b>	<b>4</b>
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ .....	4
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ .....	4
3.2.1.	Nahodilé zatížení sněhem .....	4
3.2.2.	Nahodilé zatížení větrem.....	4
3.2.3.	Nahodilé zatížení teplotou .....	4
3.2.4.	Nahodilé zatížení dopravou .....	4
3.2.4.1.	Zatížení pěším provozem .....	4
3.2.4.2.	Zatížení servisním vozidlem .....	5
3.2.4.3.	Brzdné a rozjezdové síly.....	5
3.2.4.4.	Odstředivé a jiné příčné síly.....	5
3.2.4.5.	Nahodilá zatížení na únavu .....	5
<b>4.</b>	<b>VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL A POSOUZENÍ .....</b>	<b>6</b>
4.1.	NOSNÍKY .....	6
4.1.1.	Namáhání nosníků .....	6
4.1.2.	Posouzení nosníků na mezní stav únosnosti: .....	6
4.1.3.	Posouzení nosníků na únavu: .....	6
4.2.	MOSTOVKA .....	7
4.2.1.	Namáhání trámů .....	7
4.2.2.	Posouzení trámů na mezní stav únosnosti.....	7
4.3.	ZÁBRADLÍ .....	7
4.3.1.	Sloupky zábradlí .....	7
4.3.2.	Horní madlo zábradlí .....	7
<b>5.</b>	<b>SPODNÍ STAVBA .....</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>9</b>

# 1. Úvod

## 1.1. Všeobecně

Jedná se o lávku ev.č.L-02 v Novém Boru v parku Smetanovy sady. Lávka převádí pěší cestu přes potok Šporka u budovy kina s kavárnou. V rámci rekonstrukce dojde k úplné výměně mostu včetně spodní stavby.

## 1.2. Popis konstrukce

Nová lávka je charakteru ocelového roštu o jednom poli s dřevěnou mostovkou. Nosníky jsou spojeny koncovými příčnicími ze železobetonu a trámky vlastní mostovky. Uložení nosné konstrukce je řešeno pomocí vrubových kloubů. Opěry jsou charakteru masivních tížných zdí ze železobetonu plošně založených. Základy vlivem pružnosti podkladu umožňují mírné natočení bez vlivu na redistribuci vnitřních sil a opěry tak fungují jako kyvné stojky rozpěrákové konstrukce.

Lávka je kolmá o rozpětí 6.9m, rošt nosné konstrukce tvoří 4 nosníky HE 140 B z oceli S355 po 750mm, mostovka z dubových trámů 120/80 třídy D30. Nosníky jsou výškově zakřiveny.

Mostní svršek je bezřímsový, vozovku tvoří přímo pochozí trámky mostovky. Zábradlí s ocelovými sloupky, horním dřevoocelovým madlem a svislou výplní z fošen.

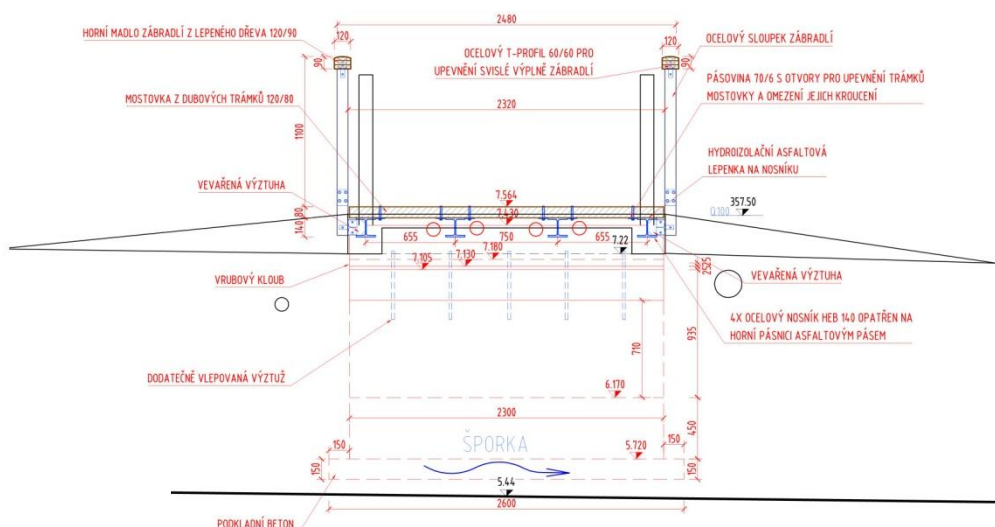
## 1.3. Předpoklady výpočtu

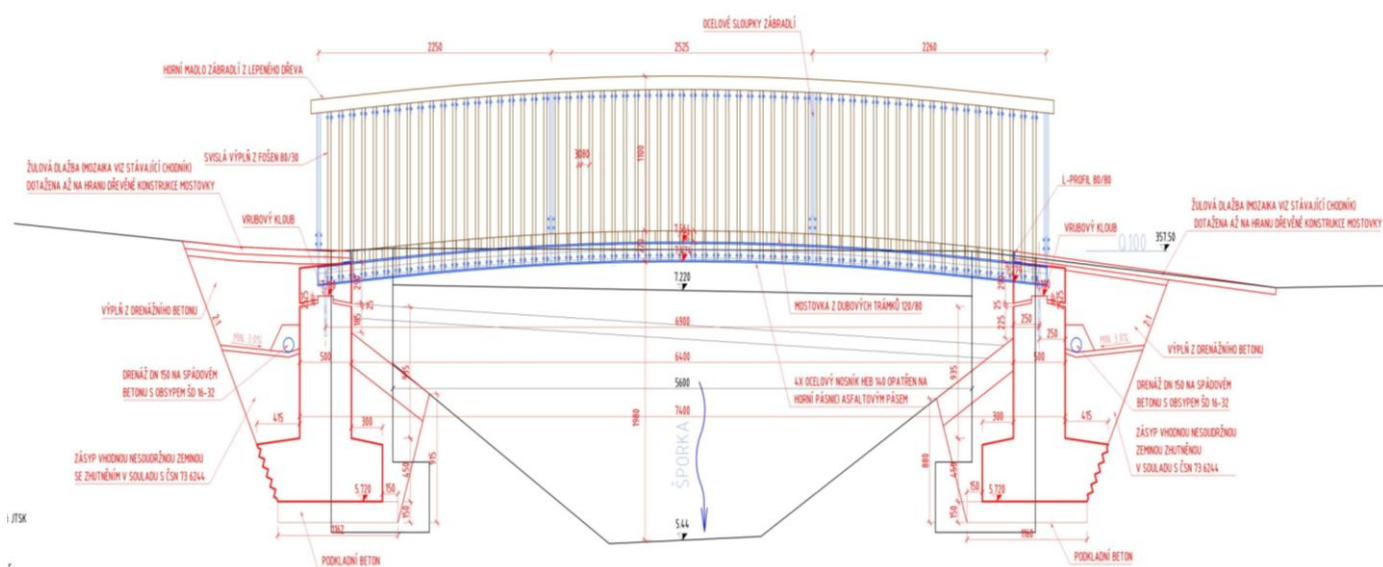
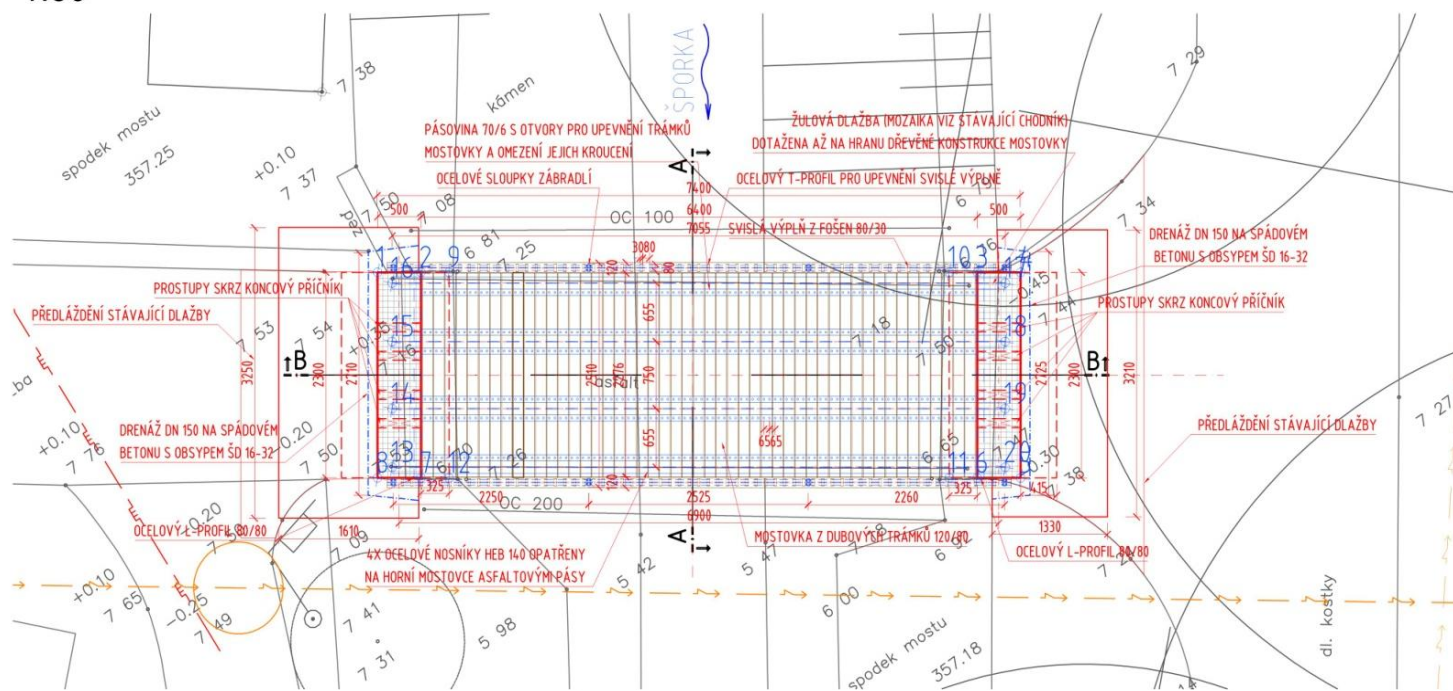
Předpokládá se použití oceli nosníků S355, beton koncových příčnic a úložných prahů C30/37, dřevo mostovky třídy D30. Návrh je proveden na zatížení definované investorem, tedy normových 500kg/m<sup>2</sup> nebo servisní vozidlo hmotnosti 2.5t (multikára).

## 2. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Model nosné konstrukce je uvažován jako prostý nosník.

PŘÍČNÝ ŘEZ  
1:25



PŮDORYS  
1:50

## 2.1. Tvar konstrukce

Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované dokumentace.

## 2.2. Model nosné konstrukce

Model nosné konstrukce je uvažován jako prostý nosník o rozpětí 6900mm.

Prostý nosník je uvažován i v případě trámek mostovky a to s ohledem na nízkou příčnou tuhost konstrukce. Rozpětí je uvažováno jako světlá vzdálenost podpěr, tedy vzdálenost mezi pásnicemi nosníků  $750-140=610\text{mm}$ .

## 3. Zatížení konstrukce

### 3.1. Stálé zatížení

$$q_{\text{nosníky HE 140 B}} = 0.337 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{přivařená pásovina a šroubové spoje}} = 0.05 \cdot 0.02 \cdot 78.5 \cdot 2 = 0.157 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{trámky mostovky}} = 0.75 \cdot 0.08 \cdot 7 = 0.42 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{zábradlí}} = 1.0 \text{ kN/m}$$

Sedání základů není uvažováno s ohledem na statické schéma prostého pole a malou tuhost konstrukce.

### 3.2. Nahodilá zatížení

#### 3.2.1. Nahodilé zatížení sněhem

Vzhledem k velikosti a umístění lávky nemá zatížení sněhem rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno. Předpokládá se, že v případě sněhové pokrývky na mostě nebude současně plný provoz s maximálním zatížením. Zatížení sněhem je pro danou lokalitu menší, než zatížení pěšími.

#### 3.2.2. Nahodilé zatížení větrem

Vzhledem k velikosti a umístění lávky v parku nemá zatížení větrem rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno.

#### 3.2.3. Nahodilé zatížení teplotou

Rovnoměrná složka teploty je uvažována při návrhu spodní stavby a uložení jako ochlazení o  $-50^{\circ}\text{C}$  a oteplení o  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Rozdílové složky teploty neuvažují s ohledem na systém prostého uložení, které nebrání deformacím.

#### 3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

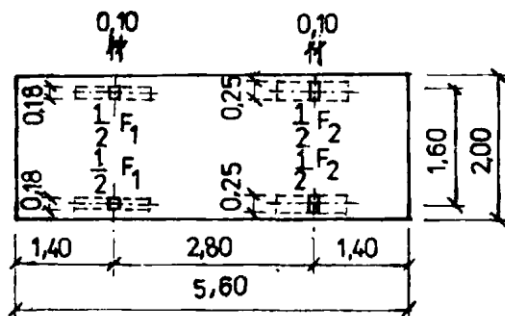
##### 3.2.4.1. Zatížení pěším provozem

Uvažují zatížení davem lidí o velikosti  $5\text{kN/m}^2$ .

**3.2.4.2. Zatížení servisním vozidlem**

Na základě specifikace servisních vozidel investorem uvažují zatížení multikárou o hmotnosti 2.5t podle schématu lehkého nákladního vozidla z ČSN 73 6203:

Rozměry v m



Obr. 5D. Schéma lehkého nákladního auta

Tab. 13. HMOTNOST A NÁPRAVOVÉ SÍLY LEHKÉHO NÁKLADNÍHO AUTA

Vozidlo	Hmotnost vozidla t	Nápravové síly v kN	
		$F_1$	$F_2$
lehké nákladní auto	2,5	10	15

**3.2.4.3. Brzdné a rozjezdové síly**

Brzdné síly neuvažují s ohledem na rozpěrákový charakter konstrukce, pasivní odpor zeminy za opěrami je dostatečný. Pro návrh vrubového kloubu uvažují brzdou sílu o velikosti 10% svislého zatížení pěším provozem, resp. 60% svislého zatížení servisním vozidlem:

$$B_{pěší} = 6.9 \cdot 2.5 \cdot 5 \cdot 0.1 = 8.625 \text{ kN}$$

$$B_{servisní \text{ vozidlo}} = 25 \cdot 0.6 = 15.0 \text{ kN}$$

**3.2.4.4. Odstředivé a jiné příčné síly**

Odstředivé síly nejsou v tomto případě rozhodující, neuvažují s nimi.

**3.2.4.5. Nahodilá zatížení na únavu**

Uvažují zatížení pěšími s odpovídající redukcí.

## 4. Výpočet vnitřních sil a posouzení

Výpočet je proveden ručně na modelech prostého nosníku.

### 4.1. Nosníky

#### 4.1.1. Namáhání nosníků

Výpočet namáhání nosníků HE 140 B je proveden tak, aby bylo možné určit rozhodující kombinaci zatížení.

Namáhání stálým zatížením:

$$q_{q \text{ celkem}} = (0.337 + 0.157 + 0.42 + 1.0) \cdot 1.5 = 1.914 \cdot 1.5 = 2.871 \text{ kN/m}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 2.871 \cdot 6.9^2 = 17.1 \text{ kNm}$$

Namáhání pěším provozem:

$$q_p \text{ pěší} = 0.75 \cdot 5.0 \cdot 1.5 = 5.625 \text{ kN/m}$$

$$M_p = \frac{1}{8} \cdot 5.625 \cdot 6.9^2 = 33.5 \text{ kNm}$$

Namáhání servisním vozidlem: osazeno dle Winklerova kritéria

$$v_{\text{poloha výslednice kolových tlaků}} = \frac{5.0 \cdot 2.8}{5.0 + 7.5} = 1.12 \text{ m}$$

$$R_a \text{ reakce vlevo} = \frac{5.0 \cdot 1.21 + 7.5 \cdot 4.01}{6.9} = 5.23 \text{ kN}$$

$$R_b \text{ reakce vpravo} = \frac{5.0 \cdot 5.69 + 7.5 \cdot 2.89}{6.9} = 7.26 \text{ kN}$$

$$M_s = 5.23 \cdot 2.89 \cdot 1.5 = 22.7 \text{ kNm}$$

Rozhoduje zatížení pěšími:

#### 4.1.2. Posouzení nosníků na mezní stav únosnosti:

$$\sigma_{HE \ 140 \ B \ max} = \frac{M_{d \ max}}{0.216} = \frac{17.1 + 33.5}{0.216} = 234 \text{ MPa} < f_{md \ S355} = \frac{355}{1.15} = 308 \text{ MPa}$$

#### 4.1.3. Posouzení nosníků na únavu:

$$M_{min} = \frac{17.1}{1.5} = 11.4 \text{ kNm}$$

$$M_{max} = \frac{50.6}{1.5} = 33.7 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{min} = \frac{17.1}{0.216} = 79.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = \frac{33.7}{0.216} = 156.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} - \sigma_{min} = 156.0 - 79.2 = 76.8 \text{ MPa} < 160 \text{ MPa}$$

## 4.2. Mostovka

### 4.2.1. Namáhání trámů

V případě mostovky rozhoduje namáhání kolovým tlakem servisního vozidla.

$$P_s = 7.5 \cdot 1.5 = 11.25 \text{ kN}$$

$$M_s = \frac{1}{4} \cdot 11.25 \cdot 0.61 = 1.716 \text{ kNm}$$

Vlastní tíha trámů je minimální a její vliv je zanedbán.

### 4.2.2. Posouzení trámů na mezní stav únosnosti

$$\sigma_{120/80} = \frac{0.001716 \cdot 6}{0.12 \cdot 0.08^2} = 13.4 \text{ MPa} < f_{md \text{ D30}} = \frac{30}{1.25} \cdot 0.9^4 = 15.7 \text{ MPa}$$

## 4.3. Zábradlí

### 4.3.1. Sloupky zábradlí

Příčné namáhání je dáno 1.0 kN/m v úrovni madla. To vyvodí ohybový moment na sloupek, který je nutno zachytit kotevní pásovinou.

$$M_{\text{příčně}} = 1.0 \cdot 2.3 \cdot 1.3 = 3.0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{15/80} = \frac{0.003 \cdot 6}{0.015 \cdot 0.08^2} = 187 \text{ MPa} < f_{md \text{ S235}} = \frac{235}{1.15} = 208 \text{ MPa}$$

Podélné namáhání zábradlí uvažují silou 1.0 kN rovnoměrně roznesenou na všechny sloupky.

$$M_{\text{podélně}} = \frac{1.0 \cdot 1.3}{4} = 0.325 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{80/15} = \frac{0.000325 \cdot 6}{0.08 \cdot 0.015^2} = 108 \text{ MPa} < f_{md \text{ S235}} = \frac{235}{1.15} = 208 \text{ MPa}$$

### 4.3.2. Horní madlo zábradlí

Předpokládám namáhání horizontální, resp vertikální silou 1.0 kN/m.

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1.0 \cdot 2.3^2 = 0.661 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{120/90 \text{ horizontálně}} = \frac{0.000661 \cdot 6}{0.09 \cdot 0.12^2} = 3.1 \text{ MPa} < f_{md \text{ GL 24}} = \frac{24}{1.25} \cdot 0.9^4 = 12.6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{120/90 \text{ vertikálně}} = \frac{0.000661 \cdot 6}{0.12 \cdot 0.09^2} = 4.1 \text{ MPa} < f_{md \text{ GL 24}} = \frac{24}{1.25} \cdot 0.9^4 = 12.6 \text{ MPa}$$

Madlo vyhovuje z lepeného dřeva třídy GL 24 profilu 120/90.

## 5. Spodní stavba

S ohledem na rozpěrákový typ konstrukce je posouzeno napětí v základové spáře.

$$R_q = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2.871 \cdot 6.9 \cdot 4}{2.3} = 17.2 \text{ kN/m}$$

$$R_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5.625 \cdot 6.9 \cdot 4}{2.3} = 33.7 \text{ kN/m}$$

$$R_s = \frac{(7.5 + 5.0) \cdot 1.5 \cdot 4}{2.3} = 32.6 \text{ kN/m}$$

$$G_{opěra} = 1.6 \cdot 0.8 \cdot 25 \cdot 1.5 = 48.0 \text{ kN/m}$$

$$N_{max} = 17.2 + 33.7 + 48.0 = 98.9 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_z = \frac{98.9}{1.1} = 90 \text{ kPa} < R_{d \text{ F3-MS}} = 100 \text{ kPa}$$

Na únosnost vyhovuje zemina již od třídy F3-MS, ale lze předpokládat zeminu lepší cca S4-SM s únosností 225 kPa.



## 6. Závěr

Konstrukce lávky vyhovuje za geometrických a materiálových předpokladů uvedených výše.

Nosná konstrukce lávky bude provedena ze 4 nosníků HE 140 B z oceli S355 s osovou vzdáleností 750mm. Mostovka bude z dubových trámů 120/80 ze dřeva třídy D30. Ocelové nosníky nebudou oslabeny otvory v pásnicích, trámy mostovky budou kotveny k přivařené pásovině. Koncový příčník z monolitického železobetonu bude vyztužen konstruktivně  $\phi R14$  po max.15cm po celém obvodu profilu v uzavřených dvoustřížných třmínkách  $\phi R12$  po max.15cm. Stojina přitom bude v horní úrovni provrtána a výztuž protažena.

Sloupky zábradlí budou profilu min.15/80mm z oceli S235. Horní madlo vyhovuje z lepeného dřeva třídy GL 24 profilu 120/90, konstruktivně navrhuji doplnit ocelovým T-profilem, který umožní upevnění svislé výplně.

Uložení bude provedeno přes vrubový kloub. Trny vrubového kloubu navrhuji konstruktivně vždy min.2 $\phi R20$  mezi nosníky a 1 $\phi R20$  na vnějším konci úložného prahu. Vrubové klouby budou realizovány v elektroizolačním provedení, tedy dodatečně vlepeny do vyvrtaných otvorů plastbetonem.

Opěry budou vyztuženy konstruktivně se zachováním šířky základu, resp. roznášecího podkladního betonu, min.1.1m. Zemina v základové spáře pak musí odpovídat alespoň třídě S4-SM, případně bude zlepšena zatlačením kamenů větší frakce s vyrovnaním štěrkovou vrstvou.

V Liberci, dne 15.10.2019  
Vypracoval Ing.T.Humpal