

Technologická lávka přes Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech



Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

Objednatel: Statutární město Karlovy Vary

se sídlem: Moskevská 2035/21, 361 20 Karlovy Vary

Zpracovatel: Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

se sídlem: Athénská 1528/7, 102 00 Praha 10

Tel.: +420 608 961 689

E-mail: michal.drahorad@fsv.cvut.cz

Autorizovaný inženýr v oboru Mosty a inženýrské konstrukce, č. 0011843

V Praze dne 30. 04. 2020



30. 04. 2020

Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Obsah

1	Úvod	3
2	Zdroje.....	3
2.1	Podklady.....	3
2.2	Použitá literatura	3
3	Základní údaje	4
3.1	Popis stávající konstrukce	4
3.2	Základní údaje o konstrukci.....	9
4	Hodnocení aktuálního stavu mostu.....	10
5	Předběžný návrh dočasné konverze na lávku pro pěší.....	12
5.1	Základní uspořádání mostu.....	12
5.2	Předběžné statické posouzení dočasné konverze	13
5.3	Napojení dočasné lávky na předpolích.....	14
5.4	Požadavky na výstavbu	16
5.5	Požadavky na průzkumy a projektovou přípravu.....	16
6	Odhad rozsahu prací	17
6.1	Rozsah stavebních prací	17
6.2	Základní spotřeby hmot.....	17
7	Závěr	18

1 Úvod

Předmětem této zprávy je posouzení možnosti dočasné konverze nosné konstrukce stávající technologické lávky podél Dvorského mostu v Karlových Varech na lávku pro pěší, včetně ověření dosažení minimální požadované zatížitelnosti konstrukce lávky. Tento materiál má následně sloužit jako jeden z podkladů pro zadání opravy Dvorského mostu, resp. úprav stávající technologické lávky, za účelem převedení pěšího provozu po dobu uzavření Dvorského mostu.

2 Zdroje

2.1 Podklady

Technologická lávka přes Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech - 2016-03 DSP změna A/PDPS
– Pontika s.r.o., 03/2016, projektová dokumentace pro opravu lávky

Prohlídka na místě

2.2 Použitá literatura

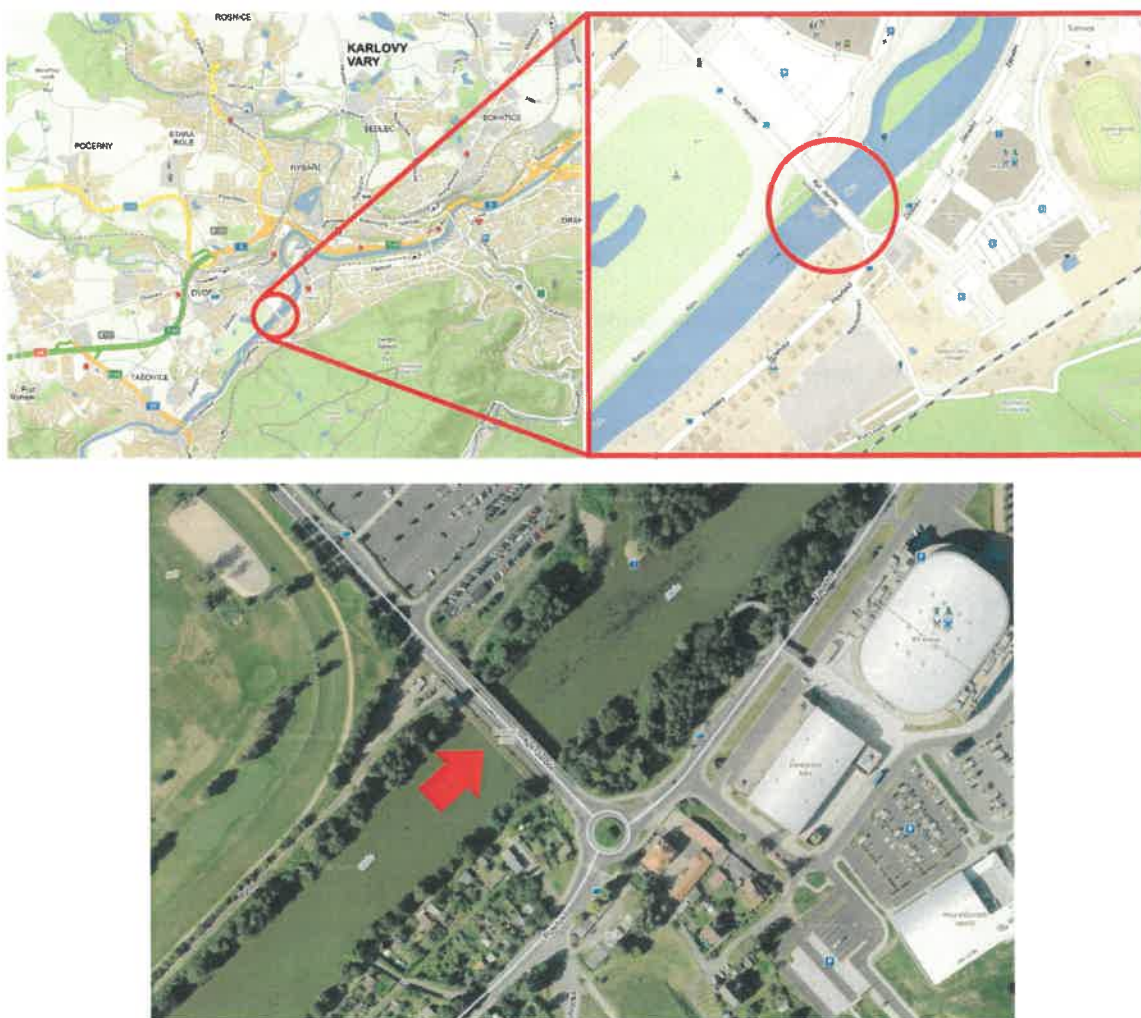
- [1] ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí (soubor norem)
- [3] ČSN EN 1993 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí (soubor norem)
- [4] ČSN ISO 13822 – Hodnocení existujících konstrukcí
- [5] ČSN 73 0038 – Hodnocení existujících konstrukcí - doplňující pravidla
- [6] ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů

3 Základní údaje

3.1 Popis stávající konstrukce

Stávající lávka převádí řadu inženýrských sítí přes řeku Ohři, lávka v současnosti neslouží pro převedení pěšího provozu. V minulosti sloužila lávka jako provizorium pro převedení pěších přes řeku, poté, co se původní Dvorský most zřítíl při přejezdu tanku v roce 1968. Při výstavbě Dvorského mostu byla lávka přesunuta do dnešní polohy a na jejím místě byl postaven nový most.

Stavba se nachází v intravilánu města Karlovy Vary, na rozhraní katastrálních území Tuhnice a Dvory. Lávka se nachází v těsné blízkosti Dvorského mostu, který je důležitou dopravní tepnou. Na levém břehu Ohře prochází pod lávkou a pod mostem cyklostezka. Základní územní vztahy a polohu lávky ukazuje Obrázek 1.

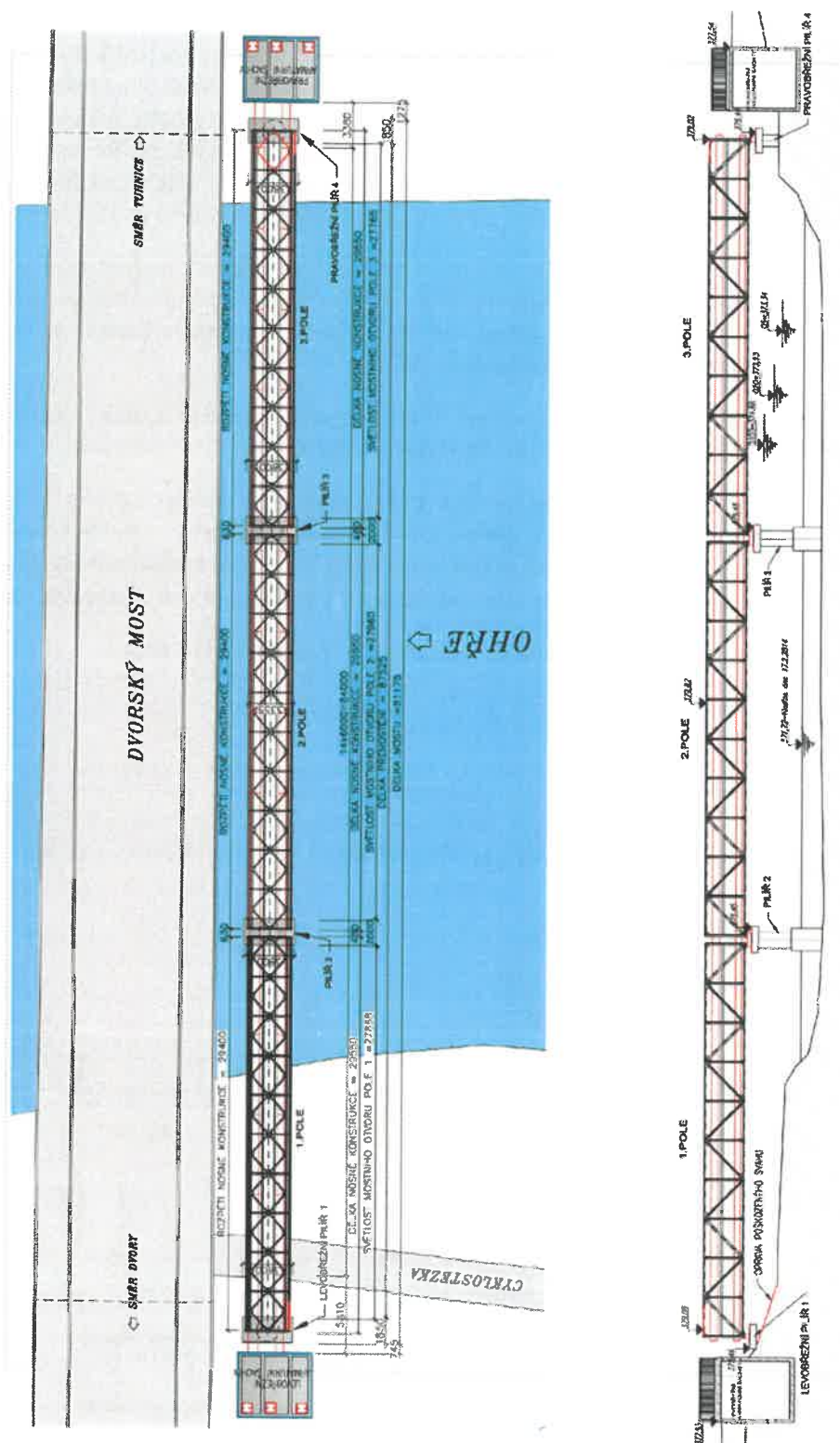


Obrázek 1 – Lokalizace a situace mostu (zdroj: mapy.cz)

Konstrukci lávky tvoří tři stejná prostá pole uložená na monolitickou spodní stavbu. Každé pole tvoří dva ocelové příhradové nosníky svislicového uspořádání. Hlavní nosníky jsou tvořeny horním a spodním pásem, svislicemi a diagonálami. Svislice jsou dvojího průřezu, krajní svislice jsou ze dvou profilů U, vnitřní svislice ze dvou profilů L. Diagonály jsou taktéž dvojího profilu, první dvě tlačené diagonály jsou ze dvou U profilů, tažené a zbývající tlačené diagonály jsou ze dvou L profilů. Horní pásy hlavních nosníků jsou opatřeny krycím plechem. Dimenze jednotlivých prvků jsou zřejmé ze schémat, která tvoří samostatnou část této dokumentace. Konstrukce prošla v roce 2016 a 2017 celkovou opravou.

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

Základní uspořádání a rozměry stávající lávky jsou zřejmé ze schématu, který uvádí Obrázek 2



Obrázek 2 – Základní uspořádání konstrukce stávající technologické lávky přes Ohři u Dvorského mostu

Hlavní nosníky jsou ve dvou úrovních (rovinách) spojeny příčníky. Jedny příčníky a zavětrování jsou provedeny v úrovni spodního pásu, druhé přibližně v polovině výšky příhradových trámů, v úrovni původní mostovky lávky. Příčníky jsou připojeny ke každé svislici hlavního nosníku (tj. ve vzdálenosti

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

cca. 3 m). Koncové příčníky jsou tvořeny dvojicí válcovaných profilů U, zatímco vnitřní příčníky jsou tvořeny válcovanými profily I.

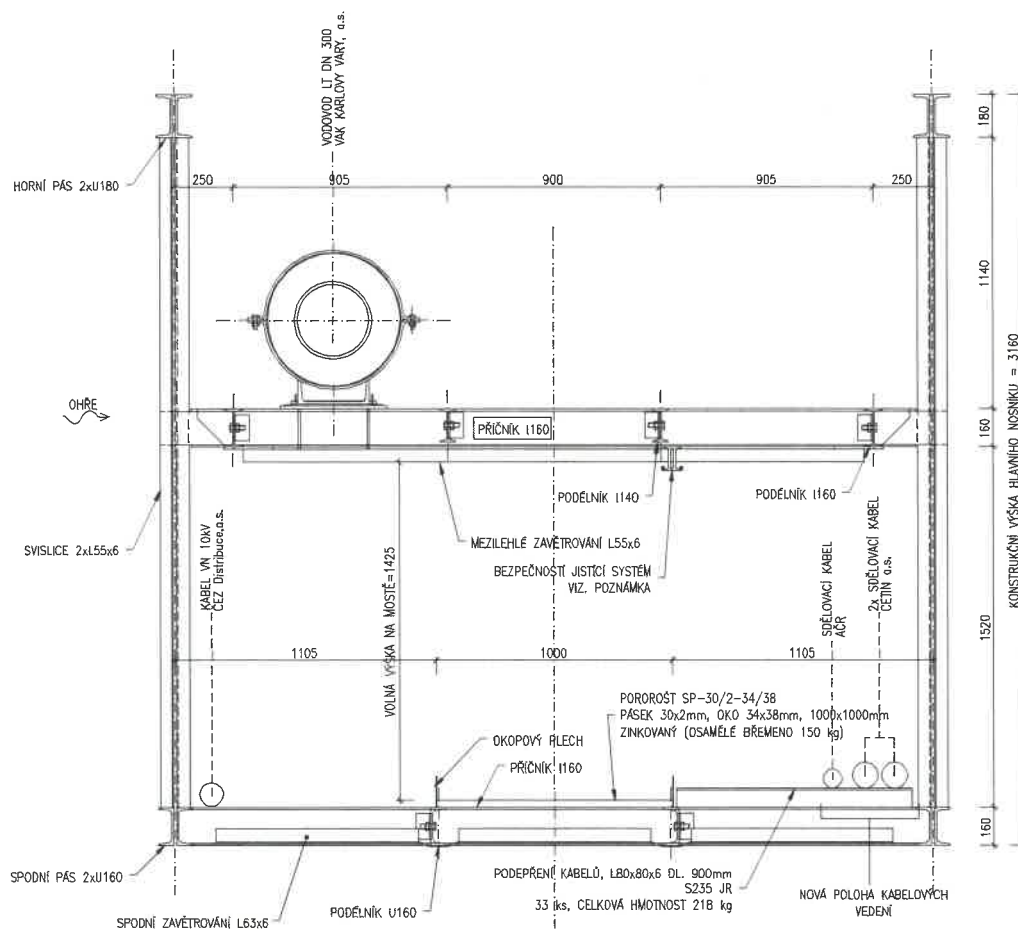
K příčníkům jsou šroubovými spoji připojeny podélníky a vodorovné ztužení konstrukce. V úrovni mezilehlých příčníků jsou čtyři podélníky z válcovaných profilů I, přičemž dva vnitřní podélníky jsou menšího průřezu. V úrovni spodních příčníků jsou podélníky pouze dva, oba válcovaného profilu U. Podélníky jsou k příčníkům připojeny pomocí L profilů, které jsou přivařeny ke stojinám příčníků a přišroubovány ke stojinám podélníků. Horní příruby podélníků v úrovni mezilehlé mostovky jsou lokálně zesíleny ocelovým plechem. Mezi spodními podélníky je provedena revizní lávka z pororošťů.

Ztužení je tvořeno ocelovými L profily. V úrovni mezilehlých příčníků tvoří ztužení kříž v každém příčníkovém poli. Jednotlivé profily ztužení jsou ke styčnickovým plechům přivařeny zespodu, takže se s podélníky míjejí. V úrovni spodních příčníků tvoří ztužení kosočtverec v každém příčníkovém poli (původně půl kosočtverce v každém příčníkovém poli).

Nosná konstrukce je uložena na elastomerových ložiscích pod hlavními nosníky, prostorová poloha konstrukce je zajištěna ocelovým vodícím přípravkem v ose mostu.

Spodní stavbu tvoří čtveřice železobetonových pilířů, pilíře mají kruhový průřez v horní části se stativem rozšířeným na šířku úložného prahu. Opěry nejsou provedeny, v místě konců mostu jsou provedeny armaturní šachty opatřené zábradlím (viz Obrázek 2). Mezi armaturními šachtami a nosnou konstrukcí je v současnosti ponechána volná mezera, kterou prochází trubní a kabelová vedení.

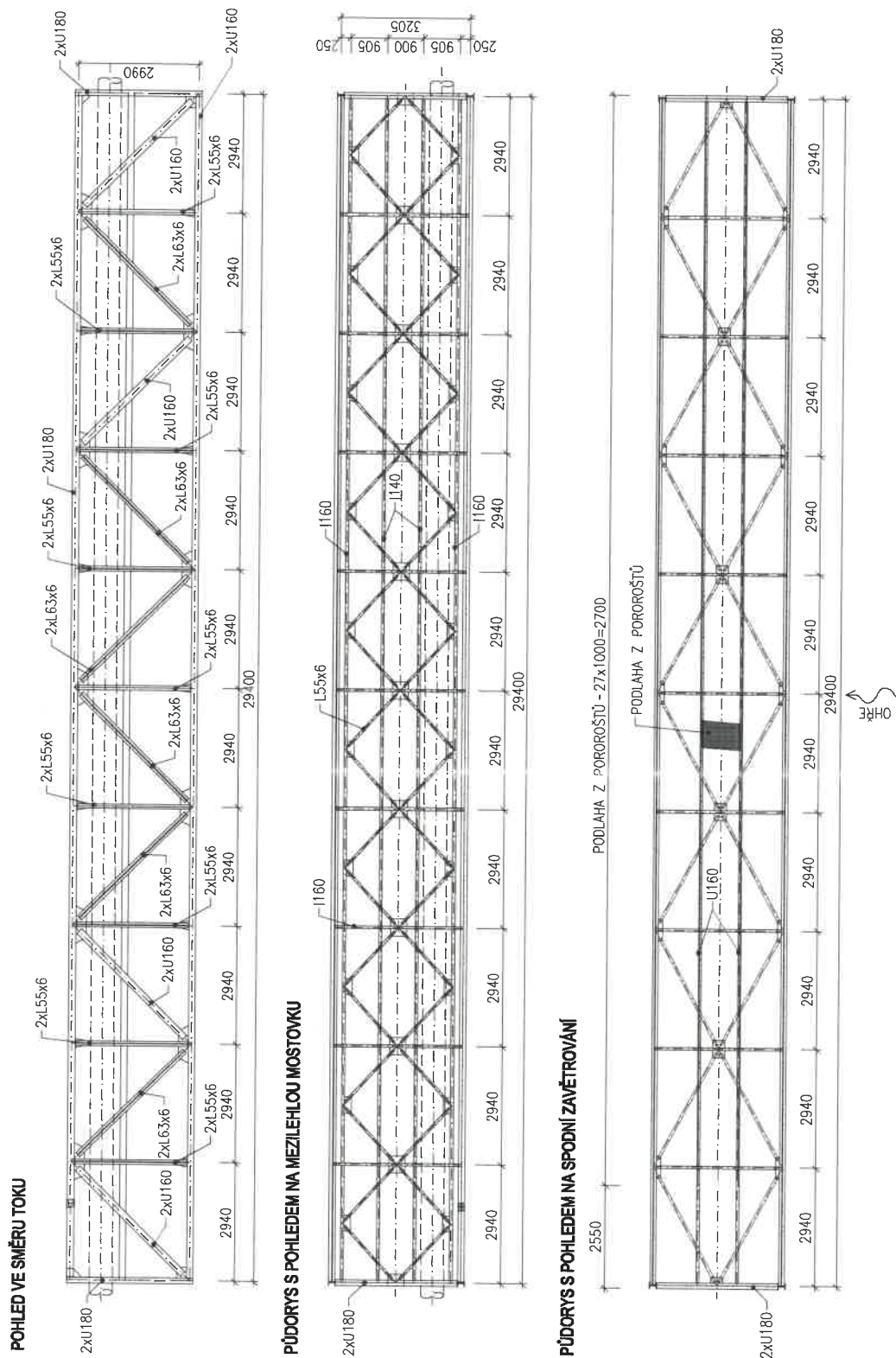
Podrobné uspořádání konstrukce v typickém poli uvádějí Obrázek 3 a Obrázek 4.



Obrázek 3 – Vzorový příčný řez (převzato z projektové dokumentace pro opravu lávky, upraveno dle skutečného stavu)

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

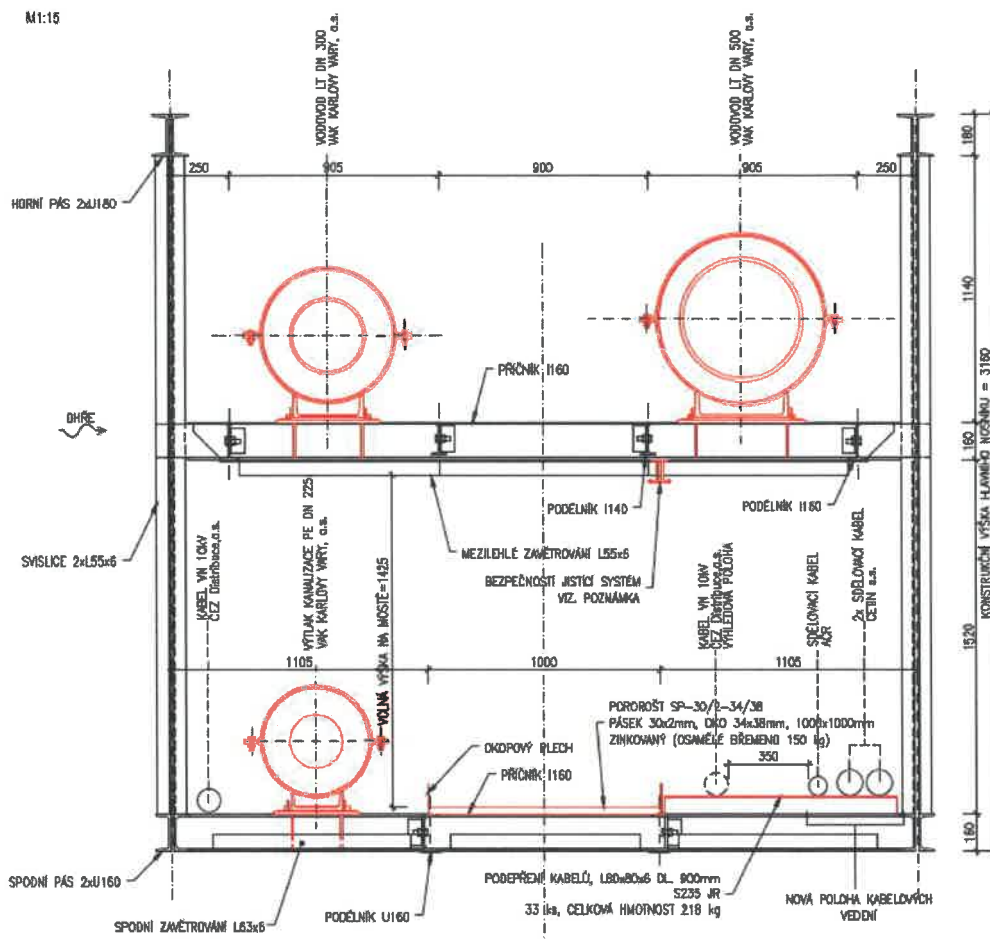
SCHEMA NOSNÉ KONSTRUKCE – JEDNO POLE



Obrázek 4 – Uspořádání typického pole stávající lávky
 (převzato z projektové dokumentace pro opravu lávky, upraveno dle skutečného stavu)

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

Na konstrukci jsou osazeny inženýrské sítě. V současnosti je na konstrukci provedena trouba vodovodu DN300 (s tepelnou izolací) v horní úrovni a kabelové vedení v úrovni dolní (viz Obrázek 5). Výhledově mají být na konstrukci umístěny další trubní i kabelové sítě.



Obrázek 5 – Výhledové uspořádání a osazení konstrukce technologické lávky sítěmi
 (převzato z projektové dokumentace pro opravu lávky)

3.2 Základní údaje o konstrukci

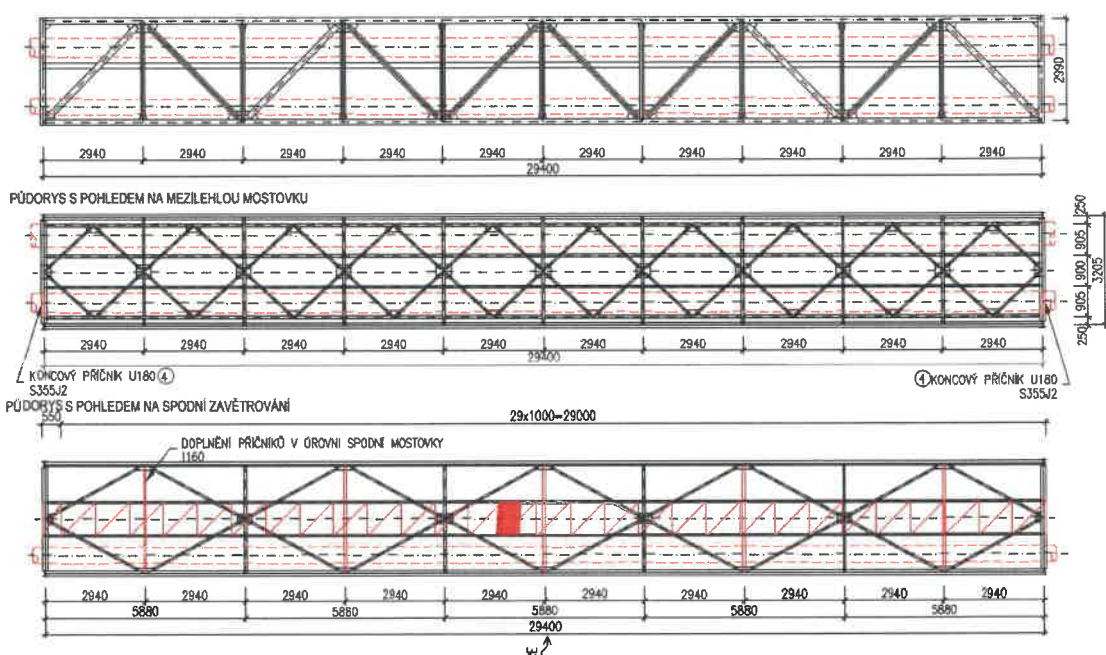
Charakteristika mostu:	Ocelový trémový, třípolový o třech prostých polích, jednopatrový, nepohyblivý, trvalý.
Délka přemostění:	87,575 m
Délka mostu:	91,175 m
Délka nosné konstrukce:	3x29,550 m
Rozpětí nosné konstrukce:	29,400 m
Kolmá světlost mostního otvoru:	Pole 1: 27,875 m Pole 2: 28,060 m Pole 3: 27,840 m
Šikmost mostu:	90°, kolmý
Šířka mostu:	3,355 m
Volná šířka mostu:	3,050 m
Volná výška na mostě:	1,425 m - mezi spodní a mezilehlou mostovkou neomezená - nad mezilehlou mostovkou
Výška mostu nad terénem:	6,300 m (ke spodní mostovce) + 1,65 m (k horní mostovce)
Stavební výška:	0,190 m - spodní mostovka 1,840 m - mezilehlá mostovka
Konstrukční výška:	3,160 m

4 Hodnocení aktuálního stavu mostu

Stávající nosná konstrukce technologické lávky je po komplexní opravě. Oprava byla provedena na základě projektové dokumentace (Pontika, 2016), která byla při zpracování této zprávy k dispozici. Na základě obhlídky na místě bylo konstatováno, že oprava mostu je provedena v souladu s touto projektovou dokumentací, protože se z této dokumentace pro účely této zprávy a výpočtu vychází.

V rámci opravy mostu byly vyměněny všechny významně poškozené části ocelové nosné konstrukce, a to za nové prvky stejných rozměrů jako v původní konstrukci. Dále byly do konstrukce doplněny chybějící prvky ocelové konstrukce, které byly v minulosti odstraněny, zejména příčníky ve spodní úrovni ztužení. Výměna konstrukčních prvků byla provedena vyřezáváním poškozených prvků a vložením prvků nebo jejich částí nových, připoje byly provedeny svařované. Ve spodní úrovni byla přidána revizní lávka a proveden systém jištění pro revize. Na celé lávce byly potom provedeny nové prvky kotvení převáděných technologických zařízení.

POHLED VE SMĚRU TOKU



Obrázek 6 – Příklad rozsahu opravy mostu – Výměna a doplnění prvků ocelové konstrukce – Pole 2
(převzato z projektové dokumentace pro opravu lávky)

Původní ocelová konstrukce byla následně jako celek otryskána a byla provedena nová protikoroze ochrana podle požadavků TKP 19B (MD ČR) s požadovanou životností 20 let (ochranný povlak typu IB+ I speciál) ve skladbě:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1) ethylsilikát dvousložkový s vysokým obsahem zinku (min.80% hmotn.) | - 1 vrstva, tl.vrstvy 100 µm |
| 2) uzavírací penetrační nátěr (epoxidový) | - 1 vrstva, tl. vrstvy 30 µm |
| 3) epoxid dvoukomponentní plněný lamelárními a vláknitými pigmenty | - 2 vrstvy, tl.vrstvy 160 µm |
| 4) zesílení mezivrstvy - epoxid dvoukomponentní plněný lamelárními a vláknitými pigmenty | - 1 vrstva, tl.vrstvy 100 µm |
| 5) alifatický polyuretan | - 1 vrstva, tl.vrstvy 60 µm |

Celkem: 450 µm

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší



Obrázek 7 – Podhled nosné konstrukce po provedené opravě – Stav v roce 2020

Spodní stavba mostu byla s ohledem na její velmi dobrý stav ponechána v původním stavu, pouze byly v rámci výměny ložisek nosné konstrukce (původní ocelová ložiska byla nahrazena elastomerovými a byly doplněny vodící ocelové přípravky) upraveny ložiskové nálitky.



Obrázek 8 – Detail uložení nosné konstrukce na krajní podpěře a přechod na technologickou komoru

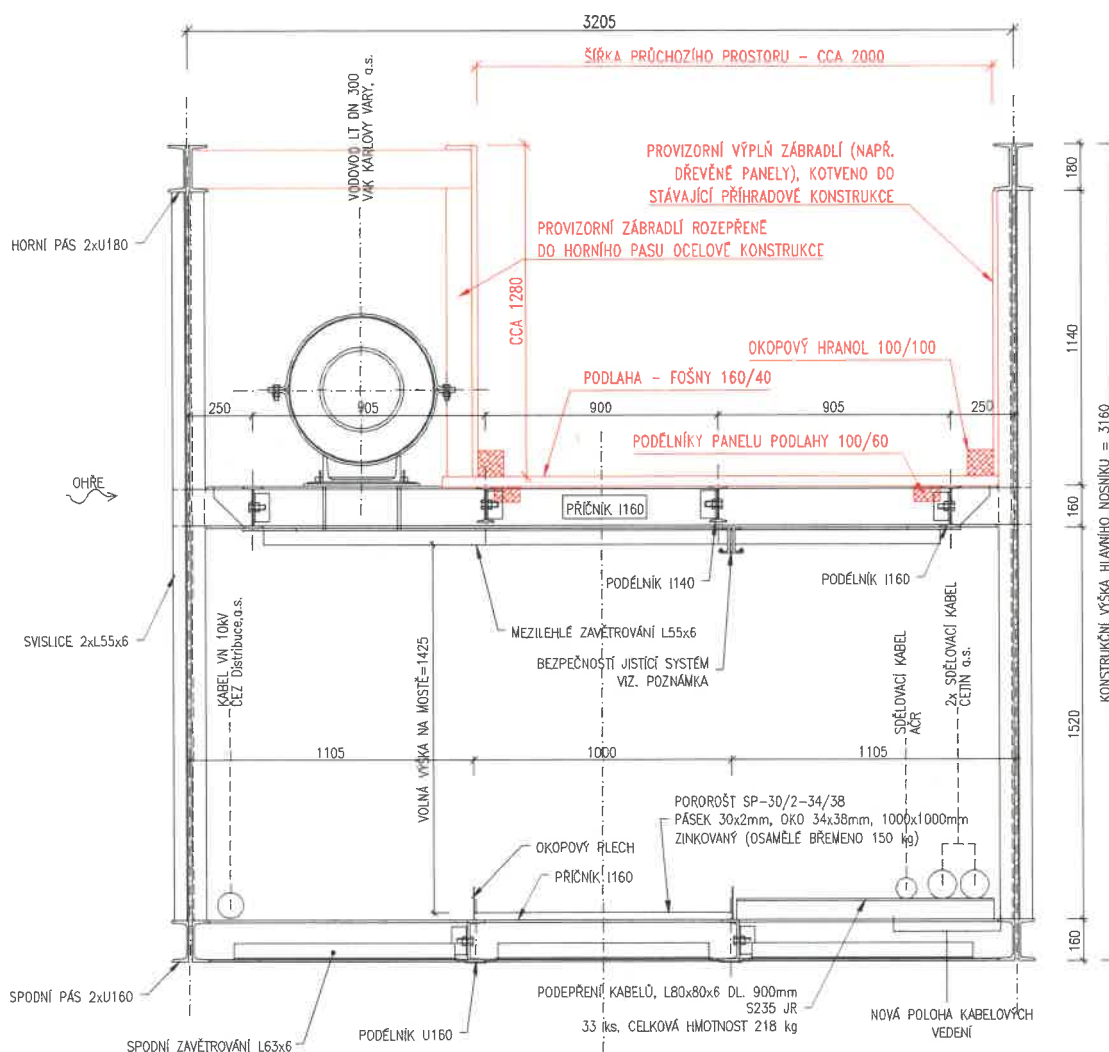
Z hlediska nosné konstrukce a spodní stavby lze konstatovat, že konstrukce je alespoň v dobrém stavu v intencích ČSN 73 6221 pro prohlídky mostů (alespoň stav III - Dobrý). Z pohledu posouzení nosné konstrukce a stanovení zatížitelnosti se tedy předpokládá, že na konstrukci nejsou poruchy, které by z dlouhodobého hlediska ovlivňovaly její spolehlivost a bezpečnost. Pro provedené hodnocení mostu a stanovení zatížitelnosti se proto uvažují neoslabené průřezy konstrukce a jim odpovídající plné hodnoty odolnosti plynoucí z výpočtu podle platných technických norem a chování konstrukce.

5 Předběžný návrh dočasné konverze na lávku pro pěší

5.1 Základní uspořádání mostu

V rámci plánované opravy Dvorského mostu má být pěší doprava vedena po konstrukci původní lávky, za tímto účelem je v rámci této navržena úprava prostorového uspořádání na stávající konstrukci. Tato úprava zahrnuje zřízení dočasné mostovky v rozsahu potřebném pro dočasné převedení pěšího provozu. Tato úprava je v současnosti umožněna zejména stávajícím uspořádáním konstrukce z hlediska osazených (převáděných) inženýrských sítí, kdy je na technologické lávce v horní úrovni osazena pouze jedna trubní síť (viz Obrázek 3).

Dočasná konverze technologické lávky je navržena zřízením dočasné mostovky na horní úrovni stávající lávky. Stávající prostorové uspořádání dovoluje provedení průchozího prostoru v šířce 2,0 m, včetně prostoru na zábradlí podél stávajícího trubního vedení. Vpravo ve směru staničení bude zábradlí tvořeno stávající ocelovou konstrukcí horního pasu příhradového nosníku. Základní prostorové uspořádání na lávce po konverzi uvádí Obrázek 9.



Obrázek 9 – Návrh prostorového uspořádání a provedení dočasné konverze na lávku pro pěší – Příčný řez

Pochozí mostovka (podlaha) je typově navržena jako prvková dřevěná z fošen tloušťky 40 mm kladených kolmo na stávající ocelové podélníky. Spojení fošen podlahy bude zajištěno vhodně

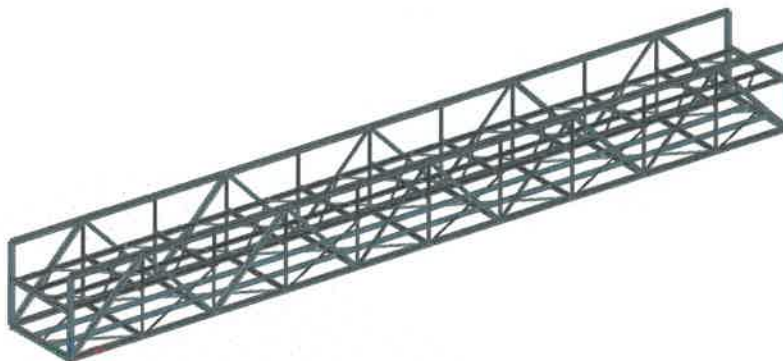
situovanými podélnými prvky, do nichž budou fošny kotveny. Podélné prvky budou současně zajišťovat stabilitu vodorovné polohy mostovky na ocelové konstrukci (viz Obrázek 9).

Zábradlí bude vytvořeno vhodně koncipovanými dřevěnými panely kotvenými na levé straně do sloupků rozepřených ke stávající ocelové konstrukci, vpravo potom ke stávající ocelové konstrukci příhradového nosníku. Výška zábradlí vychází s ohledem na stávající stav cca 1,25 m nad úroveň mostovky, což poskytuje relativně komfortní úpravu i pro případný cyklistický provozu (ČSN 73 6201 doporučuje pro cyklistický provoz výšku 1,30 m).

5.2 Předběžné statické posouzení dočasné konverze

V rámci zpracování této zprávy byl proveden předběžný statický výpočet pro ověření možnosti dočasné konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší. Statický výpočet je samostatnou přílohou této dokumentace.

Prostorové chování konstrukce a analýza konstrukce jsou provedeny na modelu, který zohledňuje chování konstrukce v příslušných návrhových situacích. Model pro vyšetřování prostorového chování je sestaven z prutových prvků tak, aby vystihoval skutečné chování nosné konstrukce. Provizorní mostovka a zábradlí jsou modelovány pouze jako zatížení na příslušné prvky a části ocelové nosné konstrukce.



Obrázek 10 – Schéma výpočetního modelu konstrukce pro předběžný statický výpočet

Stálá zatížení nosné konstrukce pro stanovení zatížitelnosti se uvažují na základě rozměrů mostu a podle jednotlivých částí ČSN EN 1991. Ze zatížení proměnných se uvažuje zatížení dopravou (chodci), větrem a sněhem.

Hodnocení konstrukce je provedeno podrobným statickým výpočtem na základě ověřené geometrie nosné konstrukce a povšechného vizuálního hodnocení. Odolnost konstrukce i jednotlivých průřezů pro provedení hodnocení konstrukce jsou stanoveny podle příslušných částí ČSN EN 1993.

Závěry statického výpočtu (viz samostatná příloha této dokumentace):

S ohledem na výsledky výpočtu a dosaženou hodnotu zatížitelnosti **lze konstatovat, že dočasná konverze na lávku pro pěší je možná při zajištění běžných provozních požadavků na provoz lávky.** Vzhledem k rozhodující kombinaci zatížení (zatížení chodci + vítr) lze předpokládat, že bude třeba věnovat zvýšenou pozornost provedení konstrukce dočasného zábradlí tak, aby byla minimalizována jeho návětrná plocha.

Konstrukce vyhovuje za aplikovaných konzervativních předpokladů dočasné konverzi na lávku při zajištění min. užitého zatížení 250 kg/m². Při přijmutí odpovídajících opatření, např. minimalizace návětrné plochy konstrukce a pravidelné zimní odstraňování sněhu, lze dosáhnout vyšší úrovně užitého zatížení.

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

V rámci podrobného návrhu konverze konstrukce na lávky pro pěší je nutno podrobně analyzovat celou konstrukci, včetně provedení podrobné pasportizace konstrukce, a to zejména s ohledem na:

- celkovou spolehlivost konstrukce;
- skutečné chování jednotlivých prvků, včetně podrobného stanovení vzpěrných délek v návaznosti na skutečnou geometrii konstrukce a provedení spojů;
- únosnost šroubových spojů podélníků.

5.3 Napojení dočasné lávky na předpolích

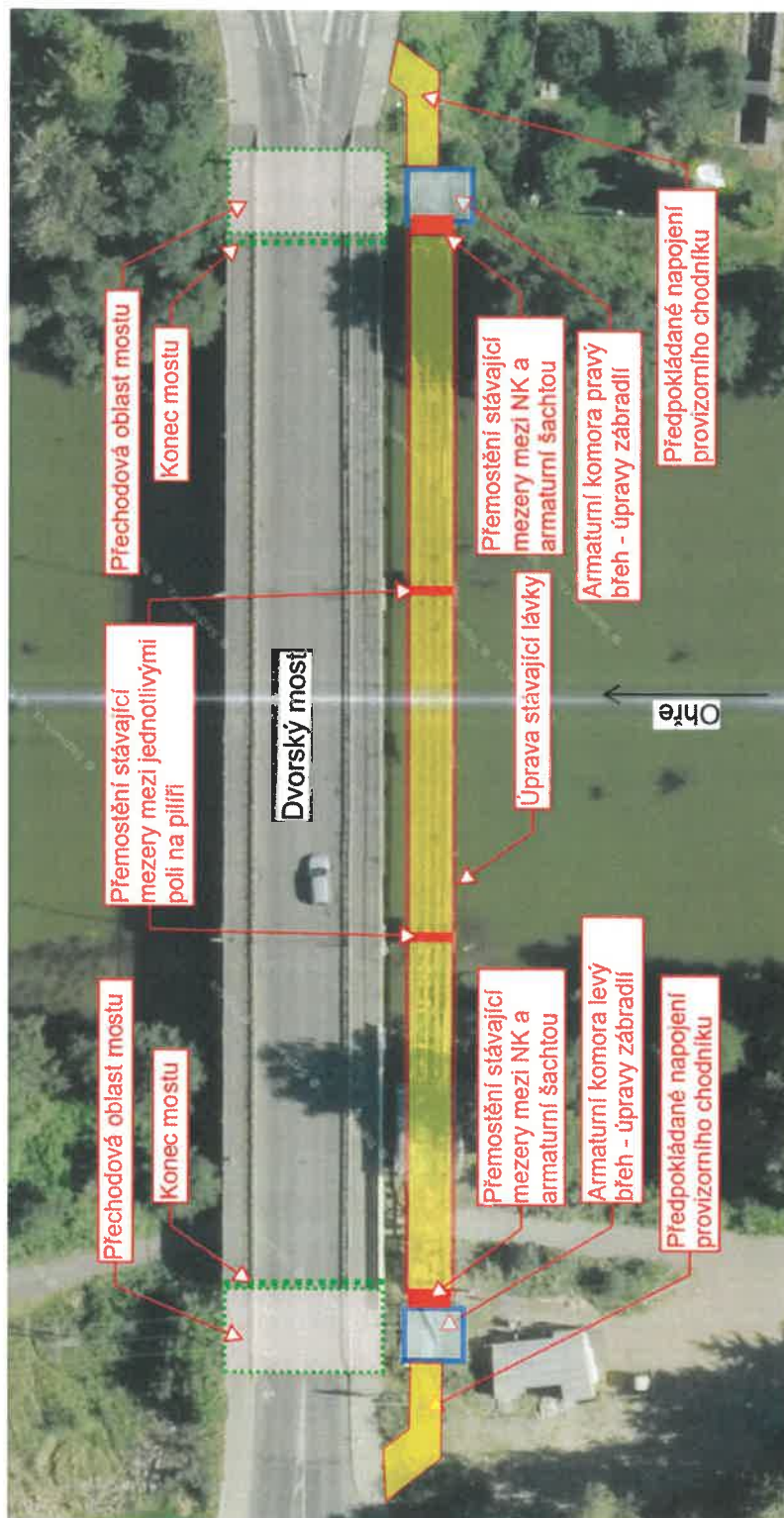
Zásadní z hlediska provozu lávky bude napojení pěšího provozu na předpolích lávky, kde jsou v současnosti ponechány volné mezery mezi nosnou konstrukcí a armaturními komorami. Technologické komory mají pochozí horní desku a navazují na úroveň terénu na předpolích (viz Obrázek 11). Na stávajících komorách je v současnosti provedeno ocelové zábradlí se svislou výplní, který vyhovuje požadavkům na zábradlí na mostech pozemních komunikací.



Obrázek 11 – Uspořádání na předpolích lávky – Technologické komory (nahore pravobřežní, dole levobřežní komora)

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

V rámci dočasné konverze se předpokládá odstranění zábradlí na armaturní komoře ve vhodném rozsahu a napojení provizorního chodníku na povrch armaturní komory. S ohledem na uspořádání stávajícího mostu, spodní stavby a předpolí mostu se předpokládá napojení dočasné pěší komunikace na lávku v ose lávky a s tím související provizorní přístupovou konstrukcí nebo násyp v těsné blízkosti armaturní komory. Schéma možného napojení lávky během dočasné konverze uvádí Obrázek 12.



Obrázek 12 – Schéma předpokládaných úprav a napojení lávky na předpolích po dobu dočasné konverze

5.4 Požadavky na výstavbu

Z hlediska konverze lávky vyplývá ze zadání objednatele základní požadavek na provedení zde uvedených prací před uzavřením Dvorského mostu. Související požadavky na vedení pěší dopravy, provedení příslušných dočasných konstrukcí jsou dány příslušnými technickými předpisy a výsledky budoucího jednání s dotčenými orgány státní správy.

Současně je před zahájením provádění stavby nutno zpracovat příslušnou projektovou dokumentaci (požadavky viz 5.5).

5.5 Požadavky na průzkumy a projektovou přípravu

Požadavky na rozsah projektové dokumentace vyplývají z požadavků příslušných předpisů. S ohledem na rozsah stavby lze předpokládat nutnost zpracování projektové dokumentace pro stavební povolení. Podrobné požadavky a podmínky pro zhotovení stavby následně stanoví dotčené orgány státní správy.

Z předběžného statického výpočtu a provedeného rozboru problematiky vyplývají následující požadavky pro průzkumy a projektovou přípravu:

- Zpracování průzkumu za účelem hodnocení stavu stávajících armaturních šachet a stávající spodní stavby za účelem získání podkladů pro podrobné hodnocení konstrukce
- Zpracování podrobné prohlídky ocelové konstrukce stávající lávky za účelem stanovení aktuálního stavu nosné konstrukce jako podkladu pro statický výpočet
- Zpracování podrobného statického výpočtu zohledňujícího skutečně navržené uspořádání konstrukce po konverzi, včetně posouzení spojů a spodní stavby

6 Odhad rozsahu prací

6.1 Rozsah stavebních prací

Navrhované úpravy v rámci dočasné konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší budou zahrnovat následující základní práce:

- Zřízení provizorní mostovky na lávce, včetně přemostění stávajících dilatačních spár a mezer – předpokládá se dřevěná konstrukce
- Zřízení provizorního záchytného systému (zábradlí) – předpokládají se dřevěné panely s výplní ze sítí (pletiva) s okem 50x50 mm
- Úpravy na stávajících armaturních komorách – odstranění ocelového zábradlí v místech průchodů
- Zřízení provizorního napojení chodníků na předpolích – předpokládá se zřízení dřevěných provizorních chodníků a ramp

Potřeba dalších prací může vyvstat na základě požadavků vznesených v rámci přípravných prací (projednání projektové dokumentace), z provedených průzkumných prací nebo podrobného řešení dočasné konverze lávky.

6.2 Základní spotřeby hmot

Základní spotřeby hmot jsou stanoveny na základě navrženého technického řešení a zahrnují rozhodující položky podle činností uvedených v 6.1.

- | | |
|---|--|
| • Provizorní dřevěné konstrukce mostovky, vč. zábradlí | $94 \times 2,0 \text{ m} = 184 \text{ m}^2$ |
| • Provizorní přístupové rampy (dřevo) | $2 \times 12 \times 2 \text{ m} = 48 \text{ m}^2$ |
| • Přemostění dilatačních spár a mezer (dřevo) | $4 \times 2 \times 1,5 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$ |
| • Úpravy na stávajících armaturních komorách | 56 m² |
| • Odstranění ocelového zábradlí na armaturních šachtách | 10 m |

S ohledem na rozsah a umístění mostu se další průzkumné práce nepředpokládají.

7 Závěr

V rámci zpracování této zprávy byla provedena podrobná analýza požadavků a podkladů pro plánovanou dočasnou konverzi stávající technologické lávky u Dvorského mostu na lávku pro pěší. Účelem dočasné konverze je zachování pěšího provozu v místě Dvorského mostu během opravy mostu. V rámci zpracování analýzy byly identifikovány základní technické požadavky pro konverzi lávky a odpovídající rozsah stavebních prací.

Na základě provedené analýzy bylo navrženo základní technické řešení dočasné konverze technologické lávky na lávku pro pěší s tím, že minimální šířka průchozího prostoru byla stanovena na 2,0 m. Stávající konstrukce poskytuje v aktuálním uspořádání dostatek místa pro umístění takového průchozího profilu a současně umožňuje na předpolích mostu napojení pěších komunikací na stávající stav mimo předpokládaný obvod stavby pro opravu mostu. Základní navrhované uspořádání konstrukce a vztahy s okolím jsou uvedeny v příslušných částech této zprávy. V rámci vyhodnocení předběžného návrhu **lze konstatovat, že konverze konstrukce je z technického pohledu realizovatelná.**

V návaznosti na předběžný návrh uspořádání nosné konstrukce technologické lávky po konverzi byl proveden předběžný statický výpočet a stanovení zatížitelnosti lávky. Výsledky tohoto statického výpočtu ukazují, že minimální hodnota zatížitelnosti lávky po konverzi se pohybují v hodnotách umožňujících provoz lávky po konverzi bez omezení. Minimální hodnoty zatížitelnosti se pohybují okolo 250 kg/m². Lze tedy konstatovat, že **stávající konstrukce technologické lávky vyhovuje z pohledu odolnosti záměru dočasné konverze na lávku pro pěší.**

V Praze dne 30. 04. 2020



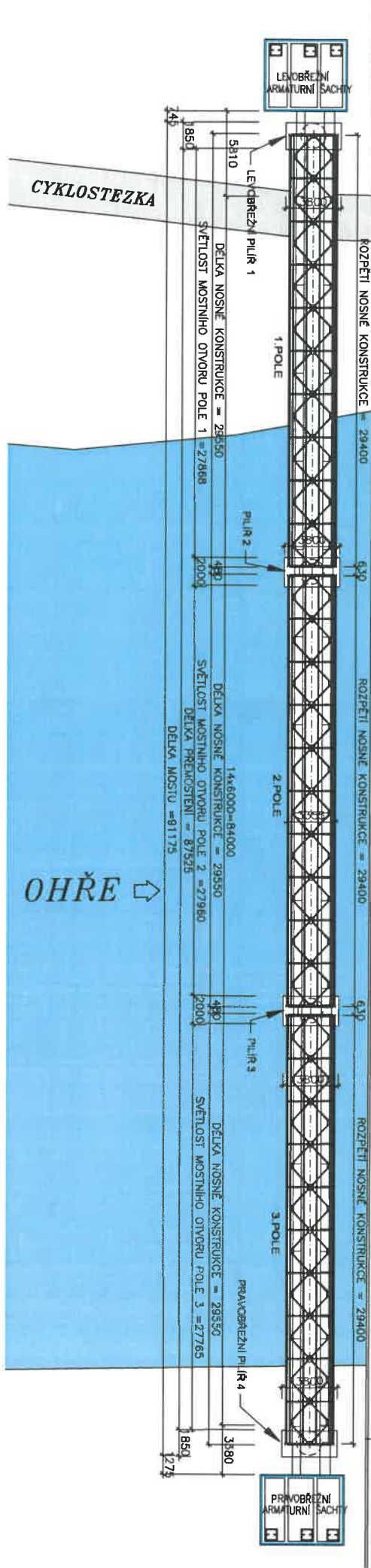
Ing. Michal Drahorád, Ph.D

SITUACE

↔ SMĚR DVORŮ

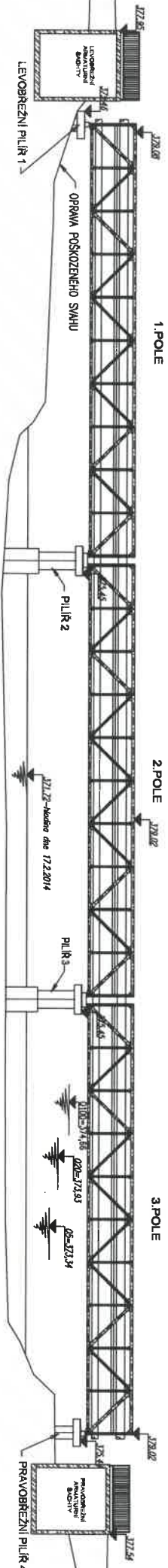
DVORSKÝ MOST

SMĚR TUBNICE ↔



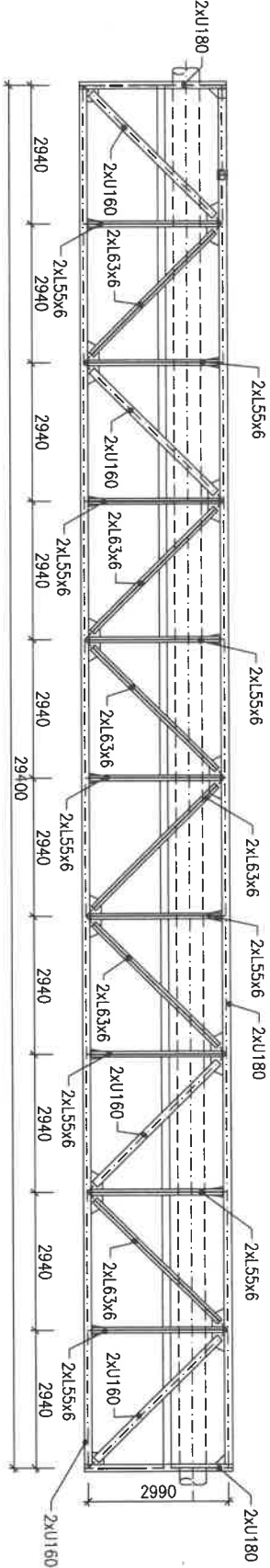
POHLED VE SMĚRU TOKU

VZDUŠNÉ VEDENÍ
VYSOKÉHO NAPĚTÍ 22 kV

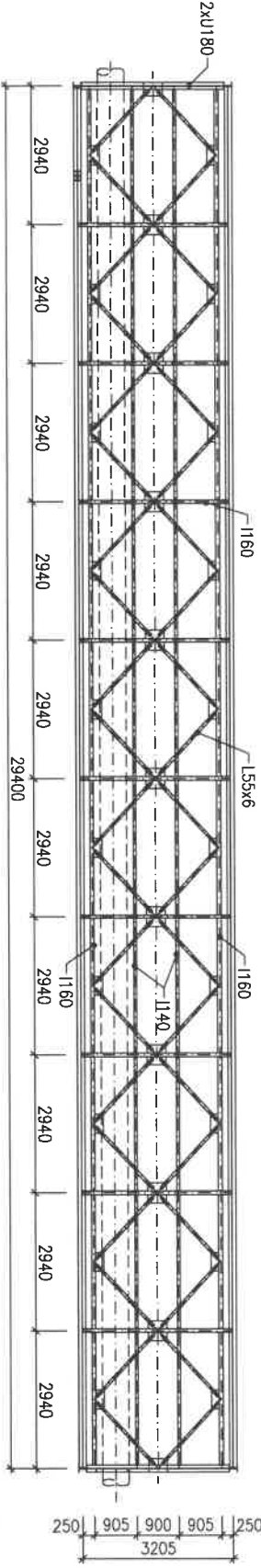


Technologická látka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěši
Přehledný výkres
M 1:250

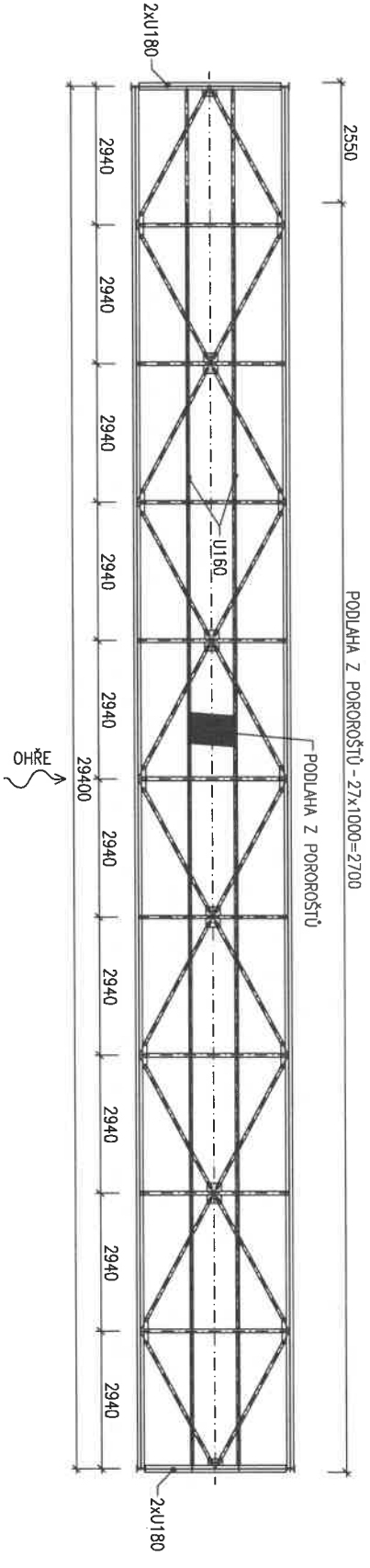
POHLED VE SMĚRU TOKU



PŮDORYS S POHLEDEM NA MEZILEHOU MOSTOVKU



PŮDORYS S POHLEDEM NA SPODNÍ ZAVĚTROVÁNÍ



PODLAHA Z POROROŠTŮ - 27x1000=2700

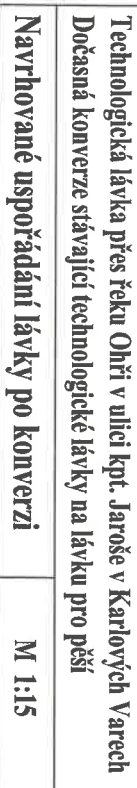
PODLAHA Z POROROŠTŮ

OHŘE

Technologická lávka přes řeku Ohří v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze stávající technologické lávky na lávku pro pěší

Schéma nosné konstrukce - Typické pole

M 1:100



Příloha P4

Statický výpočet konstrukce

Obsah:

	Část	Počet stran
TZ	Technická zpráva	3
A	Geometrie konstrukce	17
B	Zatížení	6
C	Hodnocení konstrukce	5
	Celkem	31

TZ – TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBJEKT: Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech
Dočasná konverze na lávku pro pěší

ZADAVATEL: Statutární město Karlovy Vary

1. ÚVOD

Předmětem tohoto statického hodnocení je posouzení možnosti dočasné konverze nosné konstrukce technologického mostu na lávku pro pěší, včetně ověření dosažení minimální požadované zatížitelnosti konstrukce lávky.

2. ZÁKLADNÍ POPIS KONSTRUKCE

Konstrukci lávky tvoří tři stejná prostá pole. Každé pole tvoří dva ocelové příhradové nosníky svislicového uspořádání. Hlavní nosníky jsou tvořeny horním a spodním pásem, svislicemi a diagonálami. Svislice jsou dvojího průřezu, krajní svislice jsou ze dvou profilů U, vnitřní svislice ze dvou profilů L. Diagonály jsou taktéž dvojího profilu, první dvě tlačené diagonály jsou ze dvou U profilů, tažené a zbývajících tlačené diagonály jsou ze dvou L profilů. Horní pásy hlavních nosníků jsou opatřeny krycím plechem. Dimenze jednotlivých prvků jsou zřejmé ze schémat, která tvoří samostatnou část této dokumentace. Konstrukce prošla v roce 2016 a 2017 celkovou opravou.

Podrobný popis nosné konstrukce, včetně hodnocení stávajícího stavu, a základních fotografií jsou uvedeny v části A tohoto statického výpočtu.

Materiály nosné konstrukce (podle ČSN ISO 13 822 a ČSN 73 0038)

Konstrukční ocel

S235 (odhad podle původního statického výpočtu)

3. METODIKA STATICKÉHO VÝPOČTU

Model konstrukce

Prostorové chování konstrukce a analýza konstrukce jsou provedeny na modelu, který zohledňuje chování konstrukce v příslušných návrhových situacích. Model pro vyšetřování prostorového chování je sestaven z prutových prvků tak, aby vystihoval skutečné chování nosné konstrukce. Provizorní mostovka a zábradlí jsou modelovány pouze jako zatížení na příslušné prvky a části ocelové nosné konstrukce.

Podrobně je použitý model konstrukce pro statickou analýzu popsán v části A tohoto statického výpočtu, včetně použitých materiálů, průřezů a geometrie.

Zatížení konstrukce

Stálá zatížení nosné konstrukce pro stanovení zatížitelnosti se uvažují na základě rozměrů mostu a podle jednotlivých částí ČSN EN 1991. Ze zatížení proměnných se uvažuje zatížení dopravou (chodci), větrem a sněhem.

Hodnoty zatížení, geometrie a rozhodující umístění dopravních zatížení a roznos zatížení jsou uvedeny v části B tohoto statického výpočtu.

Hodnocení konstrukce

Hodnocení konstrukce je provedeno podrobným statickým výpočtem na základě ověřené geometrie nosné konstrukce a povšechného vizuálního hodnocení. Odolnost konstrukce i jednotlivých průřezů pro provedení hodnocení konstrukce jsou stanoveny podle příslušných částí ČSN EN 1993. Hodnocení konstrukce je obsahem části C tohoto statického výpočtu. S ohledem na provedenou rekonstrukci mostu (2016) je uvažována plná odolnost rozhodujících průřezů.

4. VÝSLEDKY A ZÁVĚR

S ohledem na výsledky výpočtu a dosažené zatížitelnosti lze konstatovat, že **dočasná konverze na lávku pro pěší je možná při zajištění běžných provozních požadavků na provoz lávky**. Vzhledem k rozhodující kombinaci zatížení (zatížení chodci + vítr) lze předpokládat, že bude třeba věnovat zvýšenou pozornost provedení konstrukce dočasného zábradlí tak, aby byla minimalizována jeho návětrná plocha.

Konstrukce vyhovuje za aplikovaných konzervativních předpokladů dočasné konverzi na lávku při zajištění min. užitého zatížení 250 kg/m². Při přijmutí odpovídajících opatření, např. minimalizace návětrné plochy konstrukce a pravidelné zimní odstraňování sněhu, lze dosáhnout vyšší úrovně užitého zatížení.

V rámci podrobného návrhu konverze konstrukce na lávky pro pěší je nutno podrobně analyzovat celou konstrukci, včetně provedení podrobné pasportizace konstrukce, a to zejména s ohledem na:

- celkovou spolehlivost konstrukce;
- skutečné chování jednotlivých prvků, včetně podrobného stanovení vzpěrných délek v návaznosti na skutečnou geometrii konstrukce a provedení spojů;
- únosnost šroubových spojů podélníků.

5. POUŽITÉ PROGRAMY

- [1] Microsoft Office
- [2] SCIA Engineer

6. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí (soubor norem)
- [3] ČSN EN 1993 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí (soubor norem)
- [4] ČSN ISO 13822 Hodnocení existujících konstrukcí
- [5] ČSN 73 0038 Hodnocení existujících konstrukcí - doplňující pravidla

V Praze 30. 4. 2020

Ing. Michal DRAHORÁD, Ph.D.

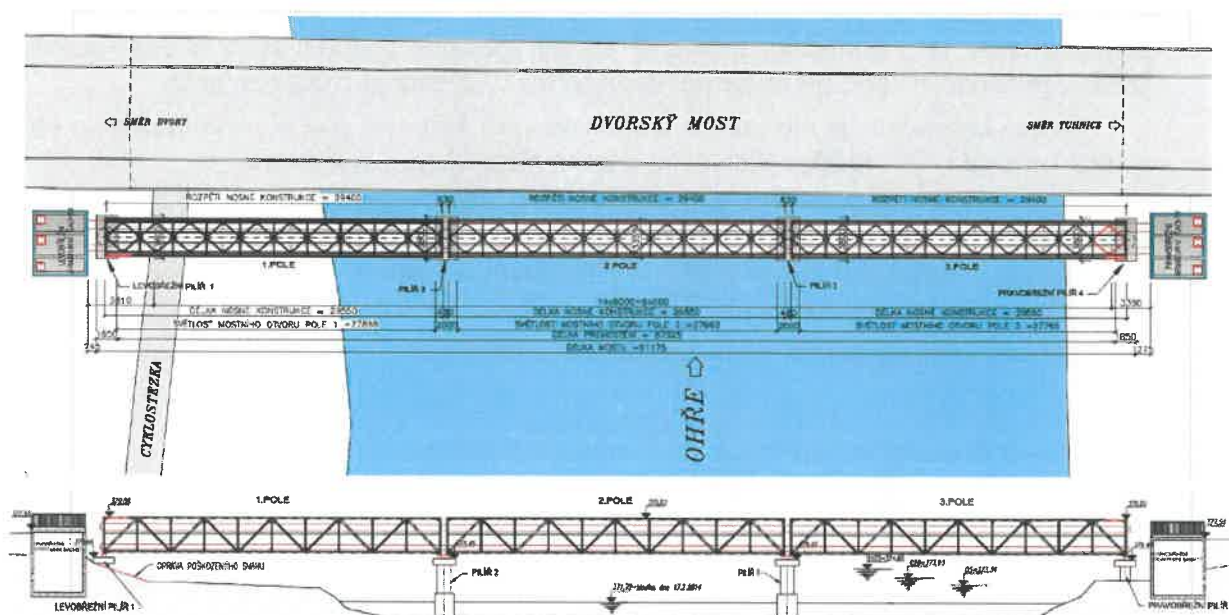
A - GEOMETRIE KONSTRUKCE

A1. GEOMETRIE KONSTRUKCE

A1.1. Základní popis nosné konstrukce

Konstrukci lávky tvoří tři stejná prostá pole. Každé pole tvoří dva ocelové příhradové nosníky svislicového uspořádání. Hlavní nosníky jsou tvořeny horním a spodním pásem, svislicemi a diagonálami. Svislice jsou dvojího průřezu, krajní svislice jsou ze dvou profilů U, vnitřní svislice ze dvou profilů L. Diagonály jsou taktéž dvojího profilu, první dvě tlačené diagonály jsou ze dvou U profilů, tažené a zbývající tlačené diagonály jsou ze dvou L profilů. Horní pásy hlavních nosníků jsou opatřeny krycím plechem. Dimenze jednotlivých prvků jsou zřejmé ze schémat, která tvoří samostatnou část této dokumentace. Konstrukce prošla v roce 2016 a 2017 celkovou opravou.

Základní rozměry jsou zřejmé ze schématu na Obr. A 1.



Obr. A 1 – Základní uspořádání konstrukce



Obr. A 2 – Celkový pohled na konstrukci od opěry O1

Hlavní nosníky jsou ve dvou úrovních spojeny příčnický. Jedny příčnický jsou v úrovni spodního pásu, druhé přibližně v polovině výšky příhradových trámů. Příčnický jsou připojeny ke každé svislici hlavního nosníku (tj. ve vzdálenosti cca. 3 m). Koncové příčnický jsou tvořeny dvojicí válcovaných profilů U, zatímco vnitřní příčnický jsou tvořeny válcovanými profily I.

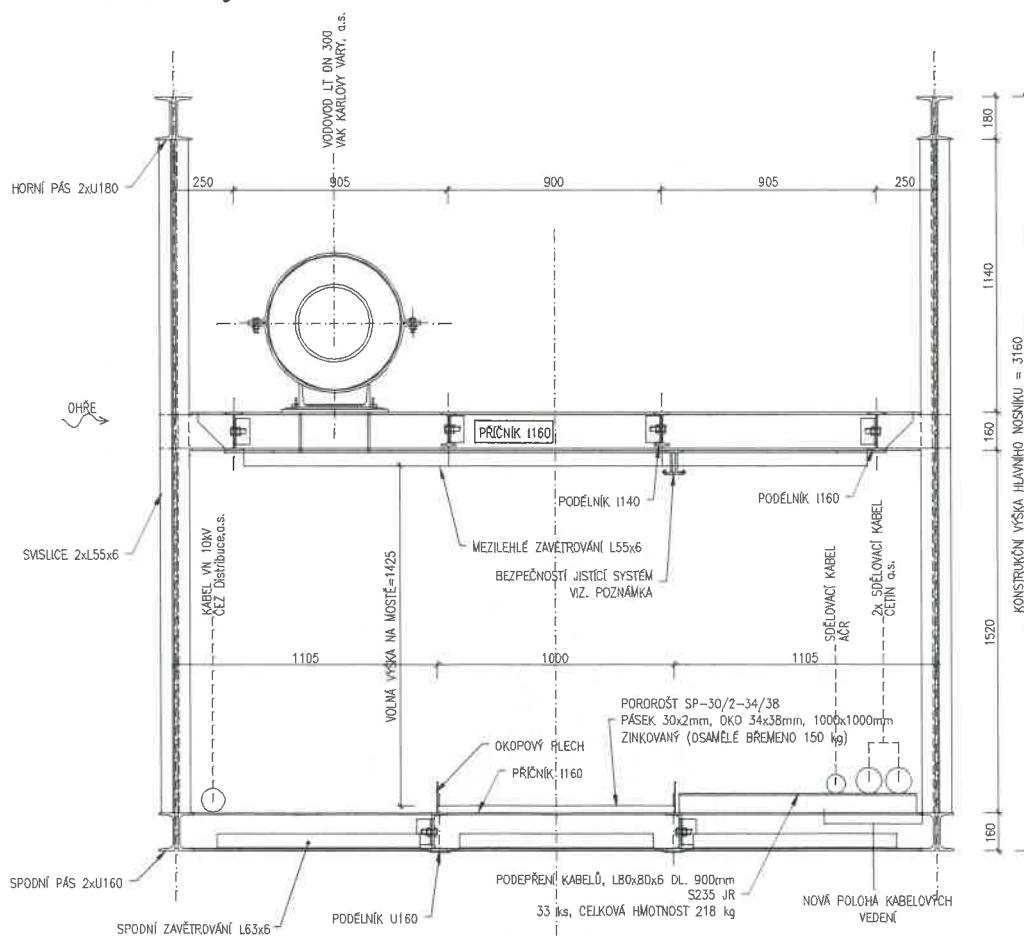
K příčnickům jsou šroubovými spoji připojeny podélníky a spodní ztužení. V úrovni mezilehlých příčnicků jsou čtyři podélníky z válcovaných profilů I, přičemž dva vnitřní podélníky jsou menšího průřezu. V úrovni spodních příčnicků jsou podélníky pouze dva, oba válcovaného profilu U. Podélníky jsou k příčnickům připojeny pomocí L profilů, které jsou přivařeny ke stojinám příčnicků a přišroubovány ke stojinám podélníků. Horní příruby podélníků v úrovni mezilehlé mostovky jsou lokálně zesíleny ocelovým plechem. Mezi spodními podélníky je provedena revizní lávka z pororošťů.

Ztužení je tvořeno ocelovými L profily. V úrovni mezilehlých příčnicků tvoří ztužení kříž v každém příčnickovém poli. Jednotlivé profily ztužení jsou ke styčnickovým plechům přivařeny zespodu, takže se s podélníky míjejí. V úrovni spodních příčnicků tvoří ztužení kosočtverec v každém příčnickovém poli (původně půl kosočtverce v každém příčnickovém poli).

Nosná konstrukce je uložena na elastomerových ložiscích pod hlavními nosníky, prostorová poloha konstrukce je zajištěna ocelovým vodícím přípravkem v ose mostu.

Spodní stavbu tvoří čtveřice železobetonových pilířů, pilíře mají kruhový průřez v horní části se stativem rozšířeným na šířku úložného prahu. Opěry nejsou provedeny, v místě konců mostu jsou provedeny armaturní šachty opatřené zábradlím (viz Obr. A 1). Mezi armaturními šachtami a nosnou konstrukcí je volná mezera.

Schéma konstrukce je uvedeno na Obr. A 4 a Obr. A 3.

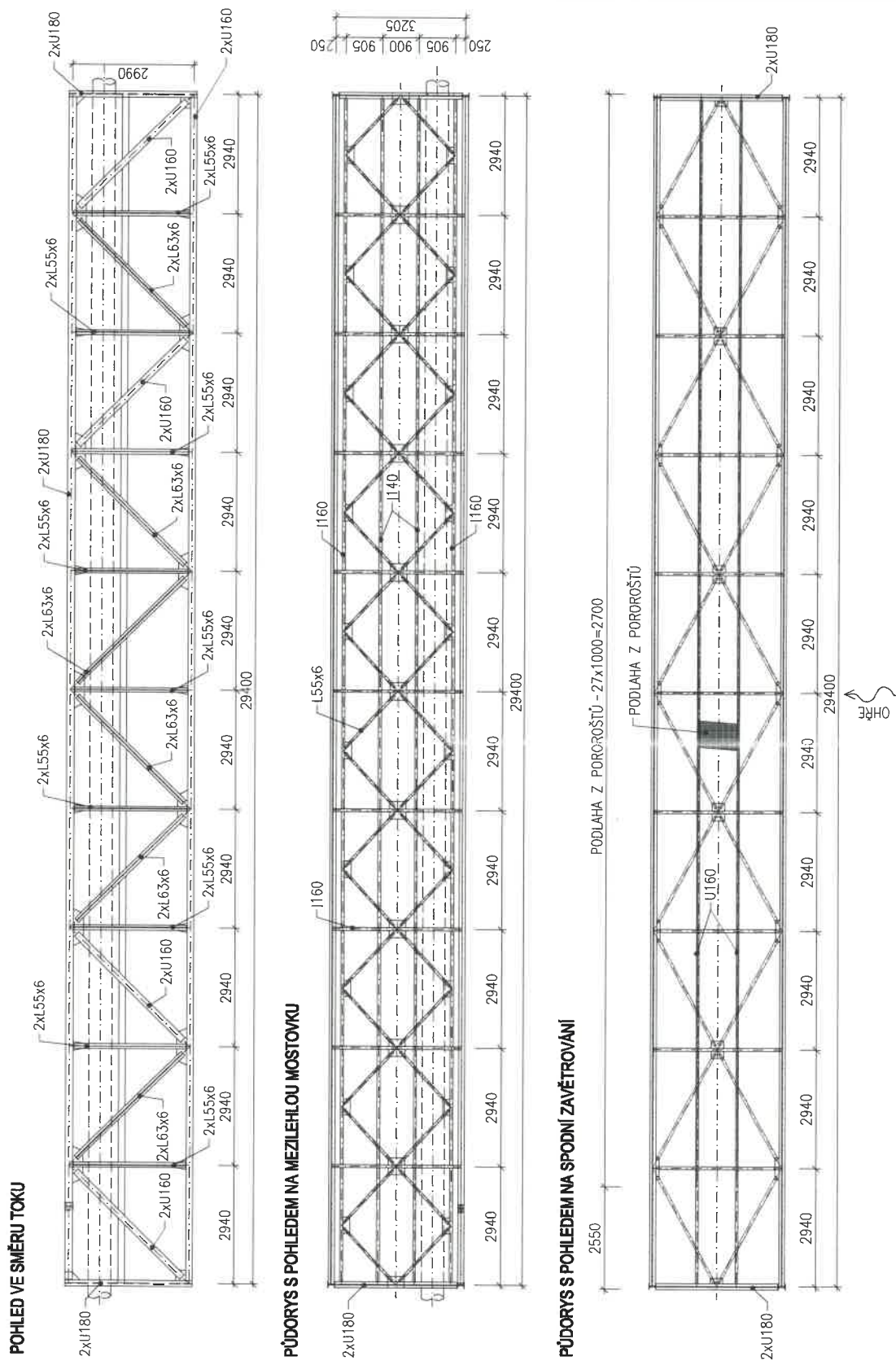


Obr. A 3 – Příčný řez konstrukcí

Ing. Michal Drahorád, Ph.D., Athénská 1528/7, 102 00 Praha 10

E-mail : michal.drahorad@fsv.cvut.cz Tel. : +420 608 961 689

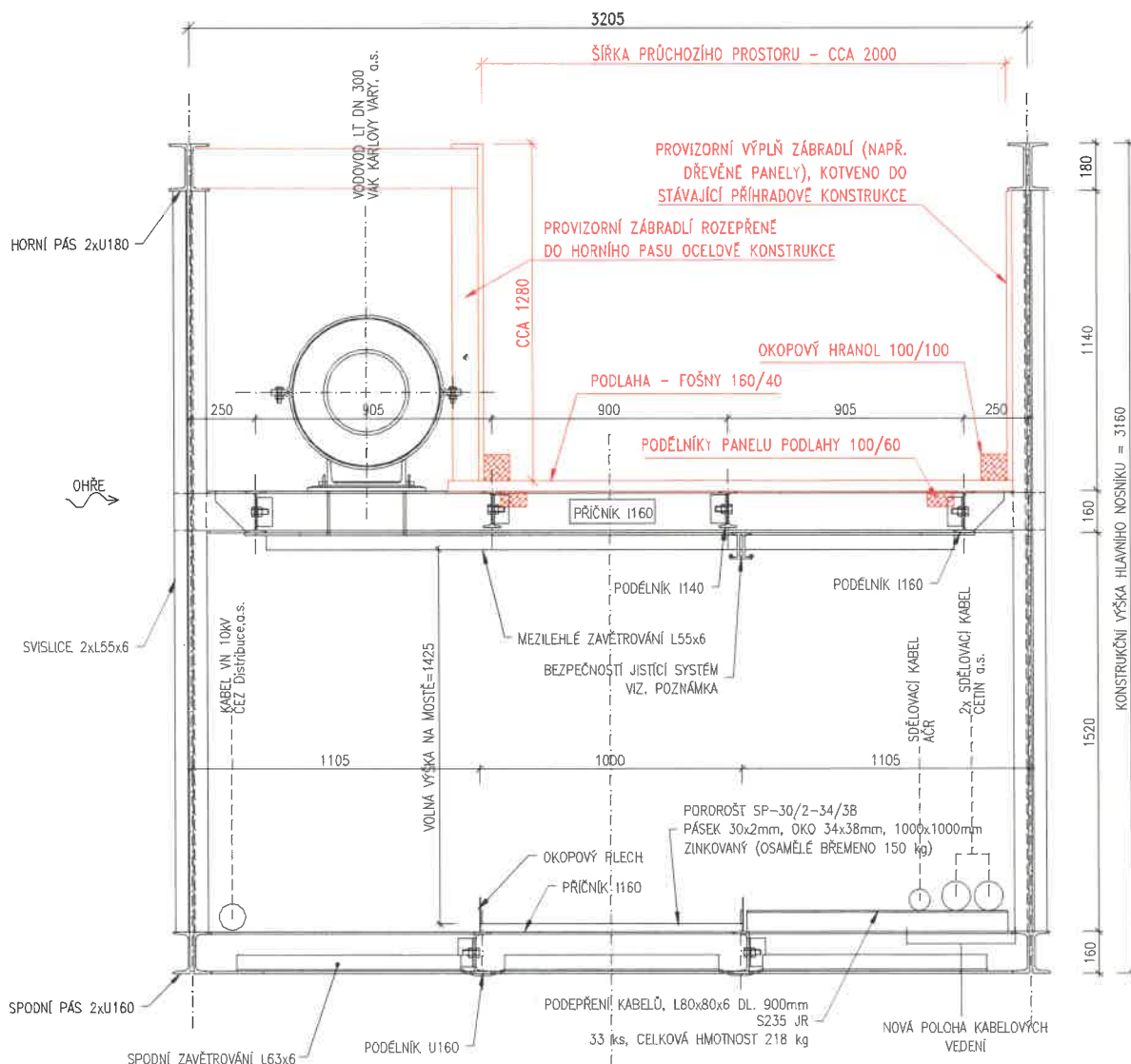
SCHEMA NOSNE KONSTRUKCE – JEDNO POLE



Obr. A 4 – Schéma nosné konstrukce – jedno pole

Na konstrukci jsou osazeny inženýrské sítě. V současnosti je na konstrukci provedena trouba vodovodu DN300 (s tepelnou izolací) v horní úrovni a kabelová vedení v úrovni dolní. Výhledově mají být na konstrukci umístěny další trubní i kabelové sítě.

V rámci plánované opravy Dvorského mostu má být pěší doprava vedena po konstrukci původní lávky, za tímto účelem je navržena úprava uspořádání na konstrukci. Pochozí podlaha je typově navržena jako prvková dřevěná z fošen kladených kolmo na podélníky, zábradlí bude vytvořeno vhodně koncipovanými dřevěnými panely kotvenými na levé straně do sloupků rozepřených ke stávající ocelové konstrukci. Šířka průchozího prostoru je navržena 2.0 m, výška zábradlí vychází s ohledem na stávající stav cca 1,25 m nad úroveň mostovky. Ideový vzorový řez konstrukce v rámci dočasné konverze na lávku pro pěší je uveden na Obr. A 5.



Obr. A 5 – Schéma navrhovaného uspořádání v příčném řezu v rámci dočasné konverze na lávku pro pěší

Napojení na předpolích (přemostění spáry mezi armaturními komorami a nosnou konstrukcí délky cca 1,0 m – viz Obr. A 6) bude provedeno vhodnou provizorní konstrukcí řešeno v rámci a není součástí tohoto statického výpočtu.



Obr. A 6 – Detail uspořádání konstrukce v místě konce mostu

A1.2. Stavební stav konstrukce

Stavební stav konstrukce se s ohledem na generální opravu celé konstrukce v letech 2016 až 2017 uvažuje jako velmi dobrý (v intencích ČN 73 6221). Veškeré poškozené prvky byly vyměněny a byla provedena celková obnova PKO. Na konstrukci nejsou poruchy, které by negativně ovlivňovaly odolnost a zatížitelnosti konstrukce.

A2. MODEL PRO STATICKOU ANALÝZU

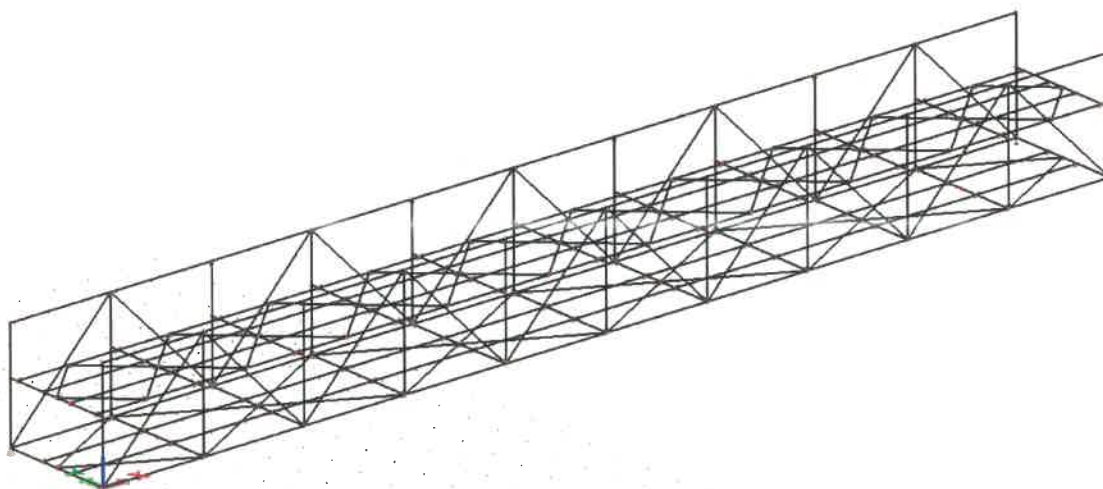
A2.1. Obecně

Cílem výpočtu je stanovení maximálního možného přetížení nosné konstrukce tak, aby vyhovovala kritériím odolnosti a spolehlivosti podle platných technických předpisů pro navrhování a hodnocení mostních konstrukcí.

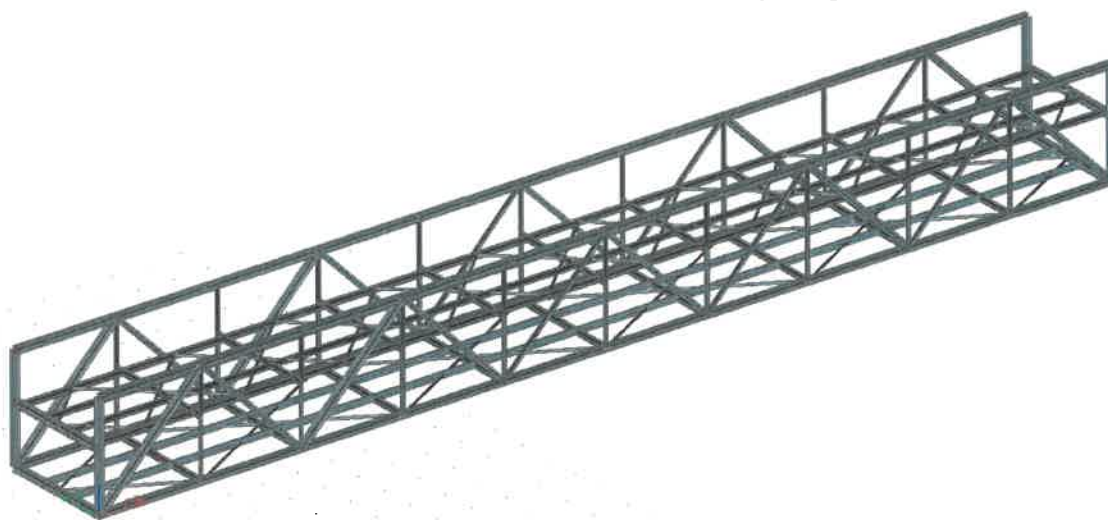
A2.2. Model nosné konstrukce

Model nosné konstrukce je sestaven jako prutový s uvažováním příslušných typů připojení jednotlivých prvků. Pruty jsou modelovány v osách jednotlivých prvků podle dostupné dokumentace skutečného provedení. Model je tvořen prutovými prvky s charakteristikami odpovídajícími skutečným charakteristikám a rozměrům konstrukce, jak je patrné z Obr.A 7 a Obr.A 8.

Uložení konstrukce je modelováno v místech spodních pasů hlavních nosníků, zjednodušeně jsou uvažována ložiska na jedné opěře jako podélně neposuvná a samostatný vodící přípravek není modelován. S ohledem na to, že všechna pole jsou shodná je modelováno pouze jedno pole mostu. Spodní stavba mostu není s ohledem na uložení konstrukce a její dosavadní bezproblémové chování modelována.



Obr.A 7 – Schéma modelu nosné konstrukce – jedno pole



Obr.A 8 – Vizualizace výpočetního modelu konstrukce

Ing. Michal Drahorád, Ph.D., Athénská 1528/7, 102 00 Praha 10

E-mail : michal.drahorad@fsv.cvut.cz Tel. : +420 608 961 689

A2.2.1. Materiály nosné konstrukce

Protože nejsou známy podrobnější údaje o konstrukci je materiál nosné konstrukce uvažován konzervativně jako konstrukční ocel třídy S235, původně řada 37. Součinitele materiálu jsou stanoveny podle ČSN EN 1993.

Konstrukční ocel

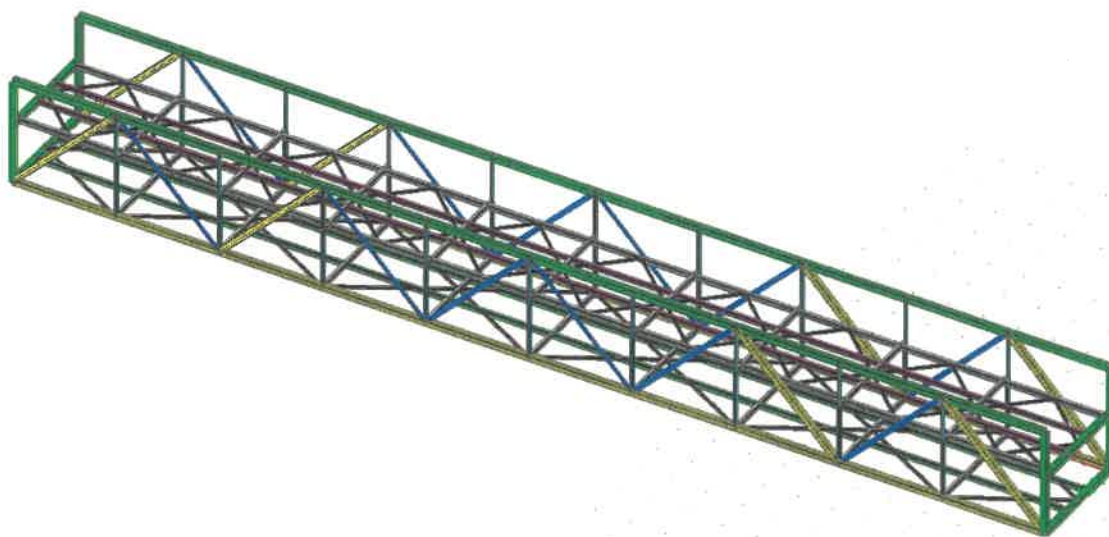
Mez kluzu:

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$


$$f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

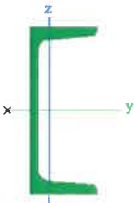
A2.2.2. Průřezy modelu nosné konstrukce

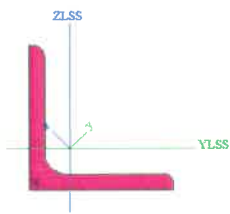
Průřezy nosné konstrukce jsou voleny v souladu se zastiženou geometrií nosné konstrukce (viz Obr. A 4 a Obr. A 3). Jednotlivé průřezy použitých prvků a jejich charakteristiky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

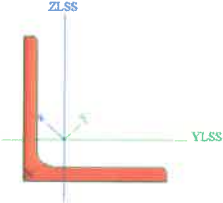


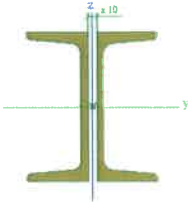
Obr.A 9 – Rozdělení průřezů na konstrukci

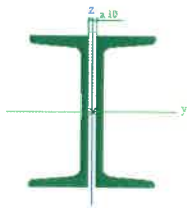
I160		
Typ	I160	
Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
$A [m^2]$	2.2800e-03	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	1.4977e-03	1.0159e-03
$A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]$	5.7000e-01	5.7325e-01
$c_{Y,UCS} [mm], c_{Z,UCS} [mm]$	37	80
$\alpha [deg]$	0.00	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	9.3500e-06	5.4700e-07
$i_y [mm], i_z [mm]$	64	15
$W_{el,y} [m^3], W_{el,z} [m^3]$	1.1700e-04	1.4800e-05
$W_{pl,y} [m^3], W_{pl,z} [m^3]$	1.3583e-04	2.4800e-05
$M_{pl,y,+} [Nm], M_{pl,y,-} [Nm]$	3.19e+04	3.19e+04
$M_{pl,z,+} [Nm], M_{pl,z,-} [Nm]$	5.82e+03	5.82e+03
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$I_t [m^4], I_w [m^6]$	6.5700e-08	3.6331e-09
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0
Obrázek		

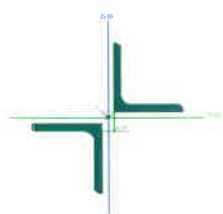
U160		
Typ	U160	
Kód tvaru	5 - U průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	2.4000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1.3168e-03	1.1998e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5.5000e-01	5.4472e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	18	80
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9.2500e-06	8.5300e-07
i _y [mm], i _z [mm]	62	19
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.1600e-04	1.8300e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.3993e-04	3.5155e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3.23e+04	3.23e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8.26e+03	8.26e+03
d _y [mm], d _z [mm]	-40	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7.3900e-08	3.7645e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	173
Obrázek		


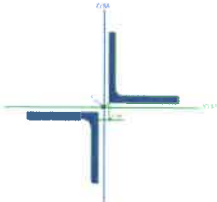
L55/6		
Typ	L55/6	
Kód tvaru	4 - Průřezy L	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	6.3100e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5.3152e-04	5.3551e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2.1300e-01	2.1310e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	16	16
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]	1.7400e-07	1.7400e-07
I _{yz,LCS} [m ⁴]	-1.0102e-07	
α [deg]	45.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2.7400e-07	7.3300e-08
i _y [mm], i _z [mm]	21	11
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7.0402e-06	3.2480e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.1264e-05	5.8208e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2.65e+03	2.65e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1.37e+03	1.37e+03
d _y [mm], d _z [mm]	-18	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7.6400e-09	1.1003e-41
β _y [mm], β _z [mm]	0	72
Obrázek		


L63/6		
Typ	L63/6	
Kód tvaru	4 - Průřezy L	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
$A [m^2]$	7.2800e-04	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	6.1282e-04	6.1383e-04
$A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]$	2.4700e-01	2.4700e-01
$c_{Y,UCS} [mm], c_{Z,UCS} [mm]$	18	18
$I_{Y,LCS} [m^4], I_{Z,LCS} [m^4]$	2.7100e-07	2.7100e-07
$I_{YZ,LCS} [m^4]$	-1.5879e-07	
$\alpha [deg]$	45.00	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	4.2900e-07	1.1300e-07
$i_y [mm], i_z [mm]$	24	12
$W_{el,y} [m^3], W_{el,z} [m^3]$	9.6380e-06	4.4502e-06
$W_{pl,y} [m^3], W_{pl,z} [m^3]$	1.5207e-05	7.8034e-06
$M_{pl,y,+} [Nm], M_{pl,y,-} [Nm]$	3.57e+03	3.57e+03
$M_{pl,z,+} [Nm], M_{pl,z,-} [Nm]$	1.83e+03	1.83e+03
$d_y [mm], d_z [mm]$	-21	0
$I_t [m^4], I_w [m^6]$	8.9100e-09	4.5139e-41
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	84
Obrázek		

2xU160		
Typ	2Uo	
Detailní	U160; 10	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	4.8042e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4.0769e-03	2.3997e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1.0894e+00	1.0894e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	80
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1.8500e-05	4.3281e-06
i _y [mm], i _z [mm]	62	30
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2.3125e-04	6.1830e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2.7516e-04	1.1236e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6.47e+04	6.47e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2.64e+04	2.64e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7.0097e-07	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

2xU180		
Typ	2Uo	
Detailní	U180; 10	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	5.5947e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4.6042e-03	2.8707e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1.2054e+00	1.2054e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	90
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2.7086e-05	5.5663e-06
i _y [mm], i _z [mm]	70	32
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3.0095e-04	7.4217e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3.5834e-04	1.3582e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8.42e+04	8.42e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3.19e+04	3.19e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8.8578e-07	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

2xL55x6		
Typ	2LX	
Detailní	L55/6; 10	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	1.2620e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	6.6405e-04	1.0711e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4.2620e-01	4.2620e-01
c _{Y,UCS} [mm], c _{Z,UCS} [mm]	60	60
I _{Y,LCS} [m ⁴], I _{Z,LCS} [m ⁴]	8.8240e-07	8.8240e-07
I _{YZ,LCS} [m ⁴]	3.3480e-07	
α [deg]	45.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5.4760e-07	1.2172e-06
i _y [mm], i _z [mm]	21	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.4080e-05	2.5080e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2.2528e-05	3.6810e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5.29e+03	5.29e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8.65e+03	8.65e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1.6527e-08	8.5068e-11
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

2xL63x6		
Typ	2LX	
Detailní	L63/6; 10	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
$A [m^2]$	1.4568e-03	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	9.4903e-04	1.2088e-03
$A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]$	4.9400e-01	4.9400e-01
$c_{Y,UCS} [mm], c_{Z,UCS} [mm]$	68	68
$I_{Y,LCS} [m^4], I_{Z,LCS} [m^4]$	1.2957e-06	1.2957e-06
$I_{YZ,LCS} [m^4]$	4.3699e-07	
$\alpha [deg]$	45.00	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	8.5871e-07	1.7327e-06
$i_y [mm], i_z [mm]$	24	34
$W_{el,y} [m^3], W_{el,z} [m^3]$	1.9276e-05	3.1561e-05
$W_{pl,y} [m^3], W_{pl,z} [m^3]$	3.0415e-05	4.6889e-05
$M_{pl,y,+} [Nm], M_{pl,y,-} [Nm]$	7.15e+03	7.15e+03
$M_{pl,z,+} [Nm], M_{pl,z,-} [Nm]$	1.10e+04	1.10e+04
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$I_t [m^4], I_w [m^6]$	1.8464e-08	1.2800e-10
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0
Obrázek		

I140		
Typ	I140	
Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
$A [m^2]$	1.8200e-03	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	1.2089e-03	8.0480e-04
$A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]$	5.0000e-01	5.0562e-01
$c_{y,UCS} [mm], c_{z,UCS} [mm]$	33	70
$\alpha [deg]$	0.00	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	5.7300e-06	3.5200e-07
$i_y [mm], i_z [mm]$	56	14
$W_{el,y} [m^3], W_{el,z} [m^3]$	8.1900e-05	1.0700e-05
$W_{pl,y} [m^3], W_{pl,z} [m^3]$	9.5208e-05	1.7900e-05
$M_{pl,y,+} [Nm], M_{pl,y,-} [Nm]$	2.24e+04	2.24e+04
$M_{pl,z,+} [Nm], M_{pl,z,-} [Nm]$	4.20e+03	4.20e+03
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$I_t [m^4], I_w [m^6]$	4.3200e-08	1.7787e-09
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0
Obrázek		

B – ZATÍŽENÍ

B1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ

B1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce

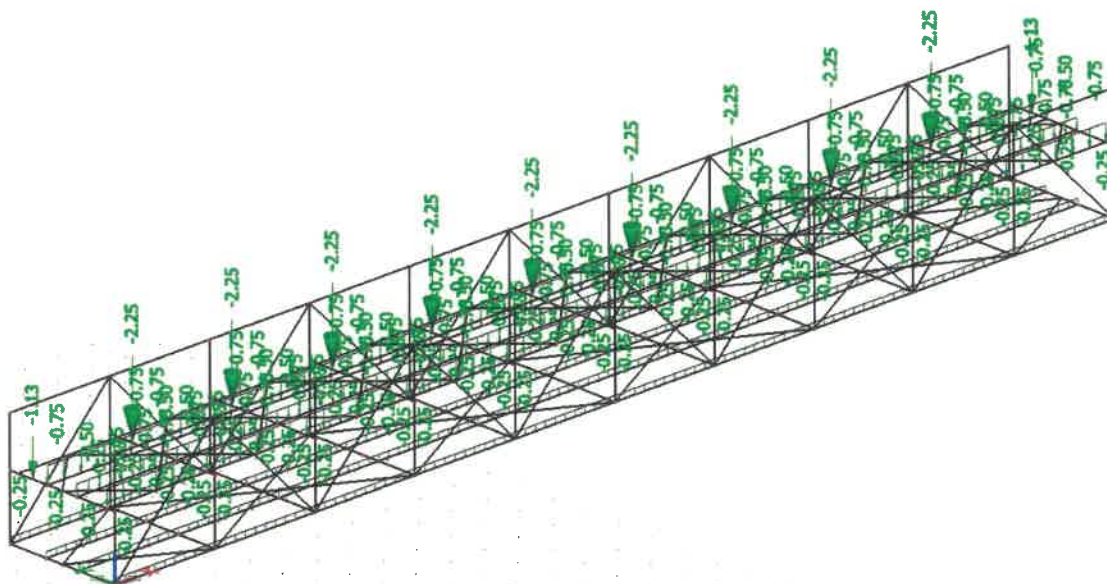
Vlastní tíha nosné konstrukce je stanovena z průřezů příslušných prvků konstrukce. Vlastní tíha konstrukční oceli se uvažuje hodnotou $78,5 \text{ kN/m}^3$.

B1.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení je v případě této konstrukce představováno vlastní tíhou příslušenství, osazených technologických zařízení, dřevěné mostovky a zábradlí. Zatížení je zavedeno v místech odpovídajících působení zatížení (horní/dolní pasy příhradové konstrukce, příčníky, styčníky), velikosti zatížení jsou uvedeny v následující tabulce:

Revizní lávka (odhad):	$f = 0,5 \text{ kN/m} \Rightarrow 0,25 \text{ kN/m}$ podélníků ve spodní úrovni
Kabelové vedení (odhad):	$f = 0,5 \text{ kN/m} \Rightarrow 0,25 \text{ kN/m}$ spodního pasu
Trubní vedení (odhad):	$f = 1,5 \text{ kN/m} \Rightarrow 1,5 \cdot 2,94 = 4,5 \text{ kN}$ / jeden styčník
Dřevěná mostovka:	$f = 2,0 \text{ kN/m} \Rightarrow 0,75 \text{ kN/m}$ vnější příčníky pod chodníkem $0,50 \text{ kN/m}$ středního příčníku pod chodníkem

Zatížení modelu konstrukce ostatním stálým zatížením je uvedeno na Obr. B. 1.



Obr. B. 1 – Schéma zatížení ostatního stálého (dopravník, chodníky, zábradlí)

B2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

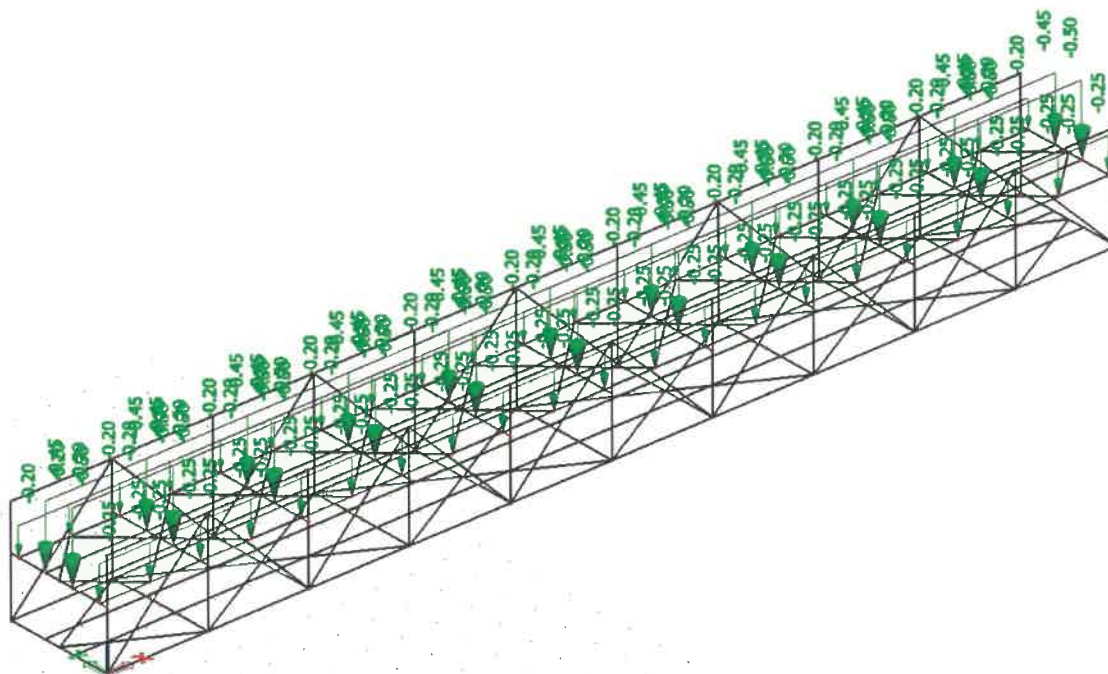
B2.1. Obecně

S ohledem na rozměry, uspořádání a statické schéma konstrukce se z proměnných zatížení uvažují pouze zatížení chodce pro stanovení zatížitelnosti, sněhem a větrem ve vodorovném směru.

Trubní vedení: Průměr 600 mm
 Plná hodnota: $0,6 \cdot 1,5 = 0,9 \text{ kN/m}$
 Redukce na 40%: cca **0,4 kN/m**
 $\Rightarrow 0,2 \text{ kN/m}$ podélníků pod trubním vedením

Zatížení sněhem na ostatních prvcích příhradové konstrukce je zanedbáno.

Schéma zatížení konstrukce je uvedeno na Obr. B. 3.



Obr. B. 3 – Schéma zatížení sněhem na konstrukci

B2.4. Zatížení větrem

Konstrukce se nachází ve větrové oblasti I podle ČSN EN 1991-1-4 a v 2. kategorii terénu. Zatížení větrem je s ohledem na uspořádání konstrukce uvažováno pouze v příčném směru. Výška konstrukce nad terénem je uvažována pro celou konstrukci shodná, a to hodnotou 7 m. Stanovení základního zatížení větrem je uvedeno v následující tabulce.

Zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4			
Název	Značka		poznámky kap. 4.2
Základní rychlost větru	1		
Větrná oblast			
Výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0}$	22.5	m/s
Součinitel směru větru	C_{dir}	1.0	-
Součinitel ročního období	C_{season}	1.0	-
Základní rychlost větru	v_b	22.5	m/s
Střední rychlost větru			kap. 4.3
Maximální výška nad terénem	z	7.0	m
Parametr drsnosti	z_0	0.05	m
Referenční parametr drsnosti	$z_{0,II}$	0.05	m
Součinitel terénu	k_t	0.19	-
součinitel drsnosti terénu	$C_r(z)$	0.94	-
součinitel ortografie	$C_{o(z)}_{pod}$	1.00	-
součinitel ortografie	$C_{o(z)}_{přič}$	1.00	-
Střední rychlost větru ve výšce z	$v_m(z)$	21.13	m/s
Turbulence Větru			kap. 4.4
součinitel turbulence	k_t	1.0	-
Intenzita turbulence	$I_v(z)$	0.20	-
Maximální dynamický tlak větru			kap. 4.5
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	1.25	kg/m ³
maximální dynamický tlak větru	$q_p(z)$	674.0	N/m ²
základní dynamický tlak větru	q_b	316.4	N/m ²
součinitel expozice	C_e	2.13	-
			vztah 4.9

Pro stanovení zatížení větrem na jednotlivé prvky příhradové konstrukce jsou stanoveny podle ČSN EN 1991-1-4 součinitele síly c_{f0} a následně potom z návětrné plochy prvku i jeho zatížení.

Profily L55/6:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,055 \times 2,0 \times 0,675 = 0,08 \text{ kN/m}$
Profily L63/6:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,063 \times 2,0 \times 0,675 = 0,09 \text{ kN/m}$
Profily I160:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,160 \times 2,0 \times 0,675 = 0,22 \text{ kN/m}$
Profily U160:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,160 \times 2,0 \times 0,675 = 0,22 \text{ kN/m}$
Profily I180:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,180 \times 2,0 \times 0,675 = 0,24 \text{ kN/m}$
Profily U180:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,180 \times 2,0 \times 0,675 = 0,24 \text{ kN/m}$
Profily I140:	$c_{f0} = 2,0$ $f = 0,140 \times 2,0 \times 0,675 = 0,19 \text{ kN/m}$

Zatížení výplně zábradlí je stanoveno jako zatížení na redukovanou plochu zábradlí. S ohledem na navrhované uspořádání zábradlí (dřevěné rámy s výplní pletivem) je stanovena redukce plné výšky zábradlí 1,32 m (podlaha + výplň + horní pas příhradové konstrukce) na hodnotu 0,35 (odpovídá předpokládanému tvaru panelů a požití pletiva s oky 5x5 cm. Zatížení trubního vedení je zanedbáno, protože je „kryto“ zábradlím a tím i jeho zatížením větrem. Zatížení

zábradlí větrem je aplikováno na horní pas příhradové konstrukce a podélníky střední úrovně (rovnoměrně).

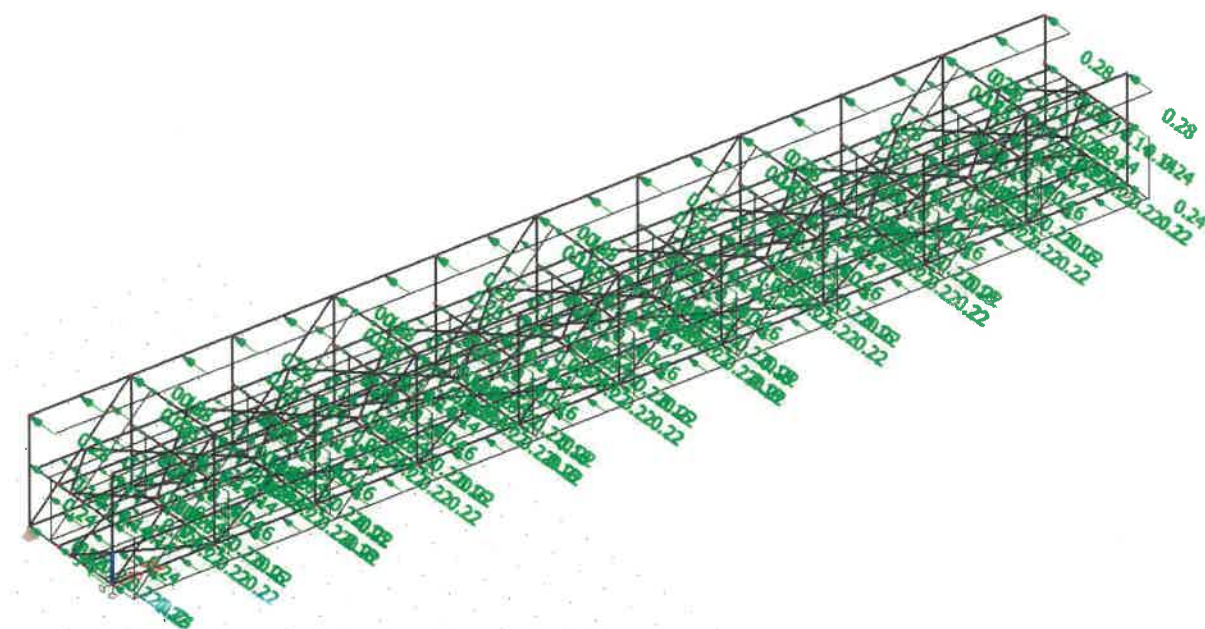
Zábradlí:

$$c_{f0} = 1,8$$

$$f = 1,32 \times 1,8 \times 0,675 \times 0,35 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m (jedna strana)}}$$

$$\Rightarrow 0,28 \text{ kN/m horního pasu} + 0,14 \text{ kN/m na dva krajní podélníky}$$

Schéma zatížení konstrukce je uvedeno na Obr. B. 4.



Obr. B. 4 – Schéma zatížení větrem na konstrukci

B3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení pro stanovení návrhových účinků zatížení se uvažují podrobně, v souladu s ČSN EN 1990, tj. jako maximální účinek kombinace zatížení podle vztahů (6.10a) a (6.10b). Součinitele zatížení γ_G a γ_Q a součinitele kombinace ψ se přitom uvažují podle zásad ČSN EN 1990.

Stav	Zatížení	Součinitel zatížení γ_F	Redukční součinitel ξ	Součinitel kombinace		
				ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Vl. Tíha	1.35	0,85	-	-	-
2	Ost. Stálé	1.35	0,85	-	-	-
3	Doprava (chodci)	1.35	-	0,75	0,75	0
4	Vítr	1,50	-	0,30	0,20	0
5	Sníh	1.50	-	0,80	0	0

C – HODNOCENÍ KONSTRUKCE

C1. ZÁKLADNÍ PRINCIPY HODNOCENÍ

Při hodnocení konstrukce se vychází z předpokládaných materiálových vlastností ocelové konstrukce (ocel řady 37 – S235) a vnitřních sil stanovených podle kapitoly B tohoto statického výpočtu. Průřezy konstrukce jsou uvažovány podle projektové dokumentace opravy mostu. V rozhodujících průřezích se v návaznosti na provedenou opravu konstrukce předpokládá nulové oslabení. Hodnocení je provedeno v obou mezních stavech, a to na základě napětí a mezní únosnosti jednotlivých částí konstrukce. Odolnost průřezu je stanovena s vlivem vzpěru, vzpěrné délky jsou stanoveny na základě skutečného uspořádání konstrukce a předpokládaného působení jednotlivých styků.

Stanovení zatížitelnosti je provedeno iterativním způsobem na základě dosažení mezního stavu (MSP nebo MSÚ). Velikost zatížení je stanovena tak, aby bylo právě dosaženo buď limitního napětí v oceli (MSP) nebo mezní odolnosti (MSÚ), včetně vlivu vzpěru. Jako základní zatížení je použito svislé zatížení chodci odpovídající minimální hodnotě svislého zatížení 250 kg/m^2 , pro niž není třeba omezovat provoz na chodníku.

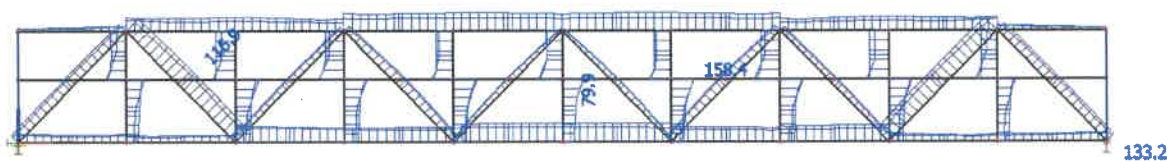
C2. ZATÍŽITELNOST NOSNÉ KONSTRUKCE

C2.1. Zatížitelnost stanovená z MSP

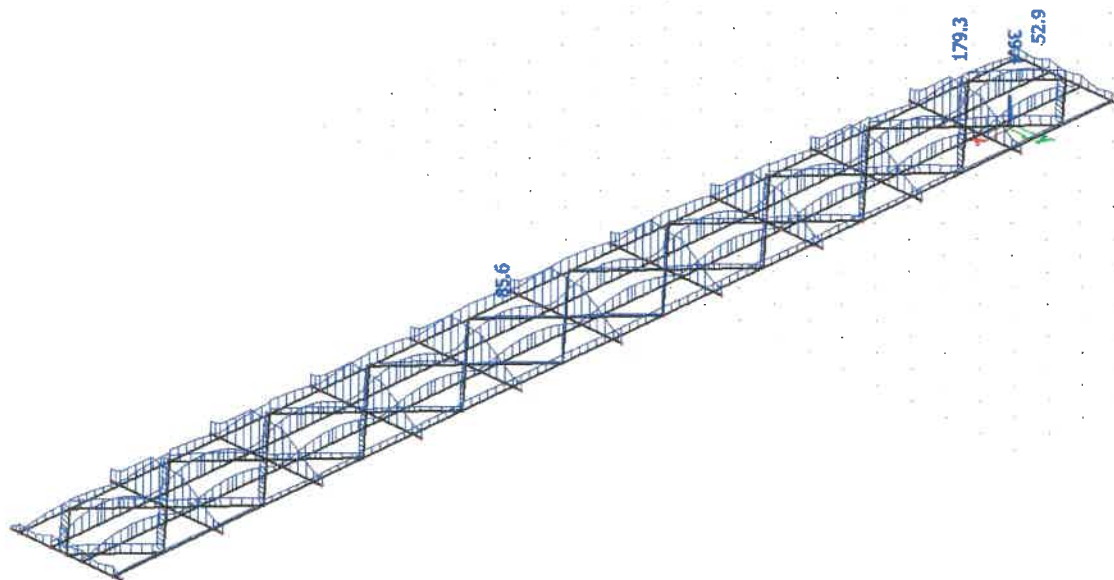
Zatížitelnost konstrukce v MSP je stanovena na základě vyhodnocení napětí na jednotlivých prvcích pro charakteristickou kombinaci zatížení. Hodnoty napětí jsou stanoveny pružným výpočtem a jsou následně porovnávány s mezní hodnotou odpovídající mezi kluzu oceli (235 MPa). Pro hodnocení konstrukce je použito srovnávacího von Misesova napětí, které umožní porovnat současně normálová i smyková napětí i jejich interakci.

Maximální hodnota svislého zatížení chodci, pro niž jsou splněna kritéria mezního stavu použitelnosti je větší než $5,0 \text{ kN/m}^2$. Větší zatížení je s ohledem na výsledky dosažené v MSÚ nemá smysl posuzovat.

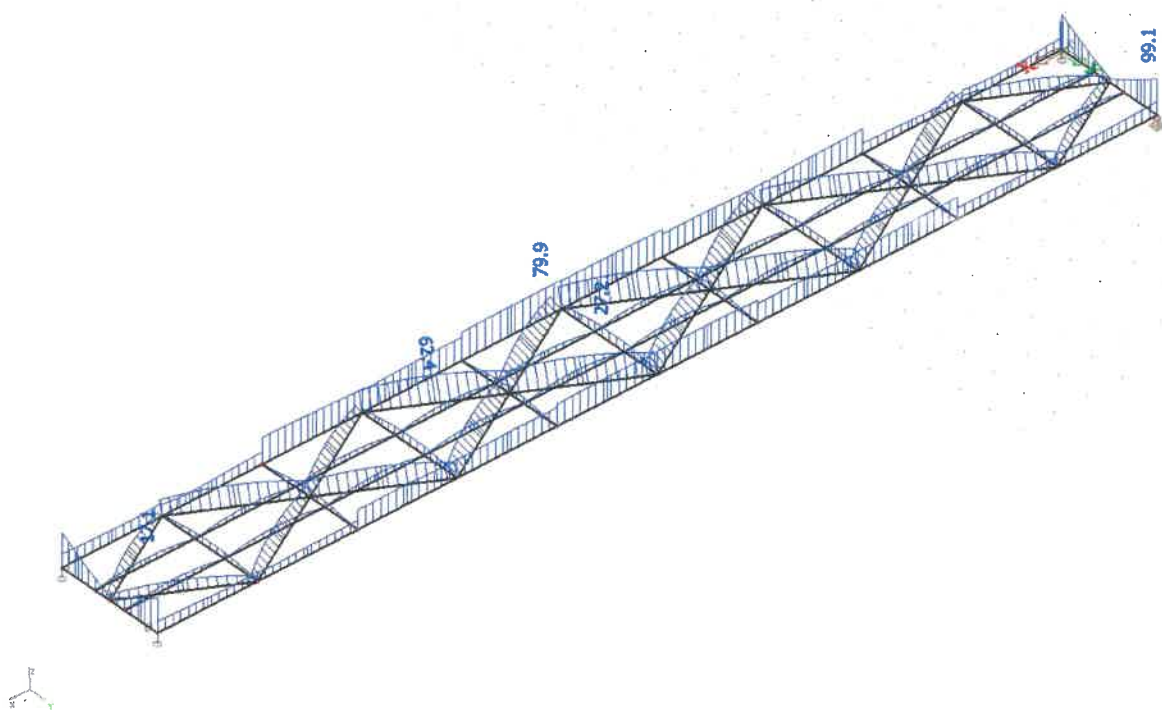
Výsledky posouzení pro jednotlivé části konstrukce jsou uvedeny na Obr. C. 1 až Obr. C. 3.



Obr. C. 1 – Hodnocení napětí (von Mises) pro zatížení $5,0 \text{ kN/m}^2$ – hlavní příhradové nosníky



Obr. C. 2 – Hodnocení napětí (von Mises) pro zatížení $5,0\text{kN/m}^2$ – Horní úroveň ztužení a podélníků



Obr. C. 3 – Hodnocení napětí (von Mises) pro zatížení $5,0\text{kN/m}^2$ – Spodní úroveň ztužení a podélníků

C2.2. Zatížitelnost stanovená z MSÚ

Zatížitelnost konstrukce v MSÚ je stanovena na základě vyhodnocení odolnosti na jednotlivých prvcích pro návrhovou kombinaci zatížení, a to včetně vlivu vzpěru. Účinky vzpěru jsou stanoveny v rámci automatizovaného výpočtu použitým softwarem s využitím podrobného nastavení vzpěrných délek jednotlivých konstrukčních částí. Hodnoty odolnosti konstrukce jsou stanoveny podle ČSN EN 1993-1-1. Únosnost spojů se v rámci této dokumentace považuje za dostatečnou a neposuzuje se. Případné překročení odolnosti spojů se předpokládá pouze u spojů

Technologická lávka přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech

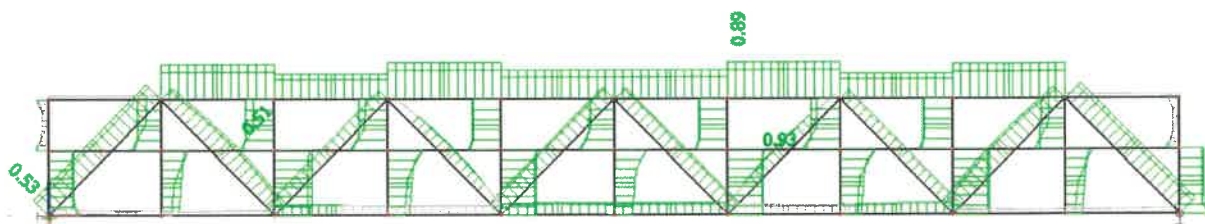
Dočasná konverze na lávku pro pěší

Statický výpočet a stanovení zatížitelnosti

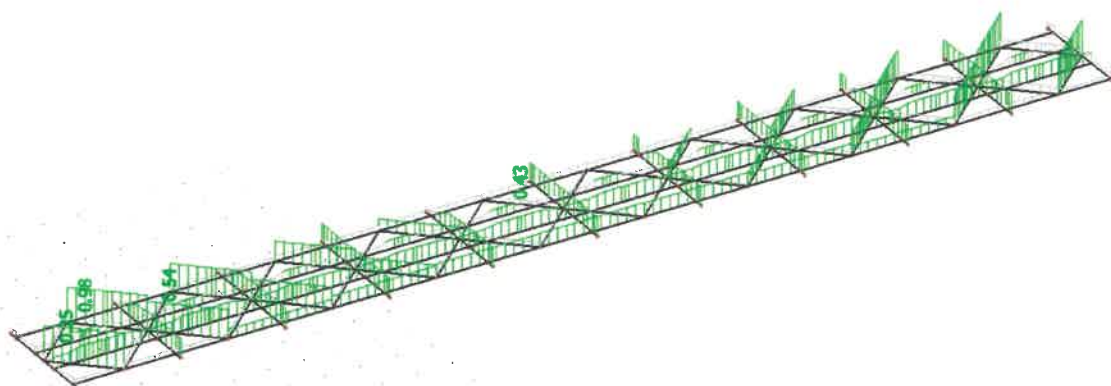
šroubových, jimiž jsou připojeny podélníky, tento nedostatek lze však vyřešit konstrukčními opatřeními při výstavbě dřevěné konstrukce pochozí mostovky.

Maximální hodnota svislého zatížení chodci, pro niž jsou splněna kritéria mezního stavu únosnosti je $2,5 \text{ kN/m}^2$. Maximální využití konstrukce a jejích prvků 99 %. Rozhodujícím zatížením je kombinace zatížení chodníků a větru, rozhodujícími prvky jsou diagonální prvky vodorovného ztužení v horní úrovni (úrovni mostovky).

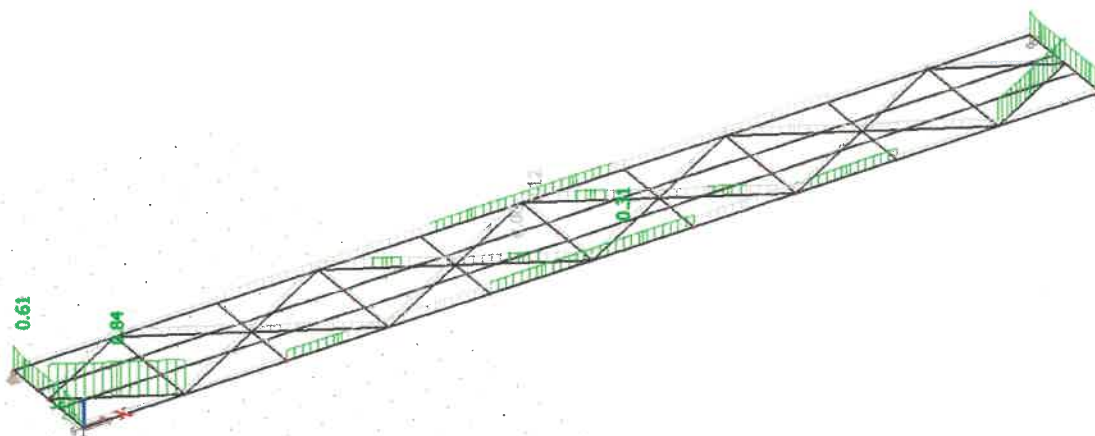
Posouzení je provedeno na Obr. C. 4 až Obr. C. 6.



Obr. C. 4 – Hodnocení mezní únosnosti pro zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$ – hlavní příhradové nosníky



Obr. C. 5 – Hodnocení mezní únosnosti pro zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$ – Horní úroveň ztužení a podélníků



Obr. C. 6 – Hodnocení mezní únosnosti pro zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$ – Dolní úroveň ztužení a podélníků

C3. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

S ohledem na výsledky výpočtu a dosažené zatížitelnosti lze konstatovat, že dočasná konverze na lávku pro pěší je možná při zajištění běžných provozních požadavků na provoz lávky. Vzhledem k rozhodující kombinaci zatížení (zatížení chodci + vítr) lze předpokládat, že bude třeba věnovat zvýšenou pozornost provedení konstrukce dočasného zábradlí tak, aby byla minimalizována jeho návětrná plocha.

Konstrukce vyhovuje za aplikovaných konzervativních předpokladů dočasné konverzi na lávku při zajištění min. užitého zatížení 250 kg/m². Při přijmutí odpovídajících opatření, např. minimalizace návětrné plochy konstrukce a pravidelné zimní odstraňování sněhu, lze dosáhnout vyšší úrovně užitého zatížení.

V rámci podrobného návrhu konverze konstrukce na lávky pro pěší je nutno podrobně analyzovat celou konstrukci, včetně provedení podrobné pasportizace konstrukce, a to zejména s ohledem na:

- celkovou spolehlivost konstrukce;
- skutečné chování jednotlivých prvků, včetně podrobného stanovení vzpěrných délek v návaznosti na skutečnou geometrii konstrukce a provedení spojů;
- únosnost šroubových spojů podélníků.

