



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

ANALÝZA STYČNÍKU PRUTŮ TRUBKOVÉHO PRŮŘEZU A JEHO PRAKTICKÉ VYUŽITÍ V NOSNÉ OCELOVÉ KONSTRUKCI LÁVKY PRO PĚŠÍ

ANALYSIS OF A JOINT OF STEEL TUBES MEMBERS AND ITS PRACTICAL USE IN
LOAD-BEARING STRUCTURE OF A PEDESTRIAN BRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Olga Kuttelwascherová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studentka: **Bc. Olga Kuttelwascherová**
Vedoucí práce: **Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: N0732A260026 Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza styčnicku prutů trubkového průřezu a jeho praktické využití v nosné ocelové konstrukci lávky pro pěší

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte parametrickou studii vlivu jednotlivých vstupních veličin na napjatost a přetváření styčnicku prutů s kruhovým uzavřeným průřezem. Analýzu styčnicku proveďte numericky za použití vhodných nástrojů, výsledky numerických modelů mohou být validovány experimentální analýzou. S využitím znalostí o chování styčnicku navrhnete lávku pro pěší s použitím předmětného styčnicku v nosné konstrukci. Hlavní nosná konstrukce lávky bude zhotovena z oceli, některé prvky mohou být z konstrukčního skla. Konstrukce lávky bude navržena na účinky pěší dopravy a klimatických zatížení odpovídajících umístění stavby a také s ohledem na provádění, provoz a údržbu lávky, dalším kritériem může být architektonické vyjádření autora. Dále vypracujte podrobnou analýzu styčnicku a parametrické studie, dále statické posouzení hlavních prvků nosné konstrukce a vybraných detailů navržené lávky, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy, výkresy hlavních konstrukčních dílců a charakteristických detailů), výkaz materiálu a technická zpráva.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Výstupem práce budou výsledky podrobné analýzy styčnicku a parametrické studie vlivu jednotlivých vstupních veličin na stav napjatosti a přetváření styčnicku. Na základě získaných poznatků bude navržena nosná konstrukce lávky s použitím předmětného styčnicku - výstupem návrhu lávky bude statické posouzení hlavních prvků nosné konstrukce a vybraných spojů, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy, výkresy hlavních konstrukčních dílců a charakteristických detailů), výkaz materiálu a technická zpráva.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Předpisy a standardy upravující požadavky na stavby pro daný typ využití.

Bujňák, J. a Vičan, J.: Navrhovanie ocelových konštrukcií. Žilinská univerzita v Žiline, 2012.

da Silva, L. S., Simoes, R., Gervásio, H. Design of Steel Structures. 2nd edition, ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, 2016.

Ferjenčík, P. a kol. Navrhovanie ocelových konštrukcií, 1. časť + 2. časť. SNTL Praha, 1986.

Marek, P. a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb. SNTL Praha, 1985.

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí.

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí.

ČSN EN 1994 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí.

ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí.

a další související normy, předpisy a technické dokumenty.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2023

L. S.

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá analýzou chování styčnicku a jeho následným využitím v nosné ocelové konstrukci lávky pro pěší. Předmětný detail může najít uplatnění jako konstrukční řešení křížení uzavřených průřezů. Analýza styčnicku se skládá z experimentální analýzy, numerické analýzy a parametrické studie. Dále byl proveden statický návrh lávky pro pěší. Lávka se nachází v areálu základní školy v Litomyšli. Umožňuje tak propojení dvou stávajících budov. V návrhu lávky je předmětný detail použit v místě křížení ztužidel. Všechny ocelové prvky jsou navrženy z konstrukční oceli S355. Dále jsou navrženy dřevěné prvky pro vynesení pochozí plochy z jehličnatého dřeva C30 a skleněné tabule plnící funkci opláštění z izolačního skla. Pro numerickou analýzu, parametrickou studii i statický model lávky byl zvolen program Dlubal RFEM.

KLÍČOVÁ SLOVA

Experimentální analýza, numerická analýza, parametrická studie, lávka pro pěší, vnitřní síly, mezní stavy.

ABSTRACT

This master's thesis deals with the analysis of the behaviour of the joint and its subsequent use in the supporting steel structure of the pedestrian bridge. The detail in question may find application as a structural solution for the crossing of closed cross-sections. The analysis of the joint consists of experimental analysis, numerical analysis and parametric study. Furthermore, the structural design of the pedestrian bridge was carried out. The pedestrian bridge is located in the grounds of a primary school in Litomyšl. It enables the connection of two existing buildings. In the design of the pedestrian bridge, the detail in question is used at the crossing point of the bracings. All steel elements are designed in S355 structural steel. In addition, wooden elements for the walking surface are designed in C30 coniferous wood and glass panes acting as a curtain made of insulating glass. Dlubal RFEM was chosen for the numerical analysis, parametric study and the structural model of the pedestrian bridge.

KEYWORDS

Experimental analysis, numerical analysis, parametric study, pedestrian bridge, internal forces, limit states.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUTTELWASCHEROVÁ, Olga. *Analýza styčnicku prutů trubkového průřezu a jeho praktické využití v nosné ocelové konstrukci lávky pro pěší*. Brno, 2024. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Analýza styčnicku prutů trubkového průřezu a jeho praktické využití v nosné ocelové konstrukci lávky pro pěší* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Olga Kuttelwascherová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala všem, kteří přispěli ke vzniku této diplomové práce.

Největší poděkování patří vedoucímu práce Ing. Ondřeji Peškovi, Ph.D. za cenné rady a jeho vstřícný a ochotný přístup při konzultacích a jeho věcné připomínky v průběhu zpracování celé diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Pavle Bukovské za poskytnutí materiálu pro výrobu zkušebních těles pro experimentální analýzu.

Ing. Jiřímu Veselému a Jiřímu Fischerovi bych chtěla poděkovat za ochotu při výrobě zkušebních těles a za jejich vstřícný přístup v rámci příprav a samotného provádění experimentálních a materiálových zkoušek.

Tato práce byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu SV FAST-S-23-8317.

OBSAH PRÁCE

1. Úvod
2. Technická zpráva
3. Seznam použitých zdrojů
4. Seznam příloh

ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je provést podrobnou analýzu ocelového styčnicku, jehož konstrukční řešení je možno využít například jako detail křížení ztužidel. Dále je proveden návrh nosné ocelové konstrukce lávky pro pěší, ve kterém je konstrukční řešení detailu navrženo na základě poznatků z analýzy styčnicku.

Předmětné řešení styčnicku je podrobně zkoumáno pro křížení uzavřených průřezů, konkrétně kruhových trubek. Jedná se o svařovaný přípoj, kde křížení prvků je provedeno pomocí prstence z ocelové kruhové trubky, na který jsou přivařeny křížící se prvky. Jedná se o elegantní řešení, které je jednoduše proveditelné v praxi. Takové konstrukční řešení není obsaženo v žádné normě pro navrhování ocelových konstrukcí, proto je zatím možné tento typ styčnicku navrhovat pouze za pomoci numerické, případně experimentální analýzy.

Tato práce má za cíl podrobně analyzovat styčnick a jeho mechanické chování. Analýza styčnicku zahrnuje experimentální analýzu, která byla provedena na dvou sadách zkušebních těles a dále numerickou analýzu provedenou v programu Dlubal RFEM. Na základě výsledků analýz je následně provedena parametrická studie přípoje, jejíž závěry mohou být nápomocné k návrhu takového typu styčnicku.

Dalším cílem je na základě výsledků z parametrické studie použít takový detail v nosné ocelové konstrukci lávky pro pěší. Byl proveden návrh konstrukce lávky, která propojuje dva objekty v areálu základní školy. Jedná se tedy o uzavřenou konstrukci. Boční opláštění je navrženo z izolačního skla. Lávka byla posouzena na stálé složky zatížení, dále na užitná a klimatická zatížení a zatížení teplotou. Konstrukce byla posouzena z hlediska mezního stavu únosnosti i mezního stavu použitelnosti.

Diplomová práce obsahuje technickou zprávu, teoretickou část, statický výpočet a výkresovou dokumentaci.

Technická zpráva shrnuje základní informace o navržené konstrukci lávky pro pěší, zejména lokalitu, zatížení a především popis, kotvení a montáž ocelové konstrukce. Součástí je také výkaz materiálu.

Teoretická část se skládá z experimentální analýzy, která zahrnuje i materiálové zkoušky. Dále je provedena numerická analýza, jejíž výsledky jsou v samostatné kapitole porovnány s experimenty. Nejobsáhlejší část teoretické části tvoří parametrická studie přípoje provedená v programu Dlubal RFEM. Teoretická část byla vypracována v rámci Specifického výzkumu SV FAST-S-23-8317.

Statický výpočet obsahuje výpočet zatížení, jeho rozdělení do zatěžovacích stavů a následně kombinace zatížení. Dále je provedeno posouzení jednotlivých typů prvků z hlediska MSÚ i MSP, posouzení vybraných detailů včetně kotvení konstrukce.

Poslední částí diplomové práce je výkresová dokumentace, která obsahuje globální pohledy na konstrukci, výrobní výkres vazníku, výkresy typických detailů a kotvení.



ANALÝZA STYČNÍKU PRUTŮ TRUBKOVÉHO PRŮŘEZU A JEHO PRAKTICKÉ VYUŽITÍ V NOSNÉ OCELOVÉ KONSTRUKCI LÁVKY PRO PĚŠÍ

ANALYSIS OF A JOINT OF STEEL TUBES MEMBERS AND ITS PRACTICAL USE
IN LOAD-BEARING STRUCTURE OF A PEDESTRIAN BRIDGE

TECHNICKÁ ZPRÁVA
TECHNICAL REPORT

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Olga Kuttelwascherová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2024

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba:	ocelová konstrukce lávky pro pěší
Místo stavby:	areál Základní školy Litomyšl
Katastrální území:	č. 685674, Litomyšl
Obec:	Litomyšl
Okres:	Svitavy
Kraj:	Pardubický

2 PŘEDMĚT STAVBY

Předmětem stavby je samostatně stojící ocelová konstrukce lávky pro pěší. Lávka propojuje výukovou budovu základní školy s nedalekou sportovní halou, která je pravidelně využívána pro výuku tělesné výchovy. Dojde k propojení dvou interiérových částí, proto je lávka navržena jako uzavřená se skleněným opláštěním.

Uvažuje se, že stávající zděné budovy mají nedostatečnou únosnost ve svislém směru, proto nejsou uvažovány jako podpory pro lávku. Ze statického hlediska se v případě navrhované lávky jedná o prostý nosník s převislými konci.

3 ZATÍŽENÍ

V rámci statického výpočtu byla uvažována následující zatížení:

3.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ dle [2]

- Vlastní tíha ocelových a dřevěných prvků – stanovena pomocí programu Dlubal RFEM na základě průřezových charakteristik jednotlivých prutů
- Vlastní tíha podlahy:
 - Pochozí plocha – dřevěná dubová prkna tl. 30 mm: $\gamma = 8 \text{ kNm}^{-3}$
 - Tepelná izolace tl. 130 mm: $\gamma = 1,5 \text{ kNm}^{-3}$
 - Záklop – dřevěná prkna tl. 10 mm: $\gamma = 7 \text{ kNm}^{-3}$
- Vlastní tíha střechy:
 - Plechová krytina: $g_{k,2} = 0,35 \text{ kNm}^{-2}$
 - Tepelná izolace tl. 360 mm: $\gamma = 1,5 \text{ kNm}^{-3}$
 - Záklop – dřevěná prkna tl. 10 mm: $\gamma = 8 \text{ kNm}^{-3}$
- Tíha skleněných tabulí tl. 25 mm – $\gamma = 25 \text{ kNm}^{-3}$

3.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

- Užité zatížení kategorie C5 (plochy, kde může dojít ke koncentraci lidí) – $q_k = 5 \text{ kNm}^{-2}$ dle [2]
- Užité zatížení na střechy kategorie H (nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav) – $q_H = 0,75 \text{ kNm}^{-2}$ dle [2]
- Zatížení sněhem – $s_k = 1 \text{ kNm}^{-2}$ dle [3]
- Zatížení větrem – $v_{b0} = 25 \text{ ms}^{-1}$ dle [4]

- Zatížení změnou teploty: dle [5]
 - Venkovní teplota:
 - Léto: 35 °C
 - Zima: -20 °C
 - Referenční = montážní teplota: $T_{REF} = 18$ °C
 - Teplota uvnitř lávky: 20 °C

4 POPIS KONSTRUKCE

4.1 KONSTRUKCE LÁVKY

Hlavní nosnou konstrukci tvoří dva příhradové vazníky, které mají délku 45 m a výšku 3,5 m. Mezipásové pruty tvoří svislice a křížové uspořádání diagonál. Příhradové vazníky jsou v rovině horního i dolního pásu vzájemně spojeny příčníky, které spolu se svislicemi tvoří tuhý rám. Rámy rozdělují příhradový vazník celkem do 12 polí, přičemž délka jednoho pole činí 3,75 m. V úrovni horního i dolního pásu jsou umístěny ve třetinách rozpětí pole (po 1,25 m) ještě sekundární příčníky, které v úrovni horního pásu přenáší tíhu střešní konstrukce a v úrovni dolního pásu jsou součástí mostovky.

Mostovka lávky je prvková a je tvořena sekundárními příčníky z IPE profilů a podélníky z dřevěných hranolů po vzdálenostech 600 m. Pochozí plocha je tvořena dřevěnými prkny. Prostorová tuhost konstrukce je zabezpečena systémem vodorovných křížových ztužidel v rovině horních i dolních pásů vazníků.

Konstrukce lávky je podepřena dvěma rovinnými příhradovými sloupy. Sloupy jsou vzdálené 7,4 m od bližšího konce lávky. Každý sloup je ukotven do samostatné základové patky. Protože se v prostoru umístění lávky zvyšuje terén směrem k jedné z budov, má každý sloup jinou výšku. Vyšší sloup je 8 m vysoký, nižší sloup má výšku 5,2 m.

Přestože konstrukce spojuje dvě budovy, není uvažováno s tím, že by budovy tvořily svislé podpory pro lávku. Ze statického hlediska se jedná o nosník s převislými konci, přičemž vzdálenost mezi sloupy je 30 m. Lávka tedy překonává rozpětí 45 m. Výška konstrukce lávky a zároveň výška příhradových vazníků činí 3,5 m. Maximální výška konstrukce nad okolním terénem tedy činí 11,5 m. Šířka lávky je 3 m.

Lávka je po obvodu uzavřená, aby chodci byli chráněni před povětrnostními vlivy. Boční opláštění zabezpečují skleněné tabule o rozměrech 1,25×3,5 m.

Všechny ocelové prvky v konstrukci jsou navrženy z konstrukční oceli S355. V návrhu jsou použity průřezy válcované (IPE, HEB) a kruhové nebo čtvercové uzavřené průřezy. Dřevěné prvky (podélníky prvkové mostovky) jsou navrženy z rostlého jehličnatého dřeva C30. Skleněné tabule jsou navrženy z vrstveného izolačního skla.

4.2 KOTVENÍ KONSTRUKCE

Konstrukce je kotvena do čtyř základových konstrukcí, přičemž sloupy jsou uloženy v podélném směru kloubově pomocí čepového spoje. Připojení patního plechu k základové patce je zprostředkováno pomocí chemických kotev.

4.3 POVRCHOVÁ ÚPRAVA KONSTRUKCE

Ochrana ocelových prvků v konstrukci proti povětrnostním vlivům bude zajištěna protikorozním nátěrem.

5 VÝROBA, DOPRAVA A MONTÁŽ

Celá konstrukce je svařovaná. Samotná konstrukce lávky, tedy vazníky po délce spojené příčníky a ztužidly, je rozdělena celkem na tři montážní dílce. Každá rovinná příhradová konstrukce sloupů představuje samostatný montážní dílec.

Největší montážní dílce jsou části konstrukce lávky, kdy šířka činí 3,5 m, výška je 4 m a délka největšího montážního dílce je cca 15 m. Délka většího sloupu jakožto montážního dílce je cca 8 m, šířka je 5 m, výška je cca 0,25 m.

V prvním kroku montáže jsou vybetonovány základové konstrukce. Po vytvrdnutí betonu se instalují patní plechy s přivařenými deskami pro čepový přípoj sloupu.

Každý patní plech je k základové patce ukotven celkem 6 zainjektovanými kotevními šrouby M30. Následně se na čepové spoje ukotví sloupy, přičemž zajištění sloupů v podélném směru lávky zajistí dočasná ocelová konstrukce.

V dalším kroku bude instalována samotná lávka. Montážní dílce budou k sobě vzájemně přivařeny na zemi a poté pomocí jeřábu bude celé těleso vyzdviženo na sloupy.

V posledním kroku se provede konstrukční připojení k oběma budovám a bude provedena poslední vrstva protikorozního nátěru. Nakonec dojde k instalaci podlahy a střechy, provedení opláštění skleněnými tabulemi a k osazení madla zábradlí.

6 VÝKAZ MATERIÁLU

Výkaz materiálu ocelových prvků:

Označení průřezu	Počet prutů	Délka [m]	Celková délka [m]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Měrná hmotnost [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celková hmotnost [t]
HEB 240	48	3,75	180,00	248,40	83,21	83,21	312,04	14,98
IPE 240	26	3,00	72,00	66,24	0,28	30,71	92,13	2,211
IPE 180	48	3,00	144,00	100,80	0,34	18,80	56,40	2,707
SHS 150x10 (za studena)	26	3,50	91,00	50,68	0,48	41,29	103,23	3,757
TRKR 244,5x12 (za studena)	10	2,69	26,87	20,64	0,24	68,84	185,01	1,850
TRKR 168,3x5 (za studena)	2	3,67	7,33	3,88	0,02	20,17	73,97	0,148
TRKR 168,3x5 (za studena)	1	4,33	4,33	2,29	0,01	20,17	87,42	0,087
TRKR 168,3x5 (za studena)	2	3,13	6,25	3,31	0,02	20,17	63,05	0,126
TRKR 139,7x5 (za studena)	2	3,24	6,47	2,84	0,01	16,64	53,85	0,108
TRKR 139,7x5 (za studena)	4	2,67	10,69	4,69	0,02	16,64	44,46	0,178
TRKR 139,7x5 (za studena)	2	3,66	7,31	3,21	0,02	16,64	60,83	0,122
TRKR 139,7x5 (za studena)	2	3,44	6,87	3,02	0,01	16,64	57,18	0,114
TRKR 139,7x5 (za studena)	96	2,56	245,76	108,09	0,53	16,64	42,69	4,089
TRKR 114,3x5 (za studena)	96	2,40	230,51	82,75	0,40	13,50	32,42	3,112
Celkem	339							33,59

Výkaz materiálu dřevěných prvků:

Označení průřezu	Počet prutů	Délka [m]	Celková délka [m]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Měrná hmotnost [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celková hmotnost [t]
obdélník 150/150	72	3,75	270,00	162,00	6,08	11,25	42,19	3,037
Celkem	72		270,00	162,00	6,08			3,037

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vypracovat statický návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce lávky pro pěší tak, aby splňovala požadavky aktuálně platných norem.

V prvním kroku byl vytvořen návrh dispozice, statické působení konstrukce, následně byl navržen konstrukční systém stavby a byl zvolen materiál jednotlivých prvků. Dalším úkolem bylo provést výpočet veškerých zatížení, rozdělit na jednotlivé zatěžovací stavy a provést kombinace zatížení.

Pro stanovení vnitřních sil v konstrukci byl vytvořen prostorový prutový model konstrukce v programu Dlubal RFEM. Následně byly navrženy dimenze jednotlivých typů prvků v konstrukci a jejich posouzení z hlediska mezních stavů. Výpočtem byly ověřeny také přípoje a kotvení konstrukce.

Závěrem lze konstatovat, že navržená konstrukce nosné ocelové konstrukce lávky pro pěší je spolehlivá jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti, což bylo ověřeno výpočty. Navržené konstrukční řešení objektu s vybranými konstrukčními detaily je patrné z výkresové dokumentace.

8 POUŽITÝ SOFTWARE

- Dlubal RFEM 5.31
- MS Word
- MS Excel
- Autodesk AutoCAD

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990 ed.2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- [6] Dlubal. *Oblasti zatížení sněhem, větrem a zemětřesením* [online]. Praha: Dlubal Software, c2001-2022 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://www.dlubal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>
- [7] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- [9] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [10] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování styčnicků
- [11] ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [12] ČSN EN 16612: Sklo ve stavebnictví – Stanovení únosnosti příčně zatížených tabulí skla výpočtem
- [13] ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: Teoretická část

Příloha č.2: Statický výpočet

Příloha č.3: Výkresová dokumentace