



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

OCELOVÁ KONSTRUKCE ROZHLEDNY

STEEL STRUCTURE OF LOOKOUT TOWER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Václav Pavlas-Jirásek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2021



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	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Václav Pavlas-Jirásek
Název	Ocelová konstrukce rozhledny
Vedoucí práce	Ing. Ivan Balázs, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1090: Provádění ocelových konstrukcí

MAREK, Pavel a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury; Alfa, vydavatelství technické a ekonomické literatury, 1985

KOZÁK, Jiří. Ocelové stožáry a věže. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1990

DA SILVA, Luís Simoes, SIMOES, Rui, GERVÁSIO, Helena. Design of Steel Structures. Brussels: ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, 2010, ISBN 978-92-9147-098-3

LEDERER, Ferdinand. Priestorové ocelové konštrukcie. Bratislava: Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1981

PILGR, Milan. Kovové konstrukce. Navrhování prvků ocelových konstrukcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019, ISBN 978-80-7623-018-7

BUJŇÁK, Ján, VIČAN, Josef. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2012, ISBN 978-80-554-0529-2

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zpracujte návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce rozhledny o orientační výšce 35 m umístěné na vrcholu Zvičina v Královéhradeckém kraji. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s architektonickými a koncepčními požadavky vyplývajícími z účelu objektu. Nosnou konstrukci předběžně navrhnete v několika variantách, z nichž nejvhodnější bude vybrána pro podrobné rozpracování. Posouzení proveďte v souladu s aktuálně platnými normativními dokumenty pro navrhování ocelových konstrukcí.

Požadované výstupy: Předběžný návrh variant konstrukčního řešení včetně jejich porovnání a zhodnocení, technická zpráva shrnující základní charakteristiky navržené konstrukce, statický výpočet hlavních nosných částí vybrané varianty konstrukce, výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce obsahující zejména dispoziční výkresy, výkresy vybraných konstrukčních dílců včetně charakteristických detailů, orientační výkaz spotřeby materiálu.

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. Ivan Balázs, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce rozhledny o výšce 35,5 m. Prvotní návrh je vypracován ve dvou variantách. První varianta je prostorová příhradová konstrukce, druhá varianta je plnostěnná vetknutá konzola. Pro detailní zpracování byla zvolena první varianta. Příhradová konstrukce má čtvercový průřez, proměnný po výšce. Šířka v patě je 6,6 m a v nejužším místě 3,6 m. Hlavními nosnými prvky jsou kloubově kotvené sloupy. Základním materiálem je ocel pevnostní třídy S355.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ocelová konstrukce, rozhledna, zatížení větrem, sloup, kotvení, šroubový spoj, dynamika.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of a main load-bearing steel structure of the lookout tower with the height 35,5 m. Two different types of solution were designed. The first design is a spacial truss structure and the second design is a fixed solid cantilever. The first solution was chosen to be further developed. The truss structure has square plan that varies with height. The width is 6,6 m in the level of supports and 3,6 m in the narrowest section. Main bearing members are five pin-supported columns. The base material is steel of class S355.

KEYWORDS

Steel structure, lookout tower, wind load, column, anchorage, bolted joint, dynamics.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Václav Pavlas-Jirásek *Ocelová konstrukce rozhledny*. Brno, 2021. 16 s., 131 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivan Balázs, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Ocelová konstrukce rozhledny* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 1. 2021

Bc. Václav Pavlas-Jirásek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Ocelová konstrukce rozhledny* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 1. 2021

Bc. Václav Pavlas-Jirásek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych rád poděkoval panu Ing. Ivanu Balázsovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, za jeho ochotu, cenné rady a poznámky a za výbornou komunikaci.

Děkuji také své rodině, která je vždy se mnou, a svým kamarádům, na které se mohu za všech okolností spolehnout.



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

OCELOVÁ KONSTRUKCE ROZHLEDNY

STEEL STRUCTURE OF LOOKOUT TOWER

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

A – TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Václav Pavlas-Jirásek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2021

Obsah

1	Základní údaje	- 2 -
2	Dispoziční řešení	- 2 -
3	Použité normativní dokumenty.....	- 2 -
4	Materiály	- 2 -
5	Zatížení	- 3 -
5.1	Zatížení stálé.....	- 3 -
5.2	Zatížení proměnné	- 3 -
5.3	Zatížení dynamickými účinky	- 3 -
6	Konstrukční řešení.....	- 3 -
6.1	Vnější sloup	- 3 -
6.2	Středový sloup.....	- 4 -
6.3	Vaznice	- 4 -
6.4	Vodorovný nosník	- 4 -
6.5	Diagonála.....	- 5 -
6.6	Ztužidlo	- 5 -
7	Statické řešení.....	- 5 -
8	Výroba a montážní postup.....	- 5 -
9	Povrchová úprava	- 6 -
10	Údržba	- 6 -
11	Výkaz materiálu	- 6 -
12	Seznam dokumentů	- 7 -
13	Seznam použitých zdrojů	- 7 -

1 Základní údaje

Cílem této diplomové práce je návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce rozhledny. Stavba se bude nacházet na kopci Zvičina u obce Třebihošť v Královéhradeckém kraji. Základním orientačním rozměrem je výška 35 m. Nosná konstrukce byla vypracována ve dvou prvotních variantách. První varianta je řešena jako prostorová příhradová konstrukce s kloubově kotvenými sloupy. Druhá varianta je řešena jako plnostěnná vetknutá konzola. Pro obě varianty byl vytvořen výpočtový prutový model v programu RFEM. Obě varianty byly zatíženy, nadimenzovány a posouzeny v přídatném modulu RF-STEEL EC3. Pro podrobné zpracování byla vybrána příhradová konstrukce.

2 Dispoziční řešení

Tvar vybrané nosné konstrukce je čtvercový v půdorysu a proměnný po celé výšce. Šířka v patě a ve špičce je 6,6 m a v nejužším místě 3,6 m. Nejužší místo se nachází v polovině výšky stavby, konstrukce je tedy skoro symetrická a tvarem připomíná přesýpací hodiny. Hlavními nosnými prvky jsou čtyři vnější sloupy a jeden středový sloup. Výška konstrukce ve vrcholu je 35,5 m. Střešní plášť o sklonu 5% je z trapézového plechu, který je uložen na vaznicích a nejvýše uložených vodorovných nosnících. Vaznice jsou kotveny do sloupů. Prostorová tuhost je zajištěna kloubově uloženými vodorovnými nosníky a diagonálami. Ve výšce 31,5 m se nachází vyhlídková plošina s podlahou ze slzového plechu. Podlaha je uložena na vodorovných nosnících. Na vyhlídkovou plošinu vede točité schodiště. Jednotlivé stupně jsou uloženy na konzolách vetknutých do středového sloupu. Středový sloup je pod podlahou vyhlídkové plošiny propojen ztužidly s dvěma vnějšími sloupy. Rozhledna má po výšce devět výškových úrovní, jejichž výška je násobkem 3,5 m.

3 Použité normativní dokumenty

Konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1090: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí

4 Materiály

Všechny ocelové konstrukční prvky a styčnickové a spojovací plechy jsou z oceli pevnostní třídy S355. Šrouby v konstrukčních spojích jsou pevnosti 4.6, kotevní šrouby jsou pevnosti 8.8. Pro základové patky byl zvolen beton třídy C20/25. Na podliti bude použita cementová malta třídy M10.

5 Zatížení

Zatížení na konstrukci bylo stanoveno na základě normy ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí. Byl sestaven prostorový prutový model v programu Dlubal RFEM, do kterého bylo následně vneseno vypočtené zatížení formou zatěžovacích stavů. Podrobný výpočet zatížení je uveden ve statickém výpočtu. Program poté provedl automatickou tvorbu kombinací zatěžovacích stavů a výpočty vnitřních sil. Následně byly vybrané nosné konstrukční prvky posouzeny pomocí přídatných modulů RF-STEEL EC3 a RF-DYNAM Pro, a ručním výpočtem.

5.1 Zatížení stálé

- vlastní tíha konstrukce stanovená programem RFEM
- tíha střešního pláště $g_k = 0,055 \text{ kN/m}^2$
- tíha podlahy vyhlídkové plošiny $g_k = 0,275 \text{ kN/m}^2$
- tíha zábradlí na plošině a na schodišti $g_k = 0,17 \text{ kN/m}$

5.2 Zatížení proměnné

- užité zatížení na rozhledně se nejvíce blíží kategorii C4 (plochy určené k pohybovým aktivitám), je stanoveno jako rovnoměrné spojitě zatížení $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- užité zatížení na schodišti je rovnoměrné spojitě zatížení $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- pro sněhovou oblast V byla určena charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$
- pro větrnou oblast II a kategorii terénu III je základní rychlost větru $v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$

5.3 Zatížení dynamickými účinky

- budící síla $F_o = 0,7 \text{ kN}$ simulující jednu osobu na plošině rozhledny
- budící síla $F_s = 7 \text{ kN}$ simulující skupinu osob na plošině rozhledny

6 Konstrukční řešení

Hlavní nosný systém tvoří čtyři vnější sloupy a jeden středový sloup. Sloupy jsou kloubově kotveny do základových patek. Středový sloup je připojen k vnějším sloupům pomocí vodorovných ztužidel. Vnější sloupy jsou propojeny vodorovnými nosníky a diagonálami. Střešní konstrukci tvoří vaznice a nejvýše uložené vodorovné nosníky.

6.1 Vnější sloup

Vnější sloupy jsou prostorově zakřivené prvky ve tvaru symetrické paraboly. Konce paraboly se nachází v patě a ve špičce sloupu, vrchol paraboly směřuje do středu rozhledny. Sloupy jsou od sebe osově vzdáleny 6,6 m v patě a ve špičce, v nejužším místě 3,6 m. Výška sloupu je 35 m. Průřez sloupu je kruhová trubka TR 406,4x25,0. Sloup je na spodním konci koutovým svarem o účinné výšce 5 mm přivařen k patní desce, která je ukotvena do betonové patky pomocí čtyř dodatečně osazených kotevnic

šroubů M24x500. Celá konstrukce jednoho sloupu se skládá ze tří montážních dílců spojených V svarem s plným průvarem. Dolní dílec má přibližnou délku 11,603 m a jeho součástí je patní plech tloušťky 12 mm o rozměrech 600x600 mm a osm styčnickových plechů. Prostřední dílec má délku 12 m a jeho součástí je šest styčnickových plechů. Horní dílec má přibližnou délku 11,618 m a jeho součástí je devět, respektive deset styčnickových plechů, podle toho, je-li daný sloup propojen ztužidlem se středovým sloupem. Všechny styčnickové plechy mají tloušťku 8 mm a slouží pro připojení vodorovných nosníků, diagonál a, v případě horního dílce, ztužidel a vaznic.

6.2 Středový sloup

Středový sloup je jedním z hlavních nosných prvků rozhledny. Je umístěn přesně uprostřed půdorysu konstrukce. Jeho profil je kruhová trubka TR 610,0x12,5. Celková výška sloupu je 35,5 m. Na spodním konci je koutovým svarem o účinné výšce 5 mm přivařen k patní desce, která je ukotvena do betonové patky pomocí čtyř dodatečně osazených kotevních šroubů M24x500. Celá konstrukce sloupu se skládá ze tří montážních dílců spojených V svarem s plným průvarem. Dolní dílec má délku 11,812 m a jeho součástí je patní plech tloušťky 12 mm o rozměrech 800x800 mm a šedesát pět konzol pro uchycení schodišťových stupňů. Prostřední dílec má délku 11,9 m a jeho součástí je sedmdesát osm konzol pro uchycení schodišťových stupňů. Horní dílec má délku 11,8 m a jeho součástí je šest styčnickových plechů a čtyřicet devět konzol pro uchycení schodišťových stupňů. Všechny styčnickové plechy mají tloušťku 8 mm a slouží pro připojení ztužidel a vaznic.

6.3 Vaznice

Vaznice jsou střešní nosné prvky. Mají profil čtvercové trubky SHS 50x3,2. Čtyři vaznice mají délku 4,159 m a vedou od špičky středového sloupu ke špičkám vnějších sloupů, čímž tvoří v půdorysném průmětu dvouose symetrický kříž. Ke sloupům jsou připojeny šroubovými spoji M12x35 se styčnickovými plechy tloušťky 8 mm. Další čtyři vaznice mají délku 3,176 m a propojují výše zmíněné delší vaznice uprostřed jejich rozpětí. Připojené jsou také šroubovými spoji M12x35 se styčnickovými plechy tloušťky 8 mm.

6.4 Vodorovný nosník

Vodorovné nosníky jsou prvky, které spojují vnější sloupky mezi sebou a spolu s diagonálami tak vytváří systém zajišťující prostorovou tuhost konstrukce. Profilem nosníků je kruhová trubka TR 101,6x3,2. Délky jednotlivých prutů jsou od 2,97 m do 6,084 m. Ke sloupům jsou připojeny šroubovými spoji M12x35 se styčnickovými plechy tloušťky 8 mm. Nejvýše uložené nosníky jsou součástí nosné konstrukce střechy. Nosníky v osové výšce 31,5 m slouží jako nosná konstrukce podlahy vyhlídkové plošiny. Součástí každého nosníku je styčnickový plech tloušťky 8 mm uprostřed rozpětí, který slouží k připojení diagonál.

6.5 Diagonála

Diagonály jsou šikmé prvky spojující sloup ve spoji a vodorovný nosník umístěný o jednu výškovou úroveň výše. Spolu s vodorovnými nosníky tvoří systém zajišťující prostorovou tuhost konstrukce. Diagonály mají profil kruhové trubky TR 76,1x2,6. Ke sloupům a nosníkům jsou připojeny šroubovými spoji M12x35 se styčnickovými plechy tloušťky 8 mm.

6.6 Ztužidlo

Ztužidla jsou dva vodorovné prvky, které slouží ke zvýšení tuhosti konstrukce a zkrácení vzpěrné délky středového sloupu. Spojují středový sloup s dvěma vnějšími sloupy. Jsou umístěna pod podlahou vyhlídkové plošiny. Profil ztužidel je kruhová trubka TR 60,3x2,6. Ke sloupům jsou připojena šroubovými spoji M12x35 se styčnickovými plechy tloušťky 8 mm.

7 Statické řešení

Byl vytvořen prostorový prutový model konstrukce v programu Dlubal RFEM, do kterého bylo zaneseno zatížení. Program automaticky vytvořil kombinace zatěžovacích stavů a vypočetl výsledné vnitřní síly. Vybrané prvky byly následně posouzeny v přidavných modulech RF-STEEL EC3 a RF-DYNAM Pro, a ručním výpočtem pomocí programu Microsoft Excel. Prvky byly posouzeny podle platných norem.

Analýza vnitřních sil a deformací byla provedena geometricky nelineárně (podle teorie II. řádu) na základě hodnoty součinitele kritického zatížení α_{cr} , která je menší než limitní hodnota.

$$\alpha_{cr} = 3,006 < \alpha_{LIM} = 10$$

8 Výroba a montážní postup

Konstrukce bude provedena podle normy ČSN EN 1090-2. Stanovená třída provedení je EXC2. Vyrobí se jednotlivé dílce a montážní položky, které se následně dopraví na stavbu.

Montážní postup:

1. Zajištění staveniště, výkopové práce, podkladní beton, betonáž základových patek.
2. Po vyzrání betonu se na patky připraví dolní dílce sloupů a vyvrtají se otvory do betonu, aby mohly být osazeny kotevní šrouby. Deska se vyrovná a podlijí betonem. Mezery mezi kotvami a patní deskou se vyplní materiálem pro zajištění přenosu smykových sil. Sloupy musí být podepřeny dočasnými podporami.
3. Mezi vnější sloupy se osadí první úroveň vodorovných nosníků a diagonál. Jakmile jsou vnější sloupy pevně propojeny, můžou se odstranit dočasné podpory vnějších sloupů.
4. Montáž nosníků a diagonál na dolní dílce sloupů.
5. Následuje osazení prostředních dílců sloupů a montáž nosníků a diagonál na tyto dílce.

6. Osazení horních dílců sloupů a následná montáž ztužidel spojujících středový sloup s vnějšími sloupy. Jakmile je středový sloup pevně spojen s vnějšími sloupy, můžou se odstranit zbývající podpory středového sloupu.
7. Montáž nosníků a diagonál na horní dílce sloupů.
8. Montáž vaznic a střešního pláště.

9 Povrchová úprava

Všechny konstrukční dílce a montážní položky budou po výrobě opatřeny ochrannou vrstvou pomocí žárového zinkování. Pozinkování proběhne podle normy ČSN EN ISO 1461. Při provádění protikorozní ochrany je důležité řídit se technologickým postupem žárového zinkování.

Dílce a montážní položky, které budou na konstrukci přivařeny montážním svarem, budou muset být v místě svaru opatřeny dodatečným protikorozním nátěrem.

10 Údržba

Konstrukce musí být pečlivě udržována po celou dobu životnosti konstrukce. Pravidelné kontrolní prohlídky by měly probíhat minimálně jednou za 5 let. Prohlídku musí provádět odborně způsobilá osoba.

11 Výkaz materiálu

PRVEK	PROFIL	CELKOVÁ DĚLKA [m]	HMOTNOST [kg/m]	CELKEM HMOTNOST [kg]
VNĚJŠÍ SLOUP	TR 406,4x25,0	141,25	235,5	33263,90
STŘEDOVÝ SLOUP	TR 610,0x12,5	35,50	184,5	6549,75
VAZNICE	SHS 50x3,2	31,98	4,6	147,09
VODOROVNÝ NOSNÍK	TR 101,6x3,2	188,00	7,8	1466,40
DIAGONÁLA	TR 76,1x2,6	339,61	4,7	1596,16
ZTUŽIDLO	TR 60,3x2,6	7,92	3,7	29,30
CELKEM [kg]				43052,61
SVARY (2%) [kg]				861,05
CELKOVÁ HMOTNOST KONSTRUKCE [kg]				43913,66

12 Seznam dokumentů

A – Technická zpráva

B – Statický výpočet

C – Porovnání variant

D – Programový výstup

E – Výkresová dokumentace

13 Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1990 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 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-3 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-3: Obecná pravidla – Doplňující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily
- [8] ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- [9] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [10] ČSN EN 1993-3-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 3-1: Věže, stožáry a komíny – Věže a stožáry
- [11] ČSN EN 1090-2+A1: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [12] ČSN EN ISO 2553: Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování ve výkresech – Svarové spoje
- [13] ČSN 01 3483: Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí
- [14] KOZÁK, Jiří. *Ocelové stožáry a věže*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00374-1

[15] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce. Podklady pro navrhování prvků ocelových konstrukcí* [online]. Brno, 2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/studijni-materialy.htm>

[16] STUDNIČKOVÁ, Marie, Jaromír KRÁL a Daniel MAKOVIČKA. Ověření lávek od dynamického zatížení chodci. *STAVEBNÍ OBZOR* [online]. 2011, **20**(5/2011), str. 135-141. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3606919-Stavebni-obzor-rocnik-20-cislo-5-2011.html>

[17] MÁCA, Jiří, Jan ŠTĚPÁNEK, J. MELCER a K. KOTRASOVA. Pedestrian load models of footbridges. *MATEC Web of Conferences* [online]. 2017, **107**. ISSN 2261-236X. Dostupné z: doi:10.1051/mateconf/201710700009