



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

**ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠŤ AUTOBUSOVÉHO
NÁDRAŽÍ VE VYŠKOVĚ**

ROOFING OF THE PLATFORMS IN VYŠKOV BUS STATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Kalivoda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Kalivoda
Název	Zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově
Vedoucí práce	Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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, ALFA Bratislava / SNTL Praha, 1986.

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

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí.

ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí.

a další související normy a technické dokumenty

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte statický návrh nosné konstrukce zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově. Jako konstrukční materiál nosných konstrukcí použijte ocel, některé konstrukční prvky je možné navrhnout ze dřeva. Navrhnete zastřešení dvou nástupišť o přibližných půdorysných rozměrech 50 × 20 metrů a 60 × 6 metrů, světlá výška je dána účelem stavby. Dimenze upřesněte tak, aby navržená konstrukce dispozičně splňovala požadavky dané účelem a umístěním stavby. Konstrukce bude navržena na účinky klimatických zatížení odpovídajících umístění stavby ve Vyškově. Výstupem práce bude statický výpočet hlavních prvků nosné konstrukce, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy, výkresy hlavních konstrukčních dílců a charakteristických detailů) a technická zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je návrh a statické posouzení konstrukce nového zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově. Návrh je rozdělen na dvě oddělené konstrukce, přičemž půdorysné rozměry jsou pro konstrukci č. 1 54 x 7,1 m a pro konstrukci č. 2 20 x 5,8 m. Celková výška konstrukce č. 1 je 8 m, konstrukce č. 2 7 m. Všechny rozměry vycházejí z nominálních rozměrů autobusů a jejich průjezdových výšek. Jako konstrukční materiály jsou použity – Ocel S355, ušlechtilá ocel 42crmo4 a jehličnaté dřevo C14.

KLÍČOVÁ SLOVA

Autobusové nádraží, ocelová konstrukce, dřevěná konstrukce, táhlo, čepový spoj, šroubový spoj.

ABSTRACT

The object of bachelor's thesis is the design and static assessment of the new roofing of the platforms in Vyškov bus station. The design is divided into two separate structures. The ground plan proportions of first structure are 54 x 7,1 m with 8 m height and the second 20 x 5,8 m with 7 m height. All dimensions are based on the nominal dimensions of the buses and their clearance heights. Steel S355, coniferous wood C14 and stainless steel 42crmo4 are used as construction materials.

KEYWORDS

Bus station, steel structure, timber structure, tension rod, joining pin, bolted connection.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tomáš Kalivoda *Zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově*. Brno, 2019. 15 s., 171 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 19. 5. 2019

Tomáš Kalivoda
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zastřešení nástupišť autobusového nádraží ve Vyškově* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 19. 5. 2019

Tomáš Kalivoda
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat všem co mě podporovali v mé cestě k napsání této bakalářské práce. Obzvláště pak svému vedoucímu Ing. Ondřeji Peškovi Ph.D. za jeho vedení a trpělivost se mnou.

Tomáš Kalivoda

OBSAH

A – Zadání, Technická zpráva

B – Statický výpočet

B01 – Statický výpočet konstrukce č. 1

B02 – Statický výpočet konstrukce č. 2

B03 – Terminologie

C – Programový vstup a výstup

D – Výkresová dokumentace – konstrukce č. 1

D1 – Půdorys

D2 – Řez A-A´

D3 – Řez B-B´

D4 – Konstrukční výkres pole

D5 – Konstrukční výkres řezu polem

D6 – Detaily

D7 – Kotvení

D8 – Styčnickové plechy

E – Výkresová dokumentace – konstrukce č. 2

E1 – Půdorys

E2 – Řez A-A´

E3 – Řez B-B´

E4 – Konstrukční výkres pole

E5 – Konstrukční výkres řezu polem

E6 – Detaily

E7 – Kotvení

E8 – Styčnickové plechy

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [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 sněhem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [7] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN 736058 – Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- [9] ETAG 001-1 Metal Anchors for use in Concrete – Part 1: Anchors in general
- [10] Pešek O. BO002 – Prvky kovových konstrukcí – Podklady do cvičení. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO02/PODKLADY_prvky_3.3.pdf
- [11] Pešek O. BO003/BO006 – Dřevěné konstrukce – Podklady do cvičení. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO03_BO06/PODKLADY_d%C5%99evo_2.1.pdf
- [12] Feroxa a.s., Česká republika. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: <https://www.feroxa.cz/>
- [13] Mapa zatížení sněhem na zemi. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: <https://clima-maps.info/snehovamapa/>
- [14] Mapa větrných oblastí. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO01/mapa_vitr.jpg
- [15] Ocelářské tabulky. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z: <http://www.statictools.eu/cs>

- [16] Hilti ČR, spol. s r.o. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z:
<https://www.hilti.cz/>
- [17] Katalog systémových táhel. [online] [cit. 2019-5-24] Dostupné z:
<http://www.firesta.cz/data/uploadHTML/files/katalog-protah.pdf>



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

ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠŤ AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ VE VYŠKOVĚ

ROOFING OF THE PLATFORMS IN VYŠKOV BUS STATION

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Kalivoda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

1. ÚVOD	2
2. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ:	2
2.1. NORMY	2
3. Geometrie (schéma konstrukce).....	3
3.1. Půdorysné rozměry konstrukce č. 1	3
3.2. Pohledy konstrukce č. 1	3
3.1. Půdorysné rozměry konstrukce č. 2	3
3.2. Pohledy konstrukce č. 2.....	3
4. Zatížení	4
5. Výpočtový model.....	4
6. Svislé nosné konstrukce	4
6.1. Sloupy.....	4
7. Vodorovné nosné konstrukce	5
7.1. Příčle	5
7.2. Průvlaky.....	5
7.3. Zadní převis	5
7.4. Vaznice	5
7.5. Vazničky	5
7.6. Ztužidlo	6
7.7. Táhla	6
7.8. Kotvení sloupů	6
8. Materiály.....	6
9. Povrchová úprava	6
10. Technologické podmínky	6
11. Montáž	7
11.1. Postup montáže konstrukce:	7
12. Závěr.....	7

1. ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je návrh a statické posouzení konstrukce nového zastřešení nástupiště ve Vyškově. Návrh se skládá ze dvou oddělených konstrukcí, přičemž půdorysné rozměry jsou pro konstrukci č. 1 54 x 7,1 m a pro konstrukci č. 2 20 x 5,8 m. Celková výška konstrukce č. 1 je 8 m, konstrukce č. 2 7 m. Všechny rozměry vycházejí z nominálních rozměrů autobusů a jejich průjezdových výšek. Jako konstrukční materiály jsou použity – Ocel S355, ušlechtilá ocel 42crmo4 a jehličnaté dřevo C14.

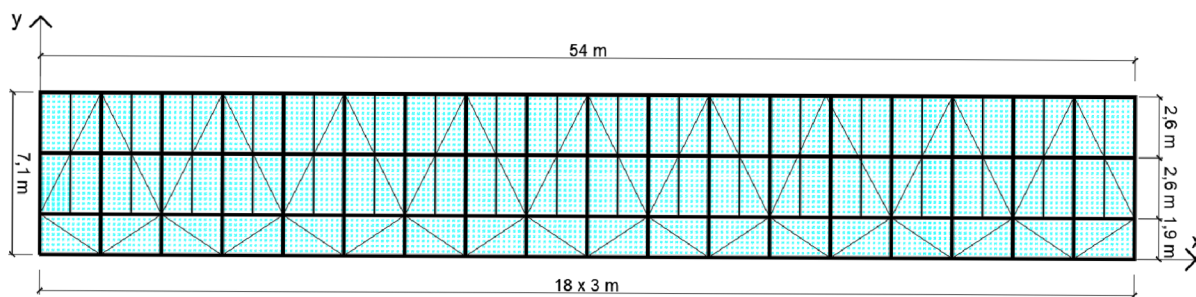
2. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ:

2.1. NORMY

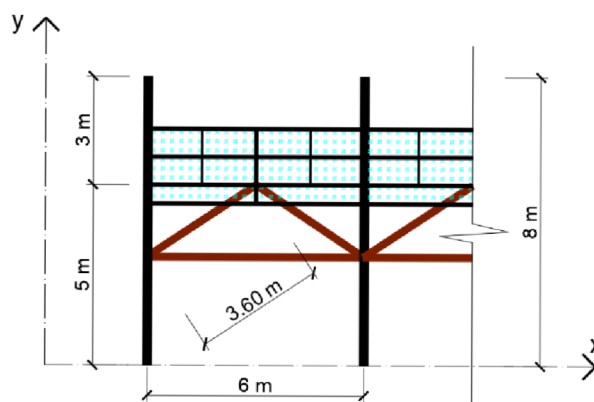
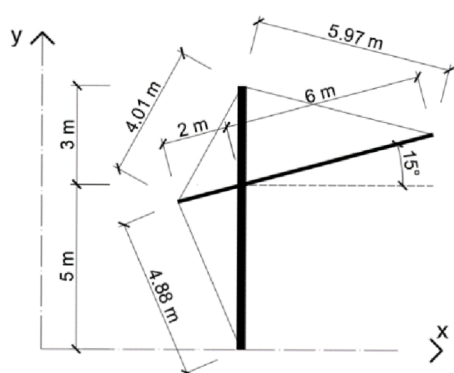
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíhy a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení sněhem
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
ČSN EN 1995-1-1	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

3. Geometrie (schéma konstrukce)

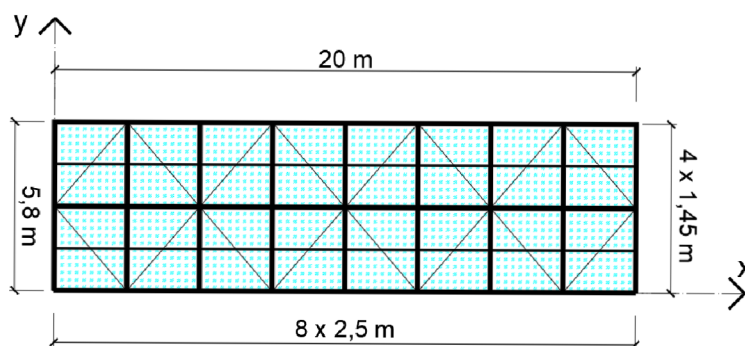
3.1. Půdorysné rozměry konstrukce č. 1



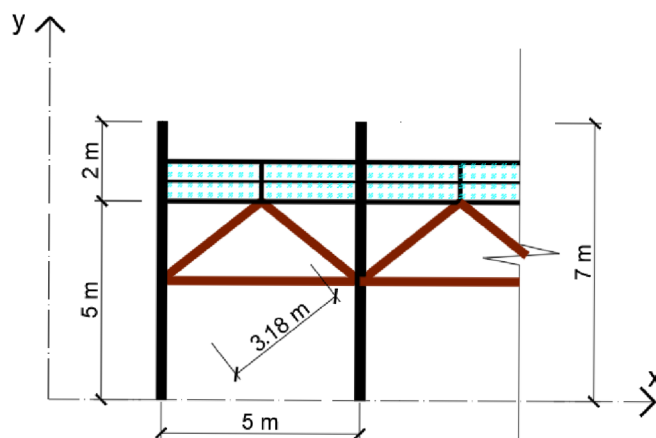
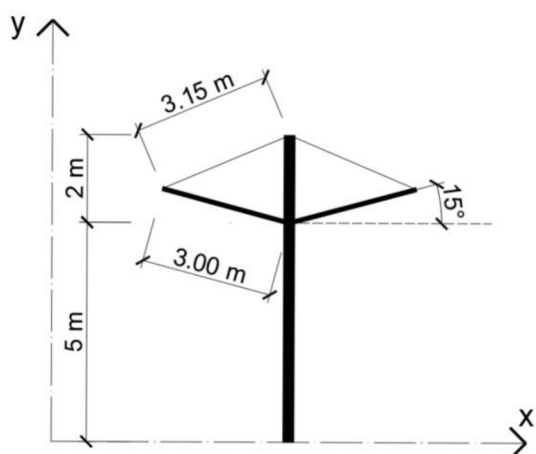
3.2. Pohledy konstrukce č. 1



3.1. Půdorysné rozměry konstrukce č. 2



3.2. Pohledy konstrukce č. 2



4. Zatížení

Vlastní tíha konstrukce byla zahrnuta pomocí programu Dlubal RFEM 5.18.01.

Ve výpočtu ostatního stálého zatížení zahrnuta tíha výplně střešního pláště z vrstveného tepelně zpevněného skla – TVG tloušťky 16,8 mm.

Zatížení sněhem vypočítáno pro oblast Vyškova. Charakteristická hodnota zatížení sněhem je zde $s_k = 0,88 \text{ kN/m}^2$. Ve výpočtu vnitřních sil a deformací konstrukce č. 1 byl použit pouze sníh rovnoměrný. Ten byl rozpočítán na jednotlivé prvky konstrukce pomocí funkce „vygenerovaná zatížení“. U konstrukce č. 2 byl sníh uvažován nejen rovnoměrný, ale i navátý zprava a zleva, který byl následně také rozpočítán funkcí „vygenerovaná zatížení“ na jednotlivé prvky konstrukce.

Zatížení větrem vypočítáno pro větrnou oblast II, kategorie terénu II – oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek. Základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$. V modelu jsou použity oba modely zatížení (spojité zatížení a osamělé síly) pro přístřešky a tření větru.

Součinitele zatížení:

- Stálá zatížení: nepříznivé $\gamma = 1,35$, příznivé $\gamma = 1,00$
- Proměnná zatížení: nepříznivé $\gamma = 1,5$, příznivé $\gamma = 0$

5. Výpočtový model

Statická analýza byla provedena za pomocí programu Dlubal RFEM 5.18.01. Byl vymodelován charakteristický 3D model a vypočítán pomocí teorie II. řádu. Podrobné informace o zatížení, zatěžovacích stavech, kombinacích a výsledcích viz. příloha C – programový vstup a výstup. Některé tyto informace jsou rovněž součástí přílohy B – statický výpočet.

6. Svislé nosné konstrukce

6.1. Sloupy

Sloupy konstrukce č. 1 navrženy: TR 508x30 (válcováno za studena)

Sloupy konstrukce č. 2 navrženy: TR 508x10 (válcováno za studena)

Sloupy konstruovány jako konzolový nosník. Připojený se zemí kotvami. Sloupy budou chráněny před nárazem vozidla pomocí flexibilního protinárazového ochranného oblouku.

7. Vodorovné nosné konstrukce

7.1. Příčle

Příčle konstrukce č. 1 navrženy: TR OBD 300x200x16 (válcováno za studena)

Příčle konstrukce č. 2 navrženy: TR OBD 300x200x10 (válcováno za studena)

Konstruovány jako konzolový nosník. Připojeny ke sloupů za pomocí přechodové konstrukce, která je přivařena tupým $\frac{1}{2}$ V swarem s plným provařením. A následně proveden šroubový spoj se šesti šrouby pro zajištění vetknutí.

7.2. Průvlaky

Průvlaky konstrukce č. 1 navrženy: TR OBD 300x200x16 (válcováno za studena)

Průvlaky konstrukce č. 2 navrženy: TR OBD 300x200x10 (válcováno za studena)

Konstruovány jako prostý nosník. Připojeny ke sloupů za pomocí přechodové konstrukce, která je přivařena tupým $\frac{1}{2}$ V swarem s plným provařením. A následně proveden šroubový spoj se dvěma šrouby.

7.3. Zadní převis

Zadní převis konstrukce č. 1 navržen: TR OBD 300x200x16 (válcováno za studena)

Konstruovány jako prostý nosník. Připojeny ke sloupů za pomocí přechodové konstrukce, která je přivařena tupým $\frac{1}{2}$ V swarem s plným provařením. A následně proveden šroubový spoj se dvěma šrouby.

7.4. Vaznice

Vaznice konstrukce č. 1 navrženy: TR OBD 300x200x16 (válcováno za studena)

Vaznice konstrukce č. 2 navrženy: TR OBD 300x200x10 (válcováno za studena)

Konstruovány jako prostý nosník. Připojeny k příčlím za pomocí přechodové konstrukce, která je přivařena tupým $\frac{1}{2}$ V swarem s plným provařením. A následně proveden šroubový spoj se dvěma šrouby.

7.5. Vazničky

Vazničky konstrukce č. 1 navrženy: TR OBD 200x100x16 (válcováno za studena)

Vazničky konstrukce č. 2 navrženy: TR OBD 200x100x6 (válcováno za studena)

Konstruovány jako prostý nosník. Připojeny k vaznicím za pomocí přechodové konstrukce, která je přivařena tupým $\frac{1}{2}$ V swarem s plným provařením. A následně proveden šroubový spoj se dvěma šrouby.

7.6. Ztužidlo

Ztužidlo konstrukce č. 1 navrženo: OBD 200x200

Ztužidlo konstrukce č. 2 navrženo: OBD 200x200

Konstruováno jako prostý nosník. Připojeny ke sloupů za pomocí dvou svorníků.

7.7. Táhla

Táhla konstrukce č. 1 navrženy: $\varnothing 36$ mm

Táhla konstrukce č. 2 navrženy: $\varnothing 20$ mm

Konstruovány jako tahový prut s počátečním předpětím 100 kN pro zajištění přenosu pouze tahu. Připojeny ke konstrukci za pomocí čepového spoje.

Pozn.: Kvůli architektonické stálosti konstrukce navrženy obě konstrukce ze stejných průřezů pouze jiné tloušťky materiálu.

7.8. Kotvení sloupů

Pro konstrukci č. 1 navrženy chemické kotvy HILTY M30 HAS-(E) 8.8 (18ks).

Pro konstrukci č. 2 navrženy chemické kotvy HILTY M16 HAS-(E) 8.8 (8ks).

8. Materiály

Hlavní konstrukce navrženy z oceli S355 válcované za studena, vedlejší konstrukce, tj. ztužidlo navrženo z jehličnatého dřeva C14. Použity šrouby M16 8.8, svorníky M20 8.8, čepy M32 a M18 z oceli 42crmo4.

9. Povrchová úprava

Na dřevě bude provedena tlaková impregnace jako ochrana proti hnilobě, dřevokazným houbám, škůdcům a povětrnostním vlivům. Použit produkt BOCHEMIT FORTE PROFI. Na ocelových prvcích bude provedeno žárové pozinkování 20 μ m dle ČSN EN ISO 1461 jako ochrana proti korozi a pro prodloužení životnosti.

10. Technologické podmínky

Konstrukce spadá do výrobní kategorie PC2 (svařované dílce vyrobené z oceli S355 a vyšší) a kategorie použitelnosti SC1 (konstrukce a dílce navržené na kvazistálé zatížení)

Konstrukce spadá do třídy následků CC3 a třídy provedení EXC3.

11. Montáž

11.1. Postup montáže konstrukce:

1. Výkopové práce – pro všechny sloupy
2. Betonáž základových patek – pro všechny sloupy
3. Vztyčení všech sloupů a jejich zakotvení
4. Konstrukce bude postupně složena z jednotlivých z polí, tj. částí mezi příčlemi, které budou na stavbu dovezeny v celku nebo smontovány až na místě.
5. Jednotlivá pole budou osazena a přichycena na táhla.
6. Bude vneseno předpětí do táhel.
7. Jako poslední bude osazeno ztužidlo, které je z velké části pouze architektonickým prvkem

Při provádění montáže konstrukce je třeba dodržet veškeré předpisy o bezpečnosti práce.

12. Závěr

Bakalářská práce je vypracována na úrovni DSP. Je zde vypracován statický výpočet a konstrukční návrh nosné konstrukce zastřešení nástupišť. Součástí dokumentace jsou základní výkresy konstrukce včetně rozhodujících detailů styčníků.