

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD.....	2
1.1.	VŠEOBECNĚ	2
1.2.	POPIS KONSTRUKCE.....	2
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
2.	GEOMETRIE.....	2
2.1.	TVAR KONSTRUKCE	3
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE	6
3.	ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	6
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	6
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ	6
3.2.1.	Nahodilé zatížení sněhem	6
3.2.2.	Nahodilé zatížení větrem.....	6
3.2.3.	Nahodilé zatížení teplotou	6
3.2.4.	Nahodilé zatížení dopravou	7
3.2.4.1.	Zatížení pěším provozem	7
3.2.4.2.	Zatížení servisním vozidlem	7
3.2.4.3.	Brzdné a rozjezdové síly.....	7
3.2.4.4.	Odstředivé a jiné příčné síly.....	7
3.2.4.5.	Nahodilá zatížení na únavu	7
4.	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL A POSOUZENÍ	8
4.1.	NOSNÍKY	8
4.1.1.	Namáhání nosníků	8
4.1.2.	Posouzení nosníků na mezní stav únosnosti:	8
4.1.3.	Posouzení nosníků na únavu:	8
4.2.	MOSTOVKA	8
4.2.1.	Namáhání fošen.....	8
4.2.2.	Posouzení fošen na mezní stav únosnosti.....	8
4.3.	ZÁBRADLÍ	9
5.	SPODNÍ STAVBA	9
6.	ZÁVĚR.....	10

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o lávku ev.č.L-04 v Novém Boru v ulici Kpt.Jaroše. Lávka převádí pěší cestu, budoucí cyklostezku, přes potok Šporka u hřiště. V rámci rekonstrukce dojde k úplné výměně mostní konstrukce včetně spodní stavby.

1.2. Popis konstrukce

Nová lávka je charakteru ocelového roštu o jednom poli s dřevěnou mostovkou. Nosníky jsou spojeny koncovými příčnicíky 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 6.32m, rošt nosné konstrukce tvoří 5 nosníků HE 140 B z oceli S355 po 685mm, mostovka z dubových trámů 120/80 třídy D30.

Mostní svršek je bezřímsový, vozovku tvoří přímo pochozí trámky mostovky. Zábradlí dřevoocelové, sloupky ocelové z pásoviny s dřevěnou svislou výplní z prken. Šířka mostu 3.0m.

1.3. Předpoklady výpočtu

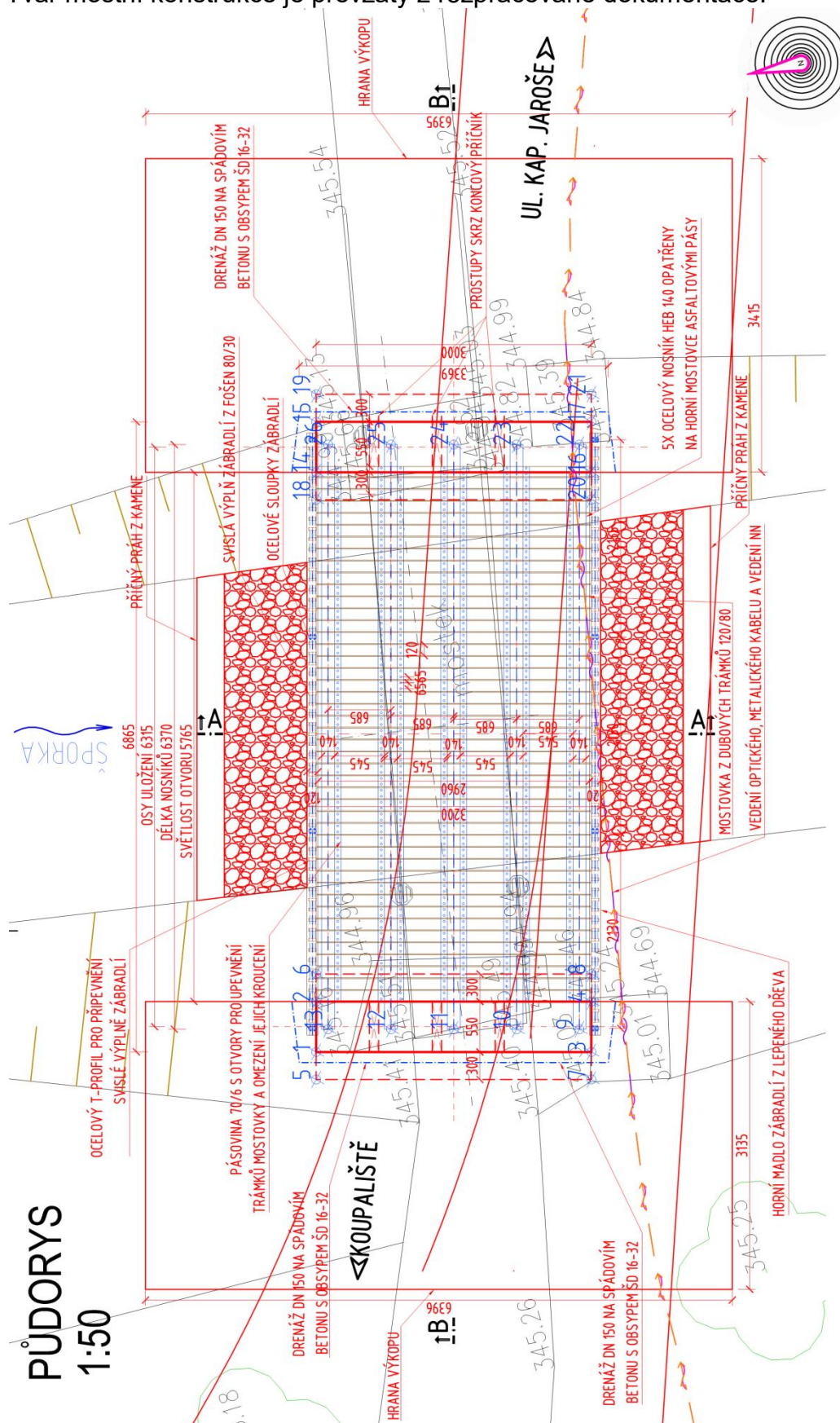
Předpokládá se použití oceli nosníků S355, beton koncových příčnicíků a úložných prahů C30/37, dřevo mostovky třídy D30. Návrh je proveden na normové zatížení pěším provozem 5 kN/m^2 , resp. osamělou silou 2kN na fošnu mostovky. Uvažuji s přejezdem servisního lehkého nákladního vozidla hmotnosti 2.5t.

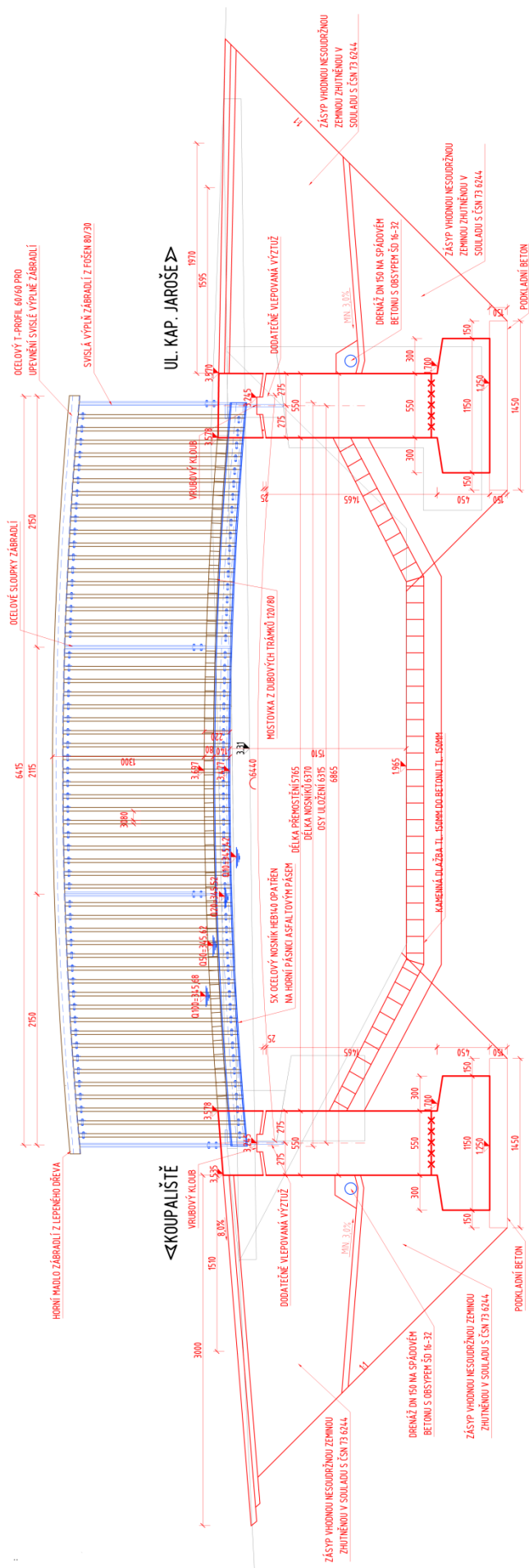
2. Geometrie

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

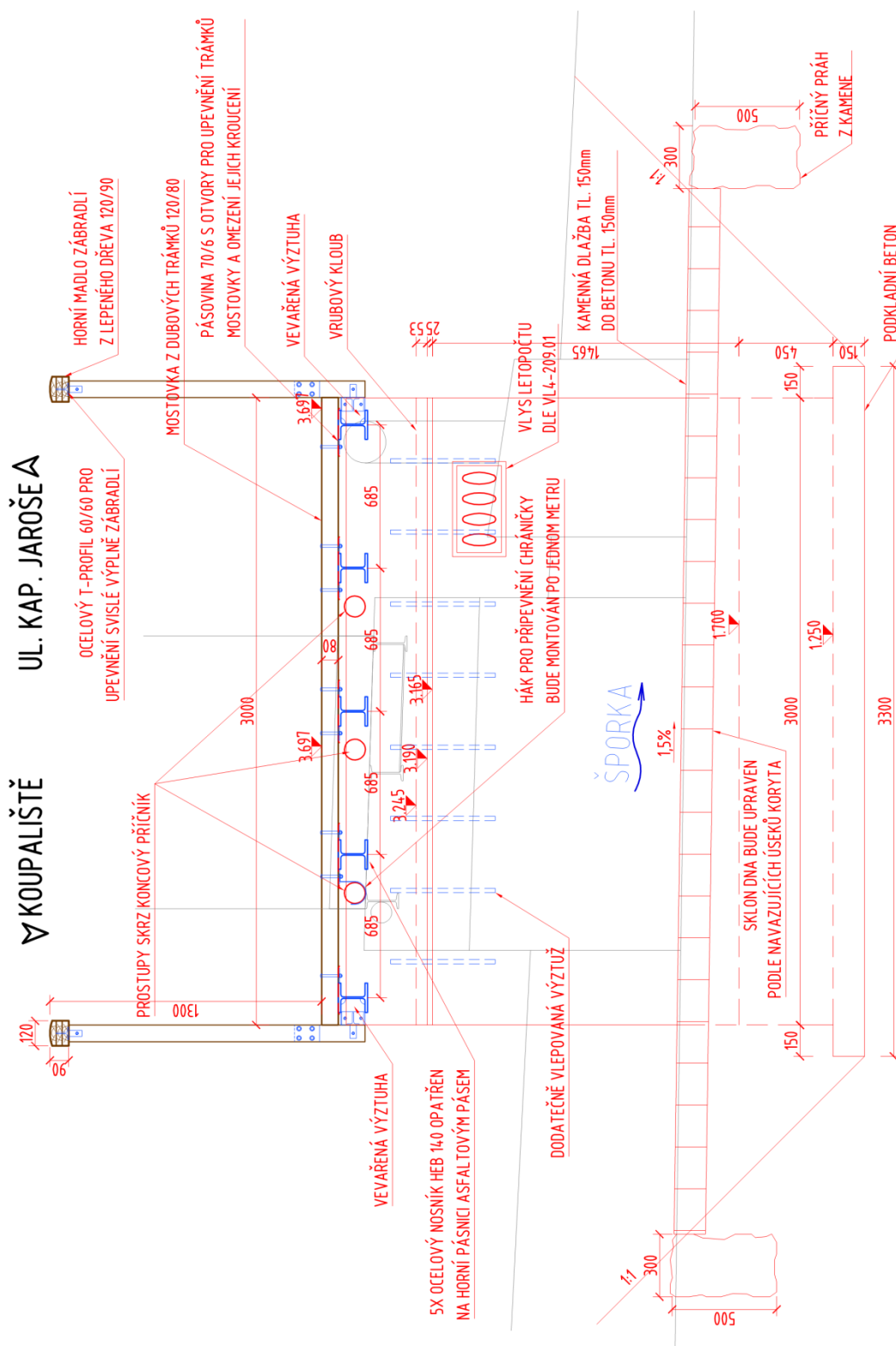
2.1. Tvar konstrukce

Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované dokumentace.





PŘÍČNÝ ŘEZ
1:25



2.2. Model nosné konstrukce

Model nosné konstrukce je uvažován jako prostý nosník o rozpětí 6.3m.

Prostý nosník je uvažován i v případě návrhu fošen mostovky, přičemž jejich rozpětí je uvažováno jako světlá vzdálenost podpěr, tedy vzdálenost mezi pásnicemi nosníků.

3. Zatížení konstrukce

3.1. Stálé zatížení

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

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

$$q_{\text{trámky mostovky}} = 0.685 \cdot 0.08 \cdot 7 = 0.03836 \text{ kN/m}$$

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

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°C a oteplení o $+50^{\circ}\text{C}$.

Rozdílové složky teploty neuvažují s ohledem na systém prostého uložení, které nebrání deformacím. Uložení na vrubové klouby do rozpěrákové konstrukce nemá podstatný vliv na přerozdělení vnitřních sil vzhledem k nízké tuhosti pružného podkladu pod základem.

3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

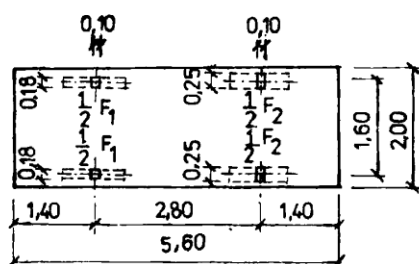
3.2.4.1. Zatížení pěším provozem

Uvažuji zatížení davem lidí o velikosti 5kN/m^2 . Pro návrh a posouzení fošen mostovky uvažuji s osamělým břemenem o velikosti 2kN .

3.2.4.2. Zatížení servisním vozidlem

Uvažuji lehké nákladní vozidlo hmotnosti 2.5t dle ČSN 73 6203 z roku 1986. Servisní vozidlo hmotnosti 12t neuvažuji s ohledem na vybavení správce a předpoklad ruční údržby.

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 neuvažuji s ohledem na rozpěrákový charakter konstrukce, pasivní odpor zeminy za opěrami je dostatečný. Pro návrh vrubového kloubu uvažuji brzdou sílu o velikosti 10% svislého zatížení pěším provozem, resp. 60% svislého zatížení lehkým nákladním vozidlem:

$$B_{pěší} = 6.9 \cdot 3.0 \cdot 5 \cdot 0.1 = 10.35\text{kN}$$

$$B_{pěší} = 25 \cdot 0.6 = 15.00\text{kN}$$

3.2.4.4. Odstředivé a jiné příčné síly

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

3.2.4.5. Nahodilá zatížení na únavu

Uvažuji 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:

$$q_{qd\ celkem} = (0.337 + 0.157 + 0.3836 + 1.0) \cdot 1.5 = 1.86 \cdot 1.5 = 2.79 \text{ kN/m}$$

$$M_{qd} = \frac{1}{8} \cdot 2.79 \cdot 6.3^2 = 13.8 \text{ kNm}$$

Namáhání pěším provozem 0.5t/m²:

$$q_{pd\ pěší} = 0.685 \cdot 5.0 \cdot 1.5 = 5.14 \text{ kN/m}$$

$$M_{pd} = \frac{1}{8} \cdot 5.14 \cdot 6.3^2 = 25.5 \text{ kNm}$$

Namáhání lehkým nákladním vozidlem 2.5t (kolový tlak 7.5kN):

S ohledem na rozvor 2.8m je vliv přední nápravy zanedbán, roznos na víc nosníků neuvažují.

$$P_{pd\ kolo\ 750kg} = 7.5 \cdot 1.5 = 11.25 \text{ kN}$$

$$M_{pd} = \frac{1}{4} \cdot 11.25 \cdot 6.3 = 17.72 \text{ kNm}$$

4.1.2. Posouzení nosníků na mezní stav únosnosti:

$$M_{d\ max} = 13.8 + 25.5 = 39.3 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{HE\ 140\ B\ max} = \frac{39.3}{0.216} = 182 \text{ MPa} < f_{md\ S355} = \frac{355}{1.15} = 308 \text{ MPa}$$

4.1.3. Posouzení nosníků na únavu:

$$\Delta\sigma = \frac{25.5}{1.5 \cdot 0.216} = 79 \text{ MPa} < 160 \text{ MPa}$$

4.2. Mostovka

4.2.1. Namáhání fošen

V případě mostovky rozhoduje namáhání osamělým kolovým tlakem 7.5kN s roznosem na 2 trámký 120/80.

$$M_{LNV\ 2.5t} = \frac{1}{4} \cdot 7.5 \cdot 1.5 \cdot 0.545 = 1.5328 \text{ kNm}$$

Vlastní tíha fošen mostovky je minimální a její vliv je zanedbán.

4.2.2. Posouzení fošen na mezní stav únosnosti

$$\sigma_{120/80} = \frac{0.0015328 \cdot 6}{2 \cdot 0.12 \cdot 0.08^2} = 5.99 \text{ MPa} < f_{md\ D30} = \frac{30}{1.25} \cdot 0.9^4 = 15.7 \text{ MPa}$$

4.3. Zábradlí

Sloupky zábradlí jsou navrženy na příčné namáhání 1.0kN/m v úrovni madla. To vyvodí ohybový moment na sloupek, který je nutno zachytit kotevní pásovinou.

$$M_{\text{příčně}} = 1.0 \cdot 2.0 \cdot 1.3 = 2.6 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{10/80} = \frac{0.0026}{0.015 \cdot 0.08^2} = 163 \text{ MPa} < f_{md \text{ S235}} = \frac{235}{1.15} = 208 \text{ MPa}$$

$$N_{\text{kotevní šroub}} = \frac{2.6}{0.0625} = 41.6 \text{ kN}$$

$$N_{u \text{ M14 dvoustřížný}} = 0.0001539 \cdot 140000 \cdot 2 = 43 \text{ kN} > 41.6 \text{ kN}$$

Kotevní pásovina vyhovuje z oceli S325 profilu min. 15/80mm, zdvojené sloupky zábradlí mohou být profilu 10/80mm. Kotevní šrouby pak budou min.dvojice M14 ve vzdálenosti min.62.5mm.

5. Spodní stavba

S ohledem na rozpěrákový typ konstrukce je posouzeno napětí v základové spáře jen od svislého zatížení bez momentových účinků. Vliv základu (pod úrovní terénu) je s ohledem na rozdíl objemových hmotností zanedbatelný, ale přesto s ním uvažují.

$$R_{qd} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2.79 \cdot 6.3 \cdot 5}{3.0} = 14.6 \text{ kN/m}$$

$$R_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5.14 \cdot 6.3 \cdot 5}{3.0} = 27.0 \text{ kN/m}$$

$$G_{\text{opěra}} = (1.5 + 1.15) \cdot 0.5 \cdot 25 \cdot 1.5 = 49.7 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{max}} = 14.6 + 27.0 + 49.7 = 91.3 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_z = \frac{91.3}{1.15} = 79 \text{ kPa} < R_{d \text{ F3-MS}} = 100 \text{ kPa}$$

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

6. Závěr

Konstrukce lávky vyhovuje za geometrických a materiálových předpokladů uvedených výše.

Nosná konstrukce lávky bude provedena z 5 nosníků HE 140 B z oceli S355 s osovou vzdáleností 685mm. Mostovka bude z dubových trámek 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 u líce příčníku provrtána a vyztuž protažena.

Kotevní pásoviny zábradlí budou profilu min.15/80mm z oceli S235. Vlastní zdvojené sloupky pak mohou být profilu 10/80mm. Kotevní šrouby pak budou dvoustřížné min.dvojice M14 ve vzdálenosti min.62.5mm.

Uložení bude provedeno přes vrubový kloub. Trny vrubového kloubu navrhuji konstruktivně vždy min.3 $\phi R20$ mezi nosníky a po 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.1.15m. Zemina v základové spáře pak musí odpovídat alespoň třídě S4-SM, případně bude zlepšena zatlačením kamenů větší frakce s vyrovnáním šterkovou vrstvou.

V Liberci, dne 29.3.2022
Vypracoval Ing.T.Humpal