



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PŘES NÁDRAŽÍ

PEDESTRIAN FOOTBRIDGE OVER RAILWAY STATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Hurych

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Marek Hurych
Název	Lávka přes nádraží
Vedoucí práce	Ing. Petr Brosch
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady za architektonické studie

Platné české technické normy

zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí- Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí- Část 2: Ocelové mosty

ČKAIT: Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů

A.Schindler: Kovové mosty (učebnice)

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Předmětem práce je návrh lávky pro pěší přes nádraží vypracovaný ve stupni Dokumentace pro provedení stavby. Jedná se o přemostění o délce cca 135 m v intravilánu Brna.

Varianty ocelové konstrukce se budou zabývat rozdílnými statickými systémy konstrukce.

Úkolem je navržení variant řešení přemostění s ohledem na účelnost statického a konstrukčního systému a optimalizaci účinků na spodní stavbu.

Předepsané přílohy:

Technická zpráva - s odůvodněním zvolené varianty

Statický výpočet - hlavních částí konstrukce

Výkaz materiálu

Výkresová část:

Přehledné výkresy

Výkresy vybraných detailů

Hodnocení variant z hlediska účelnosti statického a konstrukčního systému, výroby, montáže, účinků na spodní stavbu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Brosch
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce lávky pro pěší přes železniční nádraží. Lávka je umístěna v centru města Brna s celkovou délkou okolo 135 m. Pro porovnání jsou předběžně navrženy tři různé varianty přemostění a vyhotoveno srovnání variant.

Vybraná varianta je zpracována podrobně. Jedná se o obloukovou konstrukci s mezilehlou mostovkou a přilehlým polem podpořeným šikmou stojkou. Hlavní nosnou konstrukci tvoří dvojice kloubově uložených oblouků skloněných k sobě pod úhlem 11°. Oblouky pomocí závěsů podporují hlavní nosníky spojené ortotropní mostovkou. Všechny nosné prvky jsou navrženy z oceli S355. Prostorovou tuhost konstrukce je zajištěna nakloněním oblouků a příhradovým ztužidlem ve vrcholu oblouku v kombinaci s tuhými rozpěrami oblouku. Tuhost zavěšené mostovky je zajištěna ortotropní ocelovou mostovkou.

KLÍČOVÁ SLOVA

lávka pro pěší, ocelová konstrukce, oblouk, ocelová ortotropní mostovka, příhradový most, závěs, svařovaný profil

ABSTRACT

The diploma thesis deals with design of loadbearing steel structure of a footbridge across the railway station. Footbridge is situated in the city centre of Brno with total length of 135 meters. For comparison, three bridging variants are predesigned and a variants comparison is made.

The selected option was developed in greater detail. It is an arched structure with a semithrough bridge deck and adjacent span with support of oblique column. The main loadbearing structure consists of a pair of pin-supported arches inclined to each other at an angle of 11°. Arches support beams with suspender, the beams are connected by ortotropic steel deck. All load-bearing elements are designed from S355 steel. Spatial rigidity of the structure is ensured by tilting of the arches and by truss bracing at the top of the arch in combination with rigid struts of arch. Spatial rigidity of the supported deck is ensured by ortotropic steel deck.

KEYWORDS

Footbridge, steel structure, arch, ortotropic steel deck, truss bridge, suspender, welded profile

BIBLOGRAFICKÉ CITACE

Bc. Marek Hurych Lávka přes nádraží. Brno, 2020. 36s., 343s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Brosch.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Lávka přes nádraží* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 1. 2020

Bc. Marek Hurych
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Lávka přes nádraží* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2020

Bc. Marek Hurych
autor práce

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat Ing. Petru Broschovi za odborné vedení mé diplomové práce. Děkuji za cenné rady poskytnuté při vypracování práce a čas který mi věnoval. Také bych chtěl poděkovat celé Fakultě stavební a zvláště Ústavu kovových a dřevěných konstrukcí za možnost studia tohoto oboru

Dále bych chtěl ještě poděkovat mé rodině, která mi toto studium umožnila.

Bc. Marek Hurych

Seznam použité literatury:

Normativní dokumenty:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – účinnost od 3/2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – účinnost od 3/2004
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – účinnost od 4/2007
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – účinnost od 5/2005
- [5] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou – účinnost od 7/2005
- [6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – účinnost od 12/2006
- [7] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků – účinnost od 12/2006

Literatura:

- [8] HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. *Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 9788087093894.
- [9] KRÁL, Jaromír. *Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 9788087438053.
- [10] SCHINDLER, Antonín. *Navrhování ocelových mostů: učebnice pro stavební fakulty*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1980.
- [11] PECHAR, Jiří, Jiří BUREŠ a Antonín SCHINDLER. *Kovové mosty*. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00523-X.
- [12] HOŘEJŠÍ, Jiří a Jan ŠAFKA. *Statické tabulky*. Praha: SNTL, 1987. Technický průvodce (Česká matice technická).

Internetové zdroje:

[13] Ústav kovových a dřevěných konstrukcí – fakulta stavební v Brně – Pešek O. [online], dostupné z adresy: <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/>

[14] Technické předpisy dostupné na adrese: <http://www.pjpk.cz/>

[15] Podklady k elastomerovým ložiskům od výrobce Freyssinet na adrese: <http://www.freyssinet.cz/>

[16] Podklady ke kotevním systémům Hilti na adrese: <https://www.hilti.cz/>

[17] Podklady k ocelovým závěsům od výrobce Macalloy na adrese: <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>

[18] Dostupnost ocelových průřezů na stránkách výrobce Feron: <https://www.ferona.cz/>

Další použitá literatura:

[18] Poznámky z výuky BO009 Kovové mosty 1

[19] Poznámky z výuky CO059 Kovové mosty 2

Obsah práce

A – Průvodní dokument

- A 01 Titulní list
- A 02 Zadání VŠKP
- A 03 Abstrakt a klíčová slova
- A 04 Bibliografická citace
- A 05 Prohlášení o původnosti VŠKP
- A 06 Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP
- A 07 Poděkování
- A 08 Seznam použité literatury
- A 09 Obsah práce

B – Vyhodnocení předběžných variant

C – Technická zpráva

D – Statický výpočet finální varianty

E – Statické posouzení předběžných variant

- E 01 Varianta A
- E 02 Varianta B
- E 03 Varianta C

F – Výkresová dokumentace

- F 01 Varianta A
- F 02 Varianta B
- F 03 Varianta C
- F 04 Finální varianta – oblouková konstrukce
- F 05 Detaily finální varianty 1
- F 05 Detaily finální varianty 2

G – Přílohy

- G 01 Příloha ze strojního výpočtu finální varianty v programu IDEA StatiCa



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PŘES NÁDRAŽÍ

PEDESTRIAN FOOTBRIDGE OVER RAILWAY STATION

B – PŘEDBĚŽNÉ VARIANTY

EVALUATION OF PRELIMINARY VARIANTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Hurych

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2020

Obsah:

Úvod	2
Teoretická úvaha nad problémem	2
1. Varianta A – příhradová varianta.....	5
1.1 Popis konstrukce.....	5
1.2 Výpočtový model	5
1.3 Využití nosných prvků	6
1.4 Průhyb konstrukce	6
1.5 Výkaz materiálu	7
2. Varianta B – příhradová varianta.....	8
2.1 Popis konstrukce.....	8
2.2 Výpočtový model	9
2.3 Využití nosných prvků	9
2.4 Průhyb konstrukce	10
2.5 Výkaz materiálu	11
3. Varianta C – příhradová varianta.....	12
3.1 Popis konstrukce.....	12
3.2 Výpočtový model	13
3.3 Využití nosných prvků	13
3.4 Průhyb konstrukce	14
3.5 Výkaz materiálu	14
Vyhodnocení.....	15
Multikriterální analýza.....	15

Úvod

Důvodem návrhu lávky pro pěší v centru Brna je nevyhovující podchod pod nádražím a plánovaná nová výstavba v této lokalitě, kterou by právě lávka měla pohodlně spojit s centrem Brna.

Pro předběžný návrh jsem uvažoval tři varianty, které vycházely z teoretické úvahy nad problémem

Teoretická úvaha nad problémem

Souhrn přibližných vstupních dat pro návrh lávky

Délka přemostění je 135 m

Vzdálenost podpor hlavního pole 100 m

Vzdálenost podpor druhého pole 30 m

Maximální výška oproti podpoře v místě pošty je 24 m

Hledání vhodné nosné konstrukce hlavního pole mostu

Plnostěnné trémové mosty

Plnostěnné mosty mají sice spoustu výhod, ale pro konstrukci lávky pro pěší s rozpětím přes 100 m se tato konstrukce nehodí jak esteticky z důvodu veliké konstrukční výšky nosné konstrukce, tak velkou spotřebou materiálu a z toho plynoucí velkou svislou zatěžovací složkou spodní stavby. Do této kategorie patří i komorové mosty, které by mohly nabídnout lepší využití materiálu, avšak esteticky se do dané lokality také příliš nehodí. Z tohoto důvodu se těmito variantami pro hlavní pole nebudu dále zabývat.

Spřažené ocelobetonové konstrukce

Největší výhodou této konstrukce je značná úspora oceli nahrazením oceli v tlačných oblastech betonem vzhledem k jeho dobrým vlastnostem v tlaku, avšak beton konstrukci navíc velice přitěžuje. Proto spřažené ocelobetonové konstrukce pro takto velké rozpětí s uvážením účelu konstrukce nejsou vhodné. Dále se touto variantou také nebudu zabývat.

Příhradové trémové mosty

Příhradové mosty vynikají svou nízkou plošnou hmotností nosné konstrukce oproti plnostěnným, avšak zaostávají zvýšenou pracností. Výhoda úspory materiálu se projevuje někde od rozpětí 50 m, což je ideální pro velikost mého rozpětí. Z estetického hlediska by příhradová konstrukce do dané lokality zapadala, jelikož nedaleké lávky pro pěší jsou také řešeny jako moderní příhradové konstrukce.

Z hlediska přesnější specifikace by se určitě muselo jednat o most s dolní mostovkou, z důvodu předepsaného průběhu nivelety konstrukce s mírným výškovým zaoblením nivelety ve tvaru vypouklého oblouku.

Tato varianta se mi zdá jako možná, proto ji budu dále řešit jako **Variantu A – příhradový most**, jednalo by se o kosouhlou soustavu s podružnými svislicemi, popřípadě bez podružných svislic, která vyniká moderním vzhledem a je ideální pro řešení s dolní mostovkou.

Obloukové a rámové mosty

Obloukové mosty jsou takzvaným nejlogičtějším tvarem konstrukce vůbec. Tvar oblouku by měl kopírovat tvar střednice výslednicové čáry a tím přenést většinu zatížení pouze tlakem do spodní stavby. Toto řešení je velice efektivní a má reprezentativní vzhled, avšak skrývá v sobě i spoustu nevýhod.

Největšími nevýhodami těchto konstrukcí je náročná výroba tvarově zakřivených prvků, složitá montáž oblouku na stavbě a také namáhání podloží šikmými tlaky, kde je v méně únosných podložích velký problém přenést právě vodorovnou složku výslednice do podloží.

I přes tyto problémy by toto řešení konstrukce mohlo být reálné, proto ji dále budu řešit jako **Variantu B – obloukový most**. V mém případě by se muselo jednat o oblouk s mezilehlou mostovkou, který by vyvozoval co nejmenší vodorovné síly do podloží a byla reálná jeho montáž v dané lokalitě. Také zde bude komplikované vyřešení ztužení oblouku ve vodorovném směru tak, aby to nijak nenarušilo reprezentativní vzhled konstrukce.

Rámová konstrukce se do dané lokality nehodí hlavně z estetických důvodů, jelikož by se muselo jednat o velice vysoké průřezy u podpor, které vyžadují spoustu ztužujících plechů a dalších částí, které narušují vzhled konstrukce a jsou spíše vhodné pro mosty s horní mostovkou, která v mém případě není příliš vhodná.

Visuté konstrukce

Druh konstrukce vyžadující výstavbu vysokého pylonu a kotevních bloků spojených vysutým pásem. V ideálním případě je zatížení od mostovky pomocí závěsných lan přeneseno do visutého pásu, který je namáhán velkou tahovou silou, ta je přenášena pomocí pylonu namáhaným velkým svislým centrickým tlakovým namáháním do spodní stavby a vodorovnou složku zatížení zachytí kotevní bloky, které jsou namáhány šikmými tahy.

Tato varianta je velice efektivní a umožňuje přemostění těch největších rozpětí, avšak pro mé řešení není příliš vhodná. V situaci není dostatek místa pro umístění kotevních bloků a ani základová půda není příliš vhodná pro toto řešení. Proto se touto variantou nebudu dále zabývat.

Zavěšené konstrukce

U zavěšených konstrukcí přenáší zatížení hlavní nosný většinou trémový nosník, který je podporován šikmými lanovými závěsy zkracující jeho rozpětí. Lanové závěsy jsou vedeny přes vysoký pylon a zakotveny buďto do základových bloků, nebo kotveny opět do mostovky na druhé straně pylonu.

V mé variantě je možné umístit pylon pouze do podpory B která je ale dosti blízká k podpoře C, proto jediná vhodná varianta je nakloněný pylon na podporu A, který na dvou místech podporuje mostovku a je zakotven do kratšího pole. Toto řešení vede k tuhému mostovkovému nosníku, protože u takovéto konstrukce rovnováhy pouze těžko dosáhneme. S rovnoměrným zatížením bude muset také dopomoci konstrukce mostovky, která v tomto případě bude muset být dosti tuhá.

Tato varianta se mi jeví jako reálná, proto ji dále budu jako **Variantu C – zavěšený most**.

Rekapitulace variant

Varianta A – příhradový most

Varianta B – obloukový most

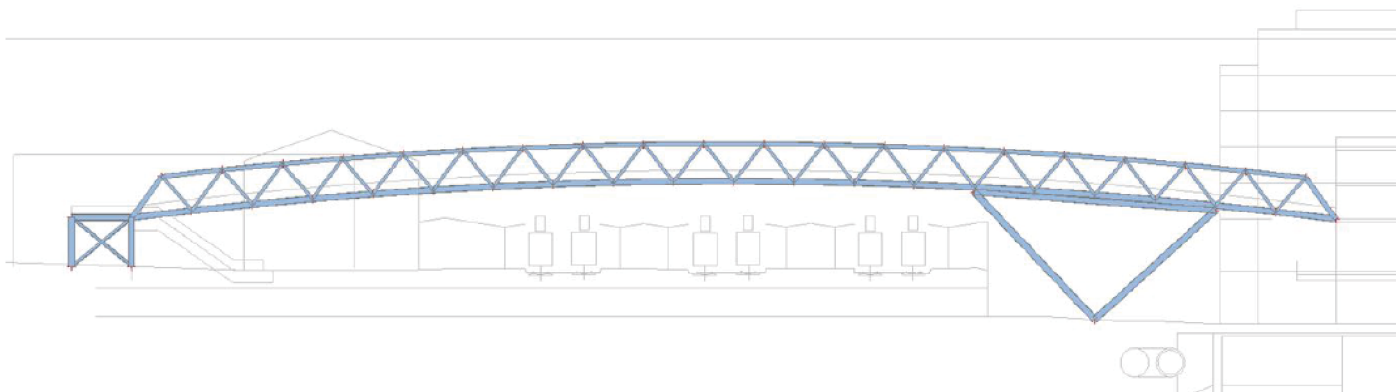
Varianta C – zavěšený most

P

– pro varianty budou vytvořeny 2D modely v programu SCIA Enginner a tyto varianty nadimezovány a pousozeny, poté z těchto variant bude multikriteriální analýzovou vybrána vítězná varianta a ta podrobněji posouzena

1. Varianta A – příhradový most

1.1 Popis konstrukce



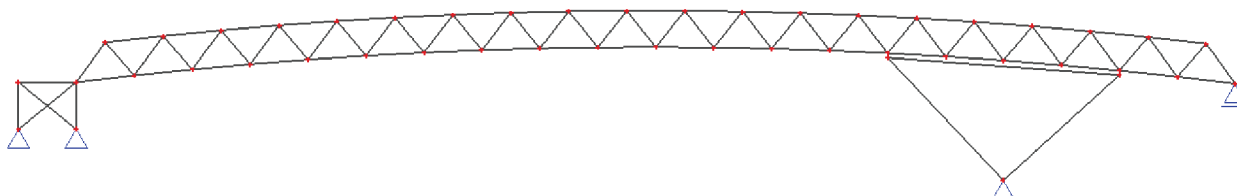
Jedná se o příhradovou lávku s dolní mostovkou tvořenou dvěma hlavními nosníky konstrukční výšky 4 m, s vodorovnou vzdáleností styčníků 6,350 m. Hlavní příhradové nosníky jsou u dolního pásu ztuženy ortotropní ocelovou mostovkou a u horního pásu příhradovým ztužidlem za využití táhel Maccalloy.

Příhradové nosníky jsou vytvořeny moderním způsobem, pomocí takzvané kosoúhlé soustavy bez svislic. Výhodou této soustavy je čistý vzhled, díky plynulému přechodu diagonál do hlavních nosníků. Horní pás konstrukce je vytvořen ze svařovaného krabicového průřezu, jehož stojiny plynule přechází do pásnic diagonál, které jsou vyrobeny ze svařovaného I průřezu. Tyto diagonály se vždy dvě scházejí u dolního pasu, kde na dolním pásu ze svařovaného nesymetrického I průřezu vytvoří detail ve tvaru Y a tím ztuhí průřez dolního pásu.

Konstrukce je kloubově uložena na dvou stojkách v místě pošty, kde je také zabezpečena ztužidly proti vodorovným posunům, poté překlene hlavní pole a je uložena na dvou šikmých podpěrách zabezpečených táhlem. Tato specifická podpora je kloubově uložena na podloží. Na konci mostu je konstrukce posuvně uložena do stropní konstrukce nové budovy.

Ortotropní mostovka na šířku 6,5 m je vytvořena pomomocí příčníků po osové vzdálenosti 3 175 mm, podélníků po osové vzdálenosti 310 mm a mostovkového plechu tl. 12 mm. Na mostovkovém plechu je položena tenkovrstvá pochozí vrstva Concretin tl. cca 10 mm.

1.2 Výpočtový model



1.3 Využití nosných prvků

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	Materiál	UC Celkový [-]	UC Průřez [-]	UC Stabilita [-]	Chyby, upozornění, poznámky
B41	6,382	MSÚ-Sada B (auto)/1	HP2 - Stěna komory (500; 20; 430; 20; 410; 20; 20)	S 355	0,63	0,49	0,63	
B15	5,218	MSÚ-Sada B (auto)/2	D - Iw (450; 15; 300; 20; 410; 0)	S 355	0,68	0,35	0,68	
B22	25,472	MSÚ-Sada B (auto)/3	TP - Komora fl (700; 20; 560; 20; 660)	S 355	0,28	0,21	0,28	
B29	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	HP1 - Stěna komory (500; 30; 420; 20; 410; 30; 20)	S 355	0,59	0,46	0,59	
B43	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	DP3 - Iwn (650; 20; 410; 20; 450; 20; 610; 0)	S 355	0,79	0,40	0,79	
B54	6,351	MSÚ-Sada B (auto)/4	DP2 - Iwn (650; 20; 410; 30; 450; 30; 590; 0)	S 355	0,54	0,34	0,54	
B56	6,356	MSÚ-Sada B (auto)/5	DP1 - Iwn (650; 30; 410; 40; 450; 40; 570; 0)	S 355	0,86	0,59	0,86	
B82	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	ŠP - Komora fl (700; 30; 640; 30; 640)	S 355	0,91	0,24	0,91	
B85	5,140	MSÚ-Sada B (auto)/5	ST - Komora fl (600; 20; 560; 20; 560)	S 355	0,19	0,06	0,19	
B90	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	ZT2 - R0323.9X25	S 355	0,99	0,60	0,99	
B91	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	ZT1 - R0323.9X10	S 355	0,37	0,37	0,00	
B92	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	tuhé rameno - RD200	S 355 W	6,95	6,34	6,95	W2, W9

1.4 Průhyb konstrukce

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}

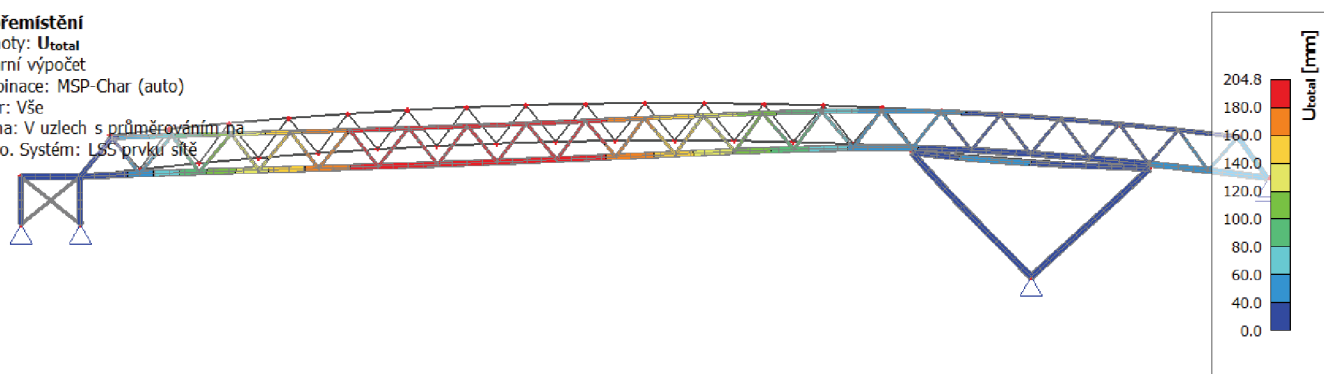
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvků síť



$$w = 204,8\text{mm} < w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{88\,900}{250} = 356\text{mm}$$

VYHOVUJE

1.5 Výkaz materiálu

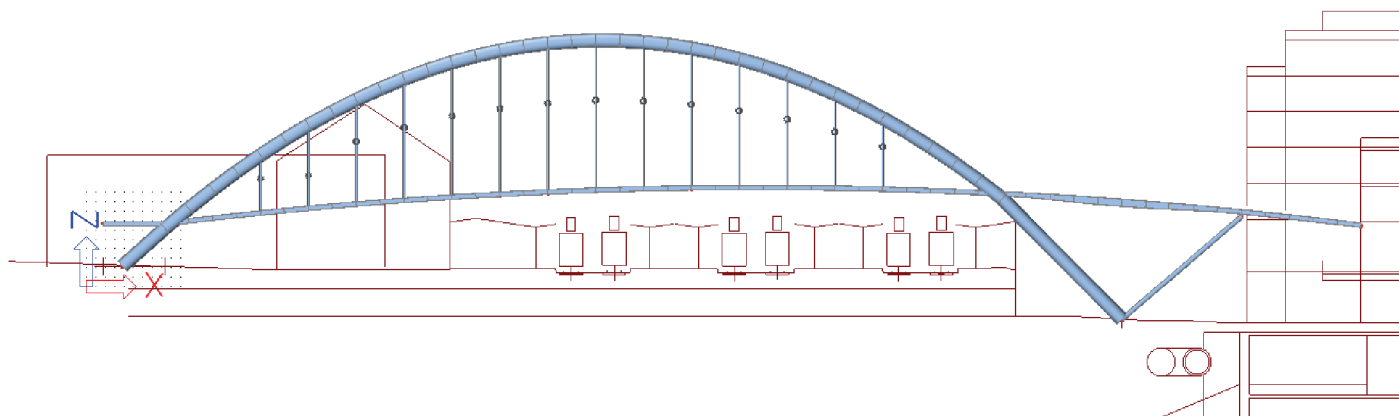
OZN.	PRVEK	PRŮŘEZ [mm]	DÉLKA [m]	KS	HM. [kg/m]	CELKOVÁ HMOTNOST [kg]
HP1	HORNÍ PÁS 1	ST. KOM. (500x30/410x30/420x20)			346,2	26 424
HP2	HORNÍ PÁS 2	ST. KOM. (500x20/410x20/430x20)			277,9	52 006
DP1	DOLNÍ PÁS 1	IWN (410x40/450x40/570x30)			404,3	15 418
DP2	DOLNÍ PÁS 2	IWN (410x30/450x30/590x20)			295,2	56 362
DP3	DOLNÍ PÁS 3	IWN (410x20/450x20/610x20)			230,8	8 820
D	DIAGONÁLA	IW (300x20/410x15)			142,5	55 152
ŠP	ŠIKMÁ PODP.	KOMORA (700x30/640x30/640)			631,1	44 978
TP	TÁHLO PODP.	KOMORA (700x20/560x20/660)	25,5	2	395,6	20 156
ST	STOJKY	KOMORA (600x20/560x20/560)	5,14	4	364,2	7 488
ZT1	ZTUŽIDLO 1	TR 323,9x25	8,15	2	77,4	1 262
ZT2	ZTUŽIDLO 2	TR 323,9x10	8,15	2	184,5	3 010
R1	ROZPĚRA	TR 219x16	6,5	20	80,1	10 413
MA	TÁHLA	MACCALLOY M48	4,2	76	12,5	3 990
R2	PODM. NOSN. 1	KOMORA (700x20/560x20/660)	6,0	2	395,6	4 747
R3	PODM. NOSN. 2	KOMORA (600x20/560x20/560)	6,2	2	364,2	4 516
PŘ	PŘÍČNÍK	dle příčného řezu (300x15/325x10)	6,5	42	60,8	16 598
PO	PODÉLNÍK	dle příčného řezu (100x10/150x10)	135,3	20	19,6	53 038
M	MOSTOVKA	dle příčného řezu (tl. 12mm)	135,3	1	612,3	82 844

Σ	467 222 kg
PROŘEZ 5%	23 361 kg
SPOJE 3%	14 017 kg

CELKEM 504 600 kg

2. Varianta B – obloukový most

2.1 Popis konstrukce



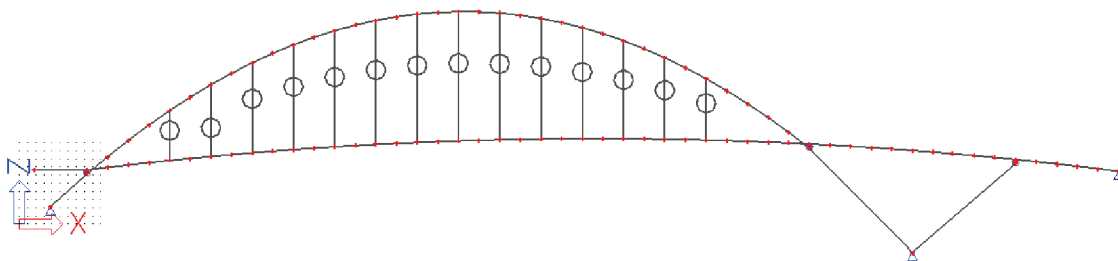
Jedná se o obloukovou lávku s mezilehlou mostovkou tvořenou dvěma hlavními kloubově uloženými oblouky skloněnými k sobě na osovou vzdálenost 3 m ve vrcholu, oblouky jsou skloněny pod úhlem cca 11°. Tyto oblouky šikmými závěsy podporují oba hlavní nosníky po osové vzdálenosti 5,08m. Konstrukce začíná nástupní plošinou, která je v místě podpory A umístěna na konzole uložené na podmostvkovém nosníku mezi oblouky, dále je konstrukce podporována šikmými závěsy a za polem oblouku navazuje mezilehlé pole s proměným průřezem hlavního nosníku a krátké koncové pole u budovy. Mezi posledními dvěma poli je konstrukce podporována šikmou stojkou kloubově připojenou k mostovce a vetknutou do základového bloku v místě uložení oblouku. Budovou jsou zachyceny vodorovné posuny konstrukce.

Oblouky jsou tvořeny za studena tvarovanými trubkami z plechu TR 1450x35mm a 1450x30mm tvarovanými do projektovaného tvaru ve tvaru paraboly 2° nad mostovkou a přímými úseky na obou stranách oblouku pod mostovkou dle přiložených výkresů. Z průřezu o tl. stěny 30 mm je vytvořen pouze vrchní dílec, který není tolik namáhán, aby konstrukci zbytečně nepřetěžoval. Vodorovná tuhost oblouků je zajištěna nakloněním oblouků, ohybově tuhými rozpěrami a příhradovým ztužidlem ve vrcholu oblouku.

Přes závěsy trubkového tvaru z důvodu splnění štíhlostních limitů pro výpočet dle prvního řádu jsou na oblouk zavěšeny hlavní nosníky krabicového svařovaného průřezu, které jsou vodorovně ztuženy ortotropní ocelovou mostovkou.

Ortotropní mostovka na šířku 6,5 m je vytvořena pomocí příčníků po osové vzdálenosti 2 540 mm, podélníků po osové vzdálenosti 310 mm a mostkového plechu tl. 12 mm. Na mostkovém plechu je položena tenkovrstvá pochozí vrstva Concretin tl. cca 10 mm.

2.2 Výpočtový model



2.3 Využití nosných prvků

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	Materiál	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]	Chyby, upozornění, poznámky
B169	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	HN2 - Komora fl (340; 20; 460; 15; 270)	S 355	0,39	0,39	0,39	
B197	2,541	MSÚ-Sada B (auto)/2	HN3 - Komora fl (340; 15; 470; 15; 270)	S 355	0,16	0,16	0,16	
B168	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	O1 - Kruhové trubky (1450; 35)	S 355	0,31	0,06	0,31	
B213	2,553	MSÚ-Sada B (auto)/3	HN1 - Komora fl (340; 30; 440; 15; 270)	S 355	0,64	0,34	0,64	
B209	1,456	MSÚ-Sada B (auto)/4	HN42 - Komora fl (340; 30; 640; 15; 270)	S 355	0,40	0,40	0,40	
B208	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/4	HN5 - Komora fl (340; 30; 740; 15; 270)	S 355	0,41	0,41	0,00	
B222	0,250	MSÚ-Sada B (auto)/3	CS3 - Plný kruh (300)	S 355 W	0,24	0,22	0,24	W2, W9
B221	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	S1 - Kruhové trubky (500; 15)	S 355	0,41	0,12	0,41	
B238	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	Z - RO127X4	S 355	0,53	0,53	0,00	
B253	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/4	O2 - Kruhové trubky (1450; 30)	S 355	0,20	0,19	0,20	

– CELÁ KONSTRUKCE JE LIMITOVÁNA VÝPOČTEM DLE 1. ŘÁDU $\alpha_{cr} = 10,70 > 10$

2.4 Průhyb konstrukce

Hodnoty: U_{total}

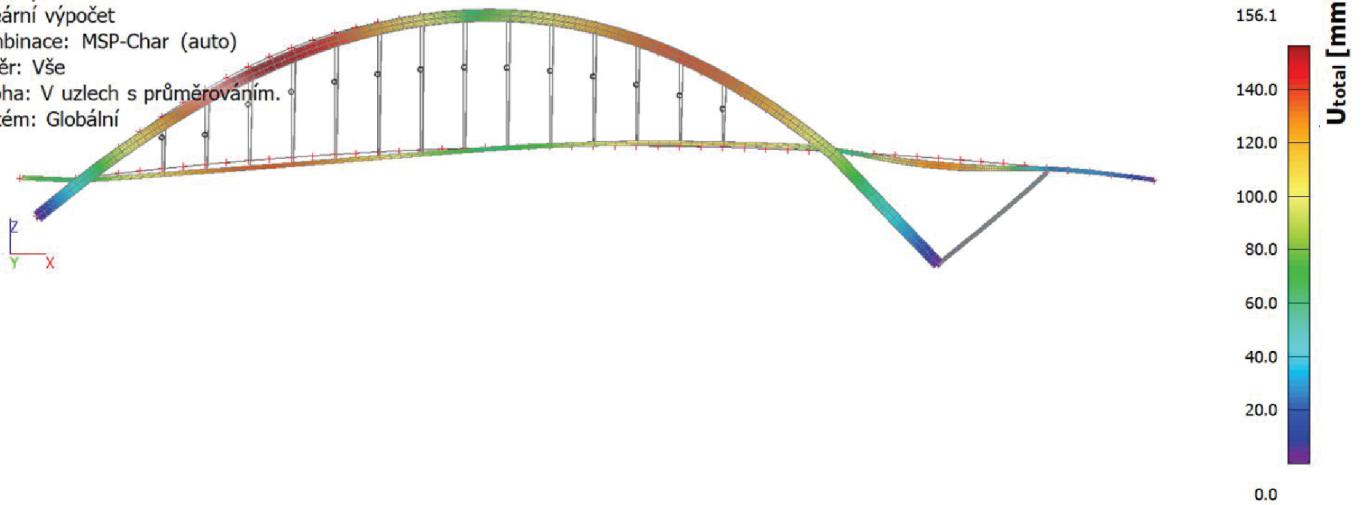
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

System: Globální



$$w = 156\text{mm} < w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{88\,900}{250} = 356\text{mm}$$

Hodnoty: U_{total}

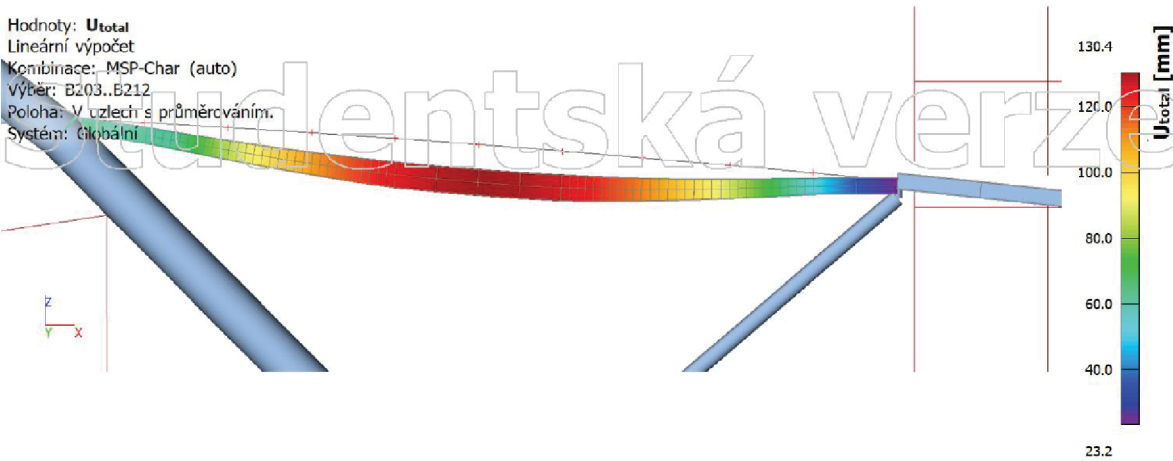
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: B203..B212

Poloha: V uzlech s průměrováním.

System: Globální



$$w = 130,4 - \frac{23,2 + 60}{2} = 88,8\text{mm} < w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{25\,400}{250} = 102\text{mm}$$

VYHOVUJE

2.5 Výkaz materiálu

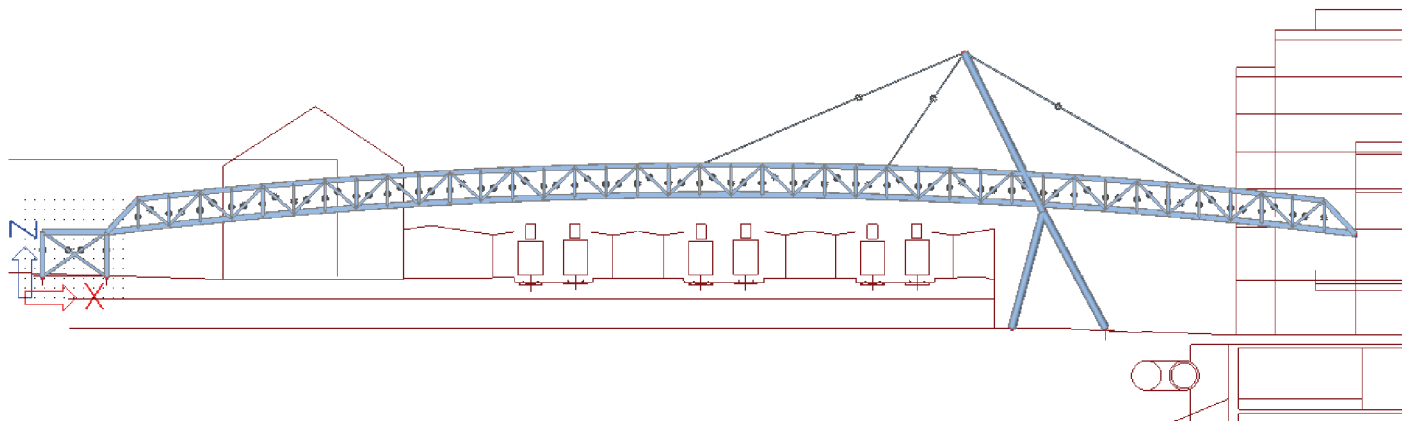
VÝPIS PRVKŮ

OZN.	PRVEK	PRŮŘEZ [mm]	DÉLKA [m]	KS	HM. [kg/m]	CELKOVÁ HMOTNOST [kg]
O1	OBLOUK 1	TR 1450x35			1221,1	248 500
O2	OBLOUK 2	TR 1450x30			1050,4	42 937
HN1	HL. NOSNÍK 1	KOMORA (340x30/440x15/270)			263,8	12 113
HN2	HL. NOSNÍK 2	KOMORA (340x20/460x15/270)			215,1	10 474
HN3	HL. NOSNÍK 3	KOMORA (340x15/470x15/270)			190,8	25 230
HN4	HL. NOSNÍK 4	KOMORA (340x30/440-740x15/270)	15,24	2	299,8	9 138
HN5	HL. NOSNÍK 5	KOMORA (340x30/740x15/270)	5,08	2	334,4	3 398
S1	STOJKY	TR 500x15			179,4	6 000
S2	ROZP. STOJEK	TR 500x30	9,56	1	347,7	4 522
Z	ZÁVĚSY	TR 127x4			12,2	4 220
R1	ROZPĚRA 1	TR 350x15	2,7	6	123,9	2 007
R2	ROZPĚRA 2	TR 500x20	4,5	2	236,8	2 131
R3	ROZPĚRA 3	TR 700x20	6,1	2	335,4	4 092
PN	PODM. NOSNÍK	KOMORA (400x30/440x15/330)	8,1	2	292,0	4 730
ZT	ZTUŽIDLA	TR 175x15	5,6	10	59,2	3 315
PŘ	PŘÍČNÍK	dle příčného řezu (150x15/275x10)	6,5	42	39,3	10 729
PO	PODÉLNÍK	dle příčného řezu (60x10/120x10)	135,2	20	14,1	38 126
M	MOSTOVKA	dle příčného řezu (tl. 12mm)	135,2	1	612,3	82 783

Σ	514 445 kg
PROŘEZ 5%	25 722 kg
SPOJE 3%	15 433 kg
CELKEM	555 600 kg

3. Varianta C – zavěšený most

3.1 Popis konstrukce



Jedná se spíše o příhradovou konstrukci odlehčenou závěsy na šikmém pylonu. Hlavní nosnou konstrukci tvoří příhradový nosník s dvěma hlavními nosníky konstrukční výšky 3 m, s vodorovnou vzdáleností styčníků 3,175 m. Hlavní příhradové nosníky jsou u dolního pásu ztuženy ortotropní ocelovou mostovkou a tuhost horního rámu vychází z tuhosti polorámu.

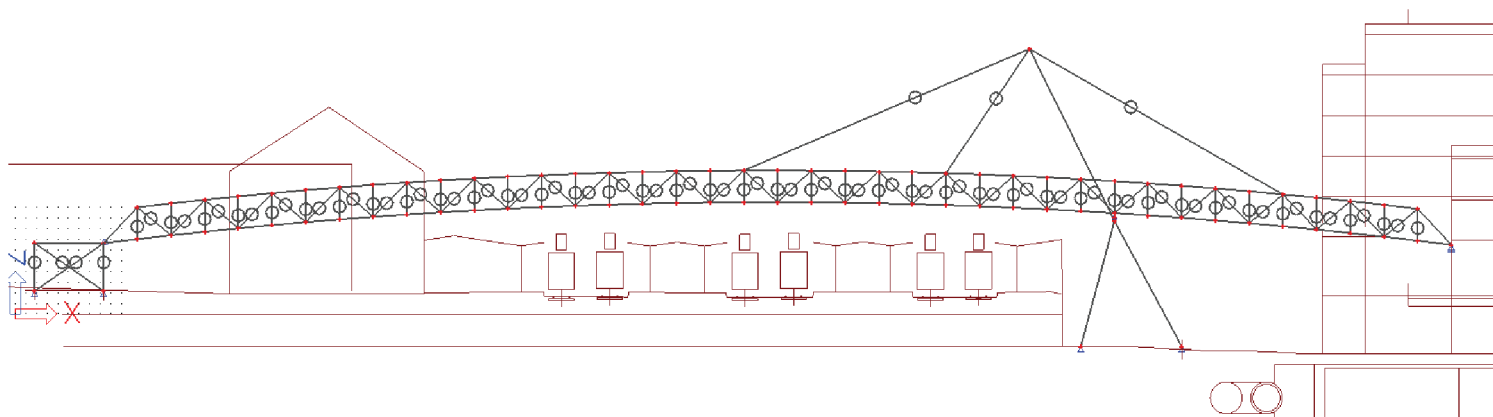
Příhradové nosníky jsou vytvořeny moderním způsobem, pomocí takzvané kosouhlé soustavy se svislicemi. Právě svislice zajišťují vybočení horního pasu z roviny. Horní pás konstrukce je vytvořen ze svařovaného krabicového průřezu, jehož stojiny plynule přechází do pásnic diagonál a svislic, které jsou vyrobeny ze svařovaného I průřezu. Tyto diagonály se vždy dvě scházejí u dolního pasu, kde na dolním pásu ze svařovaného nesymetrického I průřezu vytvoří detail ve tvaru Y a tím ztuží průřez dolního pasu.

Pylon je vytvořen z trubky průměru 800 mm, z důvodu naklonění je v místě podmostvového nosníku podpořen stojkou nakloněnou proti pylonu, která svým působením zmenšuje ohybové namáhání pylonu. Pylon je ještě mírně nakloněn nad mostovku, aby ohybové namáhání rozpěry ve vrcholu pylonu bylo co nejmenší.

Konstrukce je kloubově uložena na dvou stojkách v místě podpory A, kde je také zabezpečena ztužidly proti vodorovným posunům, poté překlene hlavní pole, ve kterém je vylehčena závěsy a je uložena na pylon, konstrukce ještě pokračuje přes kratší pole, také vylehčené závěsem, až na konec mostu, kde je konstrukce posuvně uložena do stropní konstrukce nové budovy. Pylon je v obou místech také kloubově uložen na podloží.

Ortotropní mostovka na šířku 6,5 m je vytvořena pomomocí příčniců po osově vzdálenosti 3 175 mm, podélníků po osově vzdálenosti 310 mm a mostvového plechu tl. 12 mm. Na mostvokovém plechu je položena tenkovrstvá pochozí vrstva Concretin tl. cca 10 mm.

3.2 Výpočtový model



3.3 Využití nosných prvků

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	Material	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]	Chyby, upozornění, poznámky
B44	3,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	SV - Iw (540; 15; 250; 20; 500; 0)	S 355	0,06	0,06	0,00	
B79	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	HP2 - Stěna komory (580; 20; 480; 20; 500; 20; 20)	S 355	0,50	0,50	0,00	
B114	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	D - Iw (540; 15; 250; 20; 500; 0)	S 355	0,61	0,31	0,61	
B55	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	HP1 - Stěna komory (580; 30; 470; 20; 500; 30; 20)	S 355	0,58	0,48	0,58	
B131	1,588+	MSÚ-Sada B (auto)/3	DP2 - Iwn (600; 20; 500; 20; 540; 20; 560; 0)	S 355	0,54	0,54	0,00	
B151	3,189	MSÚ-Sada B (auto)/2	DP1 - Iwn (600; 20; 500; 30; 540; 30; 540; 0)	S 355	0,82	0,60	0,82	
B158	4,500	MSÚ-Sada B (auto)/4	ST - Komora fl (400; 20; 400; 20; 320)	S 355	0,10	0,10	0,00	
B159	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	MA - RD100	S 460 M/ML	0,66	0,66	0,00	W2, W9
B161	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	MA1 - RD140	S 460 M/ML	0,83	0,83	0,00	W2, W9
B162	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	CS6 - Plný kruh (300)	S 355 W	0,05	0,05	0,00	W2, W9
B164	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	PN - Kruhové trubky (800; 30)	S 355	0,82	0,20	0,82	
B167	7,906	MSÚ-Sada B (auto)/2	ZT - RO273X16	S 355	0,83	0,43	0,83	

3.4 Průhyb konstrukce

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}

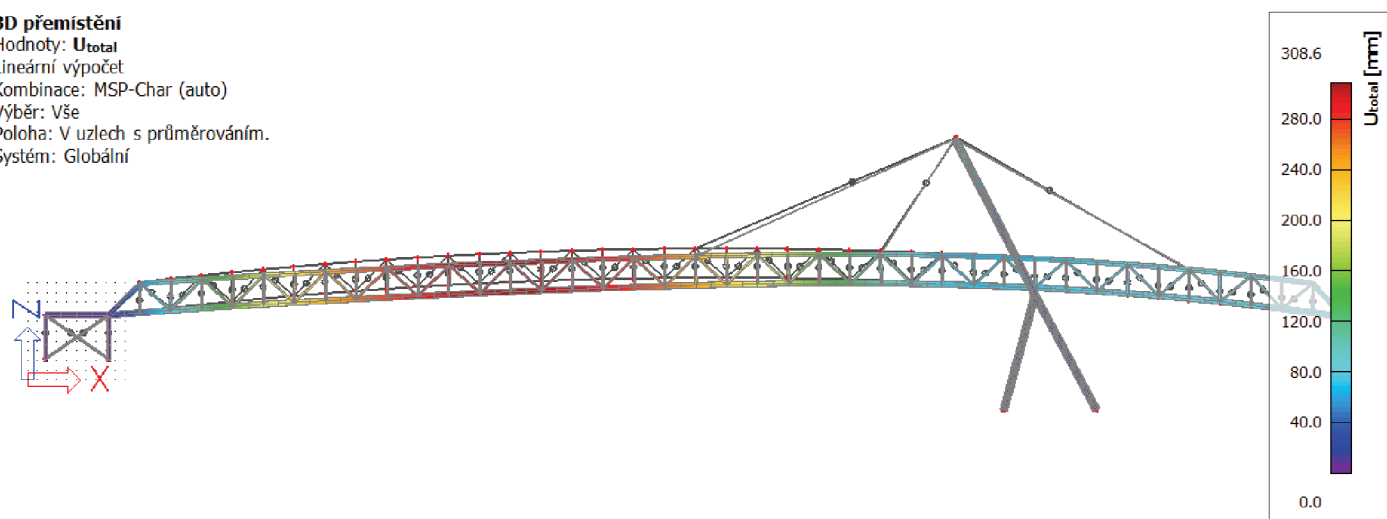
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

System: Globální



$$w = 309\text{mm} < w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{95\,250}{250} = 381\text{mm}$$

3.5 Výkaz materiálu

VÝPIS PRVKŮ

OZN.	PRVEK	PRŮŘEZ [mm]	DÉLKA [m]	KS	HM. [kg/m]	CELKOVÁ HMOTNOST [kg]
HP1	HORNÍ PÁS 1	ST. KOM. (580x30/500x30/470x20)			401,9	43 466
HP2	HORNÍ PÁS 2	ST. KOM. (580x20/500x20/480x20)			320,3	48 777
DP1	DOLNÍ PÁS 1	IWN (500x30/540x30/540x20)			329,7	41 970
DP2	DOLNÍ PÁS 2	IWN (500x20/540x20/560x20)			251,2	35 255
D	DIAGONÁLA	IW (250x20/500x15)			137,4	45 492
SV	SVISLICE	IW (250x20/500x15)			137,4	32 146
PN	PYLON	TR 800x30			569,6	49 794
ST	STOJKY	KOMORA (400x20/360x20/320)	4,50	4	251,2	4 522
ZT	ZTUŽIDLO	TR 273x16	7,90	4	101,3	3 202
R1	ROZPĚRA	TR 800x40	8,5	1	749,7	6 372
MA	TÁHLA	MACCALLOY M100	95,0	2	58,0	11 020
R2	PODM. NOSN. 1	TR 800x30	9,0	1	569,7	5 127
R3	PODM. NOSN. 2	KOMORA (400x20/360x20/320)	6,9	2	251,2	3 467
PR	PŘÍČNÍK	dle příčného řezu (300x15/325x10)	6,5	42	60,8	16 598
PO	PODÉLNÍK	dle příčného řezu (100x10/150x10)	135,3	20	19,6	53 038
M	MOSTOVKA	dle příčného řezu (tl. 12mm)	135,3	1	612,3	82 844

Σ 483 090 kg
 PROŘEZ 5% 24 155 kg
 SPOJE 3% 14 493 kg
CELKEM 521 738 kg

Vyhodnocení

Pro vyhodnocení variant bylo zvolena metoda multikriteriální analýzy, která zohlední tato hlediska:

1. Estetika – nejdůležitější parametr konstrukce, jelikož je lávka umístěna v centru Brna a bude tvořit novou dominantu území, přiřkládám tomuto hledisku váhu 0,5
2. Hmotnost – důležitý parametr s ohledem na namáhání spodní stavby, přiřkládám tomuto hledisku váhu 0,2
3. Cena – důležité hledisko pro investora stavby, přiřkládám tomuto hledisku váhu 0,2
4. Montáž – důležité hledisko pro realizační firmu, přiřkládám tomuto hledisku váhu 0,1

Parametr estetika je čistě subjektivní názor, toto hledisko jsem řešil s vedoucím práce. Hmotnost konstrukce je pevně daný parametr, který jsem zjistil při řešení jednotlivých variant. Cena konstrukce se samozřejmě odvíjí od hmotnosti, ale cena za kg oceli byla stanovena opět odhadem pro obloukovou a příhradovou variantu na 70kč/kg a pro zavěšenou variantu na 75kč/kg. Montáž konstrukce byla hodnocena v závislosti na počtu a velikosti montážních dílců a potřeby dočasných podpor, jelikož se nacházíme na dráhou a její omezení je velice drahé.

Varianta	estetika	hmotnost	cena	montáž	Výsledná známka
	[-]	[t]	[mil. Kč]	[-]	
Varianta A – příhradová konstrukce	3	504,6	35,322	3	2,2
		1	1		
Varianta B – oblouková konstrukce	1	555,6	38,892	2	1,7
		3	2		
Varianta C – zavěšená konstrukce	2	521,7	39,1275	1	2,1
		2	3		
váha	0,5	0,2	0,2	0,1	

Vítěznou variantou je VARIANTA B – oblouková konstrukce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PŘES NÁDRAŽÍ

PEDESTRIAN FOOTBRIDGE OVER RAILWAY STATION

C – TECHNICKÁ ZPRÁVA

REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Hurych

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

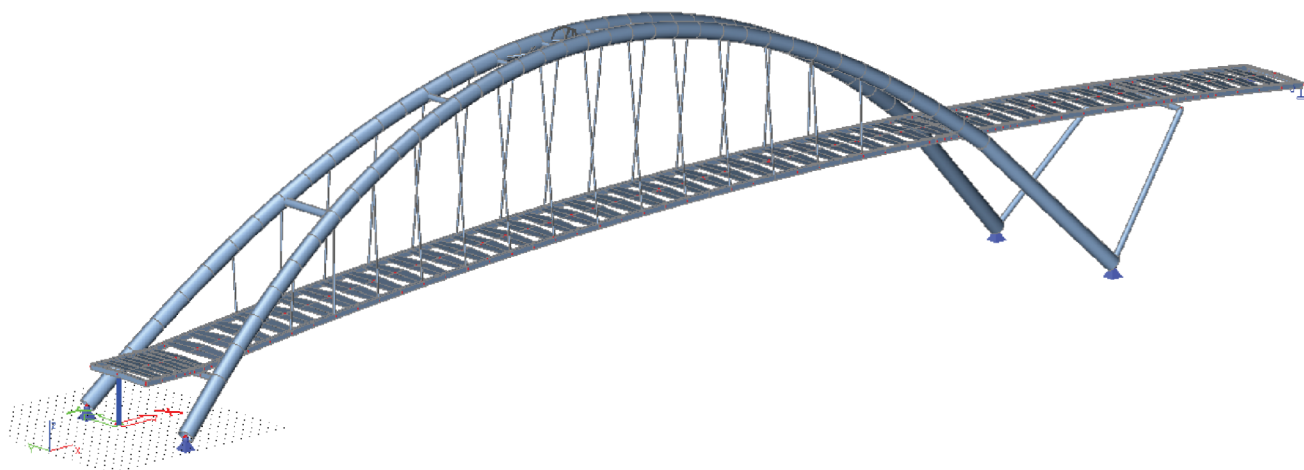
Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2020

Obsah:

1.1 Schéma konstrukce	2
1.2 Identifikační údaje.....	2
1.3 Základní údaje o mostu	3
1.4 Zdůvodnění stavby a umístění.....	3
1.5 Technické řešení mostu.....	3
1.5.1 Popis prvků konstrukce	4
1.5.2 Uložení konstrukce	5
1.5.3 Údaje o založení lávky.....	6
1.5.4 Vybavení lávky	6
1.5.5 Materiál.....	6
1.5.6 Řešení protikoroze ochrany.....	7
1.5.7 Údržba konstrukce.....	7
1.6 Uvažované zatížení lávky	7
1.7 Výstavba mostu	7
1.8 Přístup na lávku	8
2. Seznam použité literatury	8

1.1 Schéma konstrukce



1.2 Identifikační údaje o stavbě

Stavba:	Lávka přes nádraží, Brno
Objekt	SO 01 Lávka přes nádraží
Katastrální území:	Město Brno [610003]
Obec:	Brno [582786]
Kraj:	Jihomoravský
Objednatel stavby:	Statutární město Brno Dominikánské náměstí 196/1 Brno-město, 602 00 Brno
Uvažovaný správce:	Statutární město Brno Dominikánské náměstí 196/1 Brno-město, 602 00 Brno
Projektant:	Bc. Marek Hurych

1.3 Základní údaje o lávce

Délka konstrukce:	135,2 m
Rozpětí:	131,5 m
Délka hlavního pole:	106,1 m
Délka vedlejšího pole:	25,4 m
Výška lávky:	30,3 m
Šířka lávky:	13,5m
Šířka mostovky:	7,2 m
Volná šířka na lávce:	6,5 m
Vzepjetí oblouk	18,3 m
Úhel křížení:	kolmý 90°

1.4 Zdůvodnění stavby

Důvodem návrhu lávky pro pěší v centru Brna je nevyhovující podchod pod nádražím a plánovaná nová výstavba v této lokalitě, kterou by právě lávka měla pohodlně spojit s centrem Brna.

1.5 Technické řešení mostu

Jedná se o obloukovou lávku s mezilehlou mostovkou tvořenou dvěma hlavními kloubově uloženými oblouky skloněnými k sobě na osovou vzdálenost 3 m ve vrcholu, oblouky jsou skloněny pod úhlem cca 11°. Tyto oblouky šikmými závěsy podporují oba hlavní nosníky po osové vzdálenosti 5,08m. Konstrukce začíná nástupní plošinou, která je v místě podpory A umístěna na konzole uložené na podmostovkovém nosníku mezi oblouky, dále je konstrukce podporována šikmými závěsy a za polem oblouku navazuje mezilehlé pole a krátké koncové pole u budovy. Mezi posledními dvěma poli je konstrukce podporována šikmou stojkou kloubově připojenou k mostovce a vetknutou do základového bloku v místě uložení oblouku. Nově plánovanou budovou jsou zachyceny vodorovné posuny konstrukce.

1.5.1 Popis prvků konstrukce

Oblouky

Oblouky jsou navrženy jako dvojklobové, rozpětí oblouků je 101,6m, kdy tvar oblouku v částech pod mostovkou je přímý a v částech nad mostovkou mají oblouky tvar paraboly 2°, vzezpetí paraboly je 18,3m. Oblouky jsou po výšce j sobě skloněny pod úhlem cca 11° tak, že ve vrcholu dosahují osově vzdálenosti 3,0m.

Průřez oblouku je trubka průměru 1,45 m při stěně 35 mm v dolní části oblouku a stěně 30 mm ve vrcholové části oblouku. Celá konstrukce je navržena z oceli S355.

Ztužení oblouku v rovině je docíleno právě jeho tvarem a v rovině kolmé je zajištěno pomocí naklonění oblouků v kombinaci s příhradovým ztužidlem ve vrcholu oblouku, rámovými rozpěrami nad mostovkou a podmostvkovým nosíkem také tuze připojeným.

Mostovka

Mostovka je po své délce různě podporována, proto se její namáhání i průřez mění. Začátek mostovky (nástupní hrana) je umístěn na konzole dl. 6,5m, která je uložena na podmostvkovém nosníku vetknutém do oblouku. Poté mostovka překoná rozpětí 10,16m a je průběžně podporována závěsy z oblouku po osově vzdálenosti 5,08m až k dalšímu podmostvkovému nosníku, před kterým musí překonat rozpětí 12,70m. Pak na konstrukci navazuje delší mezilehlé pole o rozpětí 25,40 m a následuje poslední kratší pole před plánovanou budovou o rozpětí 13,00 m. Mezi posledními dvěma poli je mostovka podporována šikmou podpěrou, se kterou je kloubově neposuvně spojena. Další neposuvný spoj, který zajišťuje vodorovné posuny konstrukce je právě v místě podpory ve stropní konstrukci nově plánované budovy, které na toto namáhání musí být navržena.

Průřez mostovky je tvořen hned několika průřezy. Hlavním nosným prvkem jsou hlavní nosníky na krajích mostovky s uzavřeným svařovaným průřezem do krabice o vnějších rozměrech 340x500mm s tloušťkou pásnic od 15 do 30 mm a tloušťkou stojin 15 mm. Hlavní nosníky hlavně v polích s delším rozpětím spolupůsobí s ortotropní mostovkou mezi nimi u horní hrany průřezu.

Ortotroní mostovka je vyrobena z mostovkového plechu tl.12 mm, podélných výztuh po osově vzdálenosti 310 mm s průřezem obráceného tvaru T se stěnou stojiny 10x120 mm a stěnou pásnice 60x10 mm.

Ortotroní ocelová mostovka je s hlavními nosníky spojena přes příčníky, které jsou v konstrukci po osově vzdálenosti 2,54 m s průřezem obráceného T o proměnné výšce stojiny 240-310x10 mm s pásnicí 150x15 mm. Všechny prvky jsou vzájemně svařeny a působí jako celek jak ve vodorovné tak svislém směru.

Příčný sklon mostovky je vytvořen právě proměnným průřezem příčníků a je navržen ve sklonu 2%

Celá mostovka je vyrobena z oceli S355

Závěsy

Mostovka je přes závěsy na obou hlavních nosnících zavěšena na obloukových nosnících. Závěsy tvoří trubky TR 127x4mm z oceli S355 z důvodu výpočtu dle prvního řádu (splnění štíhlostních limitů). Závěsy jsou kloubově připojeny jak k hlavním nosníkům, tak k oblouku. Detail připojení je vyřešen ve výkresové dokumentaci, byly v něm použity prvky od firmy Maccaloy, specializující se na výrobu táhel.

Šikmé stojky

Šikmé stojky podporují mostovku mezi posledními dvěma poli. Stojky jsou kloubově připojeny k mostovce a pod mostovkou spojeny rozpěrou stojek. V místě jejich uložení na základový blok jsou připojeny tuze, ale díky své štíhlosti působí skoro jako kloubové. Šikmé stojky jsou kompletně vyrobeny z oceli S355 o průřezu trubky 500x15mm. Rozpěra stojek je z průřezu 500x30 mm.

Podmostvokové nosníky

Nosník spojující oblouk pod mostovkou a přenášející zatížení z mostovky do oblouku. Spojení mezi hlavním nosníkem a podmostvokovým nosníkem je pomocí elastomerových ložisek zajišťující daná posun a mezi podmostvokovým nosníkem a obloukem pomocí tuhého detailu. Průřez nosníku je obdélníkový, uzavřený, svařovaný z plechů o vnějších rozměrech 400x500 mm z oceli S355

Rozpěry oblouku

Tyto nosníky zajišťují tuhost a spolupůsobení oblouků. Jsou navrženy ve třech variantách:

- dlouhé – průřezu 700x20 mm
- střední – průřezu 500x20 mm
- krátké – průřezu 350x15 mm

Všechny tři jsou tuze spojeny s oblouky a kompletně vyrobeny z oceli S355

Ztužidlo

Ztužidlo je umístěno ve vrcholu oblouku právě mezi krátkými rozpěrami oblouků a zajišťuje také jejich tuhost a spolupůsobení. Diagonály ztužidla jsou navrženy jako kloubově připojené trubky průřezu 175x10mm z oceli S355.

1.5.2 Uložení konstrukce

Mostovka je uložena na ložiska. Všechna jsou navržena jako elastomerová s výztužnými vrstvami. V konstrukci jsou ložiska všesměrná, s vodícími lištami i neposuvná. Ložiska jsou navržena od výrobce Freyssinet. Ložiska jsou navržena tak, aby byla možná jejich výměna v průběhu užívání stavby.

Oblouk je uložen kloubově, k tomuto účelu je na trubce oblouku vytvořen speciální detail zajišťující kloubové uložení, tato část je vyřešena ve výkresové dokumentaci.

Více k uložení konstrukce ve statickém výpočtu a výkresové dokumentaci (část D a F)

1.5.3 Údaje o založení lávky

Řešení založení není součástí této diplomové práce. Předběžně je uvažováno se založením oblouků i stojky na základových blocích, spojených přes základový pás s pilotami. Konstrukce bude muset být kotvena i proti vodorovným silám například pomocí zemních kotev.

1.5.4 Vybavení lávky

Pochozí izolace

Ocelová mostovka bude opatřena pochozí izolací Concretin tl. cca 10 mm blíže specifikované ve statickém výpočtu, tato skladba byla převzata z Technických předpisů na stránkách www.pjpk.cz

Zábradlí

Mostovka bude osazena zábradlím výšky 1 300 mm z důvodu bezpečného pohybu cyklistů. Zábradlí bude v místě závěsů zhotoveno jako dílce, které zapadají přesně do mezery mezi závěsy. Přesný tvar zábradlí nebyl řešen, dle statického výpočtu může být osazeno i designové neprodyšné zábradlí například ze skla.

Osvětlení

Osvětlení mostovky bude provedeno světly umístěnými na rozpěrách oblouku nad mostovkou.

1.5.5 Materiál

Téměř všechny prvky konstrukce jsou zhotoveny z oceli S355, pouze na čepy pro připojení závěsů k hlavnímu nosníku a oblouku byla použita ocel S460.

Vzhledem k uvažované minimální teplotě prostředí až -33°C a rozsahu svařování konstrukce a tloušťce prvků plechů až 35 mm, byla zvolena jemnozrná konstrukční ocel označením NL, která má houževnatost splněnu až do -50°C a lepší svařitelnost

Ocel S355 NL (pro tloušťku do 40 mm)

Charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$

Mez pevnosti v tahu $f_u = 490 \text{ MPa}$

Ocel S460 NL (pro tloušťku od 40 mm do 80 mm)

Charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 430 \text{ MPa}$

Mez pevnosti v tahu $f_u = 540 \text{ MPa}$

Obecné vlastnosti oceli

Modul pružnosti	$E = 210\,000\text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G = 81\,000\text{ MPa}$
Součinitel příčné roztažnosti	$\nu = 0,3$
Měrná hmotnost	$\rho = 7\,850\text{ kg/m}^3$
Součinitel délkové roztažnosti	$\alpha = 0,000012\text{ deg}^{-1}$

1.5.6 Řešení protikorozní chrany

Konstrukce bude chráněna nátěrovým systémem provedeným ve dvou vrstvách dle výběru odborníka na nátěrové hmoty, kterého realizační firma vybere a bude za trvanlivost ochrany ručit. Obnova nátěru bude prováděna dle potřeby. Barva nátěru bude stanovena magistrátem města Brna při hlasování.

Něteré detaily konstrukce vyžadují ocel s protikorozními vlastnostmi, tyto materiály specifikovány ve výkresové dokumentaci (část F).

1.5.7 Údržba konstrukce

Pro udržení dobrého stavu konstrukce budou v intervalu 6 měsíců prováděny pravidelné prohlídky mostní konstrukce odborně způsobilou osobou a následné vady ihned odstraněny.

1.6 Uvažované zatížení lávky

Tato část podrobně řešena v příloze D – statický výpočet

1.7 Výstavba mostu

Výstavba započne zhostovením spodní stavby, poté co budou připraveny základové bloky pro montáž oblouku, bude oblouk po částech dle výkresové dokumentace (část C) namontován. V průběhu výstavby bude nutné oblouky průběžně kotvit či podpírat až do montáže posledního dílce včetně vodorovného ztužení.

Po kompletní montáži oblouků bude provedena montáž šikmých opěr, které budou v průběhu montáže dočasně podepřeny a namontována mostovka od budovy až k prvnímu podmostovkovému nosníku

Poté bude na oblouk zavěšena mostovka souběžně z obou stran, aby nebyl oblouk nerovnoměrně namáhán a nakonec bude namontována konzola u podpory A.

Po dokončení veškeré montáže bude konstrukce kompletně očištěna, zbavena mastnot, opatřena nátěrem, vybavena zábradlím, osvětlením a položena pochozí vrstva mostovky.

1.8 Přístup na lávku

Na lávku bude přístup zprostředkován pomocí travelátorů na samostatné nosné konstrukci z důvodu zajištění dilatace mostu. Travelátory budou osazeny ke konzole v místě se sníženým hlavním nosníkem z obou stran lávky.

Na druhé straně lávky mostovka plynule navazuje na nově projektovanou budovu, kde bude zhotoven plynulý přechod.

2. Seznam použité literatury

Normativní dokumenty:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – účinnost od 3/2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – účinnost od 3/2004
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – účinnost od 4/2007
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – účinnost od 5/2005
- [5] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou – účinnost od 7/2005
- [6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – účinnost od 12/2006
- [7] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčnicků – účinnost od 12/2006

Literatura:

- [8] HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. *Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 9788087093894.
- [9] KRÁL, Jaromír. *Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 9788087438053.
- [10] SCHINDLER, Antonín. *Navrhování ocelových mostů: učebnice pro stavební fakulty*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1980.

[11] PECHAR, Jiří, Jiří BUREŠ a Antonín SCHINDLER. *Kovové mosty*. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00523-X.

[12] HOŘEJŠÍ, Jiří a Jan ŠAFKA. *Statické tabulky*. Praha: SNTL, 1987. Technický průvodce (Česká matice technická).

Internetové zdroje:

[13] Ústav kovových a dřevěných konstrukcí – fakulta stavební v Brně – Pešek O. [online], dostupné z adresy: <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/>

[14] Technické předpisy dostupné na adrese: <http://www.pjpk.cz/>

[15] Podklady k elastomerovým ložiskům od výrobce Freyssinet na adrese: <http://www.freyssinet.cz/>

[16] Podklady ke kotevním systémům Hilti na adrese: <https://www.hilti.cz/>

[17] Podklady k ocelovým závěsům od výrobce Macalloy na adrese: <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>

[18] Dostupnost ocelových průřezů na stránkách výrobce Feron: <https://www.ferona.cz/>

Další použitá literatura:

[18] Poznámky z výuky BO009 Kovové mosty 1

[19] Poznámky z výuky CO059 Kovové mosty 2