VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH KONSTRUKCÍ
DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

MUZEJNÍ EXPOZICE V HRADCI NAD MORAVICÍ

MUSEUM PAVILION IN HRADEC NAD MORAVICÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **EVA JIRKOVSKÁ**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Ing. MILAN PILGR, Ph.D.**
SUPERVISOR

BRNO 2017

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	Eva Jirkovská
Název	Muzejní expozice v Hradci nad Moravicí
Vedoucí práce	Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení
Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhněte nosnou ocelovou konstrukci budovy muzejní expozice o půdorysných rozměrech cca 24 × 48 m. Dispozici navrhněte v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Hradec nad Moravicí.
Požadované výstupy:
Technická zpráva
Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce
Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce

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. Milan Pilgr, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a statickým posouzením ocelové konstrukce haly muzea. Půdorysné rozměry jsou 24 x 48 m, výška konstrukce činí 9,3 m, střecha je sedlová ve sklonu 6°. Příčný nosný systém je tvořen rámovou konstrukcí se vzájemnou vzdálenosti 6 m. Na rámech jsou uloženy vaznice, které nesou střešní plášť. V hale se nachází plošina tvořená stropnicemi spřaženými s betonovou deskou. Stropnice jsou uloženy na průvlacích, které jsou připojeny na vnitřní sloupy. Tuhost systému je zajištěna stěnovými a střešními ztužidly z ocelových táhel.

Abstract

The thesis deals with the design and static assessment of the steel structure of the museum hall. The ground dimensions are 24 x 48 m, the height of the structure is 9,3 m, the roof is saddle-shaped at 6°. The transverse support system consists of a frame structure with a distance of 6 m. The frame supported purlins that carry the roof sheath. In the hall there is a platform made up of floor joist coupled with a concrete slab. The joist are located on the beams that are attached to the inner columns. The stiffness of the system is ensured by wall and roof bracings made of steel rods.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, rám, vaznice, průvlak, spřažená ocelobetonová stropnice, plošina, vnitřní sloupy

Keywords

steel structure, frame, purlin, beam, composite steel-concrete joist, platform, inner columns

Bibliografická citace VŠKP

JIRKOVSKÁ, Eva. *Muzejní expozice v Hradci nad Moravicí.* Brno, 2017. 12 s., 82 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Muzejní expozice v Hradci nad Moravicí

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Milana Pilgra, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

.....
Eva Jirkovská
24. května 2017

Poděkování

Chci poděkovat hlavně mému vedoucímu za odbornou pomoc při zpracovávaní práce. Za jeho ochotu vždy pomoci s problémem a poskytnutý čas.

Obsah

Úvodní dokumenty

- Zadání
- Abstrakt, Klíčová slova
- Bibliografická citace
- Prohlášení
- Poděkování

A. Technická zpráva

B. Statický výpočet

C. Ruční výpočet vybraných prvků

D. Výkresová dokumentace

- 01. Dispozice objektu
- 02. Kotvení
- 03. Detaily

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH KONSTRUKCÍ
DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

MUZEJNÍ EXPOZICE V HRADCI NAD MORAVICÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **EVA JIRKOVSKÁ**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Ing. MILAN PILGR, Ph.D.**
SUPERVISOR

BRNO 2017

Obsah

1 Popis konstrukce **2**

2 Normativní dokumenty **2**

3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce **3**

4 Konstrukční řešení **3**
4.1 Vaznice 4
4.2 Rámová konstrukce 4
4.3 Průvlak 5
4.4 Čelní sloupek 5
4.5 Vnitřní sloup 6
4.6 Konstrukce plošiny 6
4.7 Ztužidla 7

5 Statické řešení **7**

6 Materiál **7**

7 Odhad hmotnosti konstrukce **8**

8 Ochrana proti korozi a požáru **8**

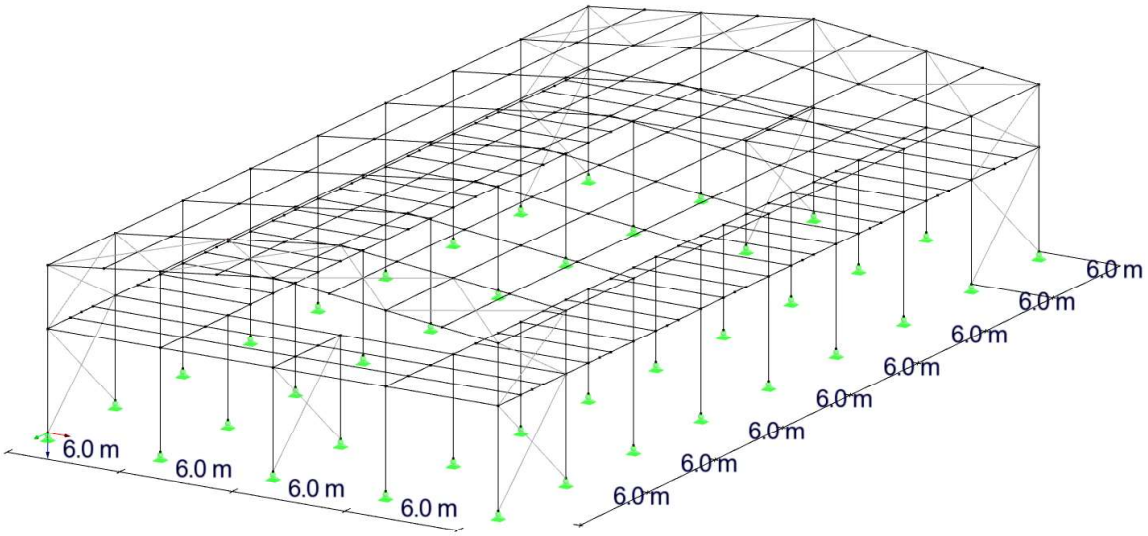
9 Montáž **8**
9.1 Postup montáže 9

10 Závěr **9**

Literatura **10**

1 Popis konstrukce

Předmětem bakalářské práce je návrh ocelové konstrukce haly muzea v Hradci nad Moravicí. Konstrukce je navržena jednolodní o půdorysných rozměrech 24x48 m a konstrukční výškou 9,3 m. Nosný systém je řešený příčnými rámy se vzájemnou vzdáleností 6 m. Zastřešení je tvořeno sedlovou střechou se sklonem střešních rovin 6°. Ve výšce 5,0 m od úrovně podlahy je navržena platforma z ocelobetonových spřažených nosníků se šířkou 6 m, která je vynášena průvlaky připojenými ke vnitřním sloupům. Opláštění tvoří střešní a stěnové panely Kingspan Připojení stěnového pláště přímo na vnější sloupy, střešního na vaznice.



Obrázek 1: Axonometrie objektu

2 Normativní dokumenty

→ ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

→ ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha 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 větrem

→ 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 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou

→ ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce

V rámci statického posouzení byla konstrukce dle ČSN EN 1993 ověřena na:

→ **mezní stavy únosnosti** s uvážením vlivu pevnosti průřezu, vzpěrné pevnosti prutů a konstrukce, pevnosti spojů; konstrukce byla navržena na nejnepříznivější návrhovou kombinaci zatížení;

→ **mezní stavy použitelnosti** s uvážením přetvoření od charakteristických hodnot nejnepříznivější kombinace zatížení.

Konstrukce byla zatěžována dle ČSN EN 1991 následujícími účinky:

→ **vlastní tíha:** generována statickým programem RFEM 5.06.3039;

→ **ostatní stále zatížení:**

- stěnové panely s plošnou hmotností 28,91 kg/m^2,
- střešní panely 10,83 kg/m^2,
- vrstvy podlahy s celkovou hmotností 3,75 kN/m^2;

→ **užitné:** dle užitné kategorie C3 (plochy kde může docházet ke shromažďování lidí) $q_k = 4{,}0$ kN/m^2 dle ČSN EN 1991-1-1;

→ **technická zařízení budov:** uvažováno hodnotou 80 kg/m^2;

→ **zatížení sněhem:** základní hodnota zatížení $s_k = 1{,}0$ kN/m^2 pro sněhovou oblast II dle ČSN EN 1991-1-3;

→ **zatížení větrem:** základní rychlost větru $v_b = 25$ m/s ve výšce 10 m nad terénem pro větrovou oblast II dle ČSN EN 1991-1-4.

Užitné zatížení na střechu osamělým břemenem $Q_k = 1{,}0$ kN bylo uvažováno pro nejvíc zatíženou vaznici. Do výpočtu se zavádělo pouze v ručním výpočtu, v programe se vaznice dimenzovala s 10% rezervou . Plošné užitné zatížení na střeše nebylo uvažováno neboť se nekombinuje se sněhem a hodnota zatížení je menší než charakteristická hodnota zatížení sněhem.

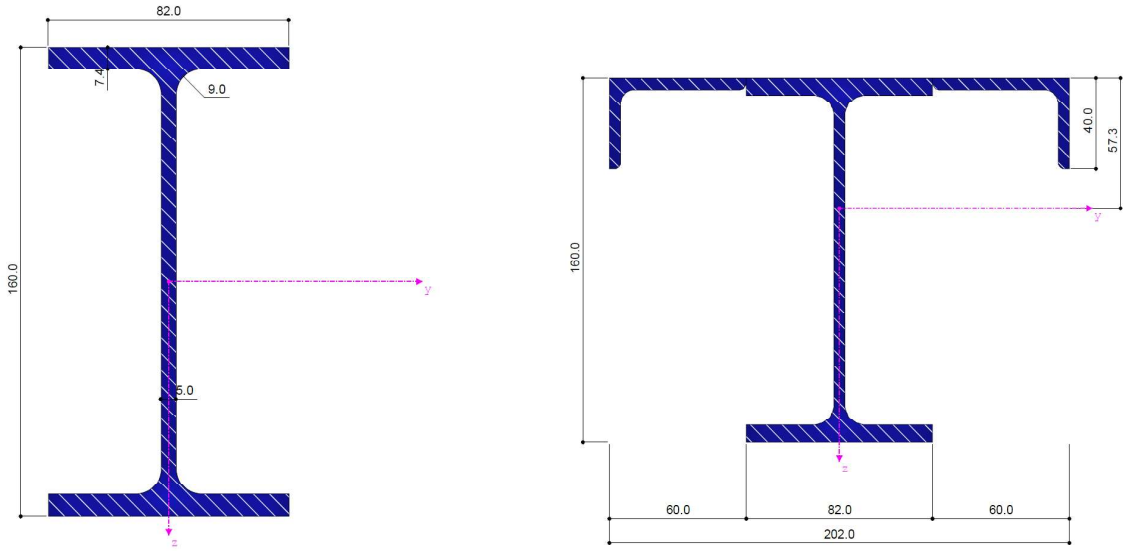
Kombinace účinků zatížení byly provedeny na základe rovnice 6.10 dle ČSN EN 1990.

4 Konstrukční řešení

Hlavní nosný systém je tvořen osmi příčnými rámovými vazbami s rozpětím 24 m a osovou vzdáleností 6 m. Ve výšce 5,0 m od základů se nachází průvlak, který nese konstrukci plošiny a má ztužující funkci v podélném směru. Plošina se sestavuje ze spřaženého ocelobetonového nosníku stropnice s osovou vzdáleností 2,0 m. Je uložena kromě průvlaku i na systému vnitřních sloupů, které jsou od sebe vzdáleny po 6,0 m.

4.1 Vaznice

Vaznice přenáší zatížení ze střešního pláště do rámové příčle. Jsou uloženy jako prosté nosníky s rozpětím 6,0 m. Vzhledem k své poloze na střeše se rozlišují na vaznici okapovou a mezilehlou. Obě vaznice přenáší zatížení kolmá na rovinu střechy. Vaznice okapová přenáší i veškeré zatížení v rovině střechy. Střešní plášť je považován za tuhý, čím bráni klopení vaznic. Průřezy jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 160. Okapová vaznice je vyztužena úhelníky L 60x40x5.



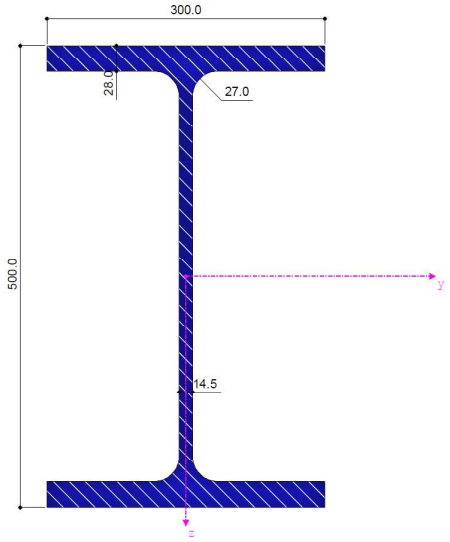
Obrázek 2: Vlevo–průřez mezilehlé vaznice; vpravo–průřez okapové vaznice.

4.2 Rámová konstrukce

Rám se skládá z dvojice rámových příčlí a z dvojice stojek (sloupů). Spojení tvoří hlavní nosní systém a přenáší zatížení přímo do základové konstrukce.

Rámová příčel nese zatížení z vaznic a zatížení technickým zařízením budov. Je tuze spojena ze sloupem na jedné straně svařovaným rámovým rohem. Na druhé spojena z protilehlou příčli do tuhého svařovaného vrcholového spoje. Je navržena z profilu HEB 500. Vzpěrná délka ve vybočení v rovině rámu byla vypočtena pomocí zjednodušených vztahů a činí 26,94 m. Pro vybočení z roviny rámu byly vzpěrně délky zkráceny střešním ztužidlem na 4,0 m.

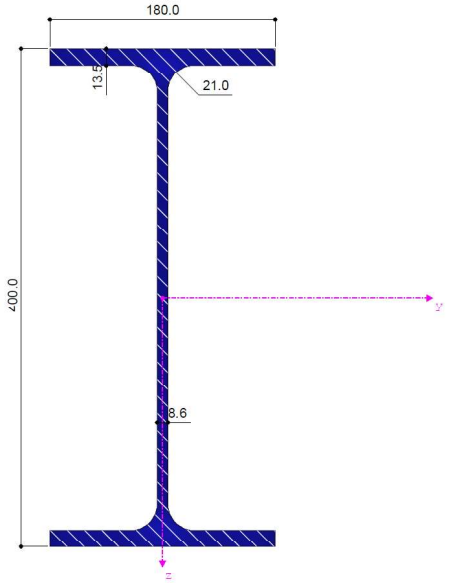
Rámová stojka přenáší zatížení ze střešního pláště a větru. Navržena je z profilu HEB 500. Stojka je ukotvena do základů kloubově patkou, z prostého betonu a s patním plechem tloušťky 30 mm. Plech je podlit cementovou zálivkovou hmotou o tloušťce 60 mm. Dva kotevní šrouby HIT-V-8.8 M24x380 drží sloup na místě. Pro přenos smykové síly byla navržena smyková zarážka z profilu HEB 100. V horní části je sloup tuze připojen k příčli. Vzpěrná délka pro vybočení v rovině rámu je vypočtena stejně jako při příčli pomocí zjednodušených vztahů a vychází 23,79 m. Ve směru vybočení kolmo na rám zkracuje vzpěrnou délku průvlak, a to na 5,0 m.



Obrázek 3: Průřez rámové konstrukce

4.3 Průvlak

Přenáší zatížení ze stropnic do rámových stojek. Funguje taktéž jako ztužidlo v podélném směru. Jedná se o prostý nosník kloubově připojený dvěma šrouby M24 8.8 k rámovým stojkám, vnitřním sloupům a čelním sloupům. Délka průvlaku je 6,0 m a průřez je navržen z profilu IPE 400.

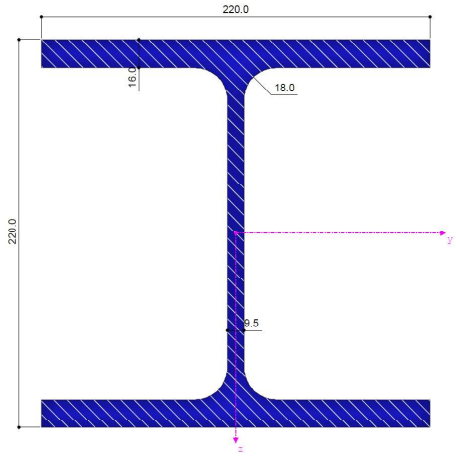


Obrázek 4: Průvlak

4.4 Čelní sloupek

Přenáší zatížení z čelní stěny na rámovou konstrukci. Na obou stranách je kloubově připojen. Patka sloupu je konstruovaná obdobně jako při hlavních rámových stojkách, avšak dimenze

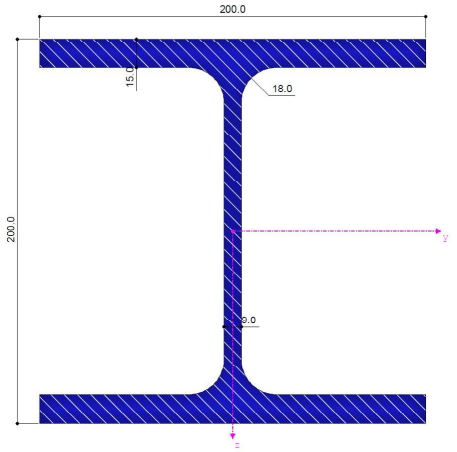
patky jsou menší. Profil průřezu HEB 220 je předimenzován z důvodu upevnění průvlaku. Vzpěrná délka pro vybočení v směre rámu je zkrácena stropnicemi a v směre kolmém činí celou délku sloupku.



Obrázek 5: Čelní sloupek

4.5 Vnitřní sloup

Nese konstrukci plošiny spolu s průvlakem a zatížení přenáší do základů. Uložení je provedeno kloubově podobně jako v případe čelního sloupu, avšak chybí smyková zarážka. Dimenzován je na vzpěr se vzpěrnou délkou v obou směrech 5,0 m. Profil je navržen HEB 200.

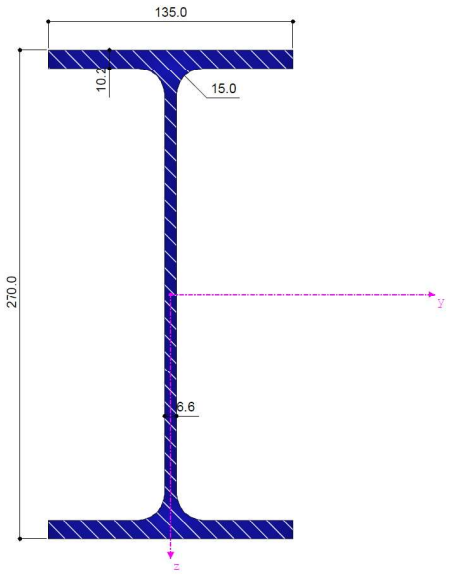


Obrázek 6: Vnitřní sloup

4.6 Konstrukce plošiny

Hlavní nosný prvek plošiny je stropnice s ocelového válcovaného profilu IPE 270. Konstruovaná je jako prostý nosník o rozpětí 6,0 m. Připojena je kloubově k průvlaku a každých šest metrů ke sloupům, dvěma šrouby M24 s čelní deskou o tloušťce 10 mm. Stropnice je

spřažená ocelovými spřahovacími trny s betonovou deskou o tloušťce 100 mm. Jako bednění slouží trapézový plech VSŽ 11 002 s žebry uloženými kolmo na osu stropnice. Betonová deska působí jako ztužidlo.



Obrázek 7: Stropnice

4.7 Ztužidla

Jedná se o příhradové ztužidlo. Přenáší jenom tahové účinky, při namáhání tlakem vybočí. Dělí se na stěnové a střešní. Pruty jsou tvořeny ocelovými tyčemi o průměru 20 mm ukotveny čepovým spojem do ocelového plechu přivařeného ke sloupu.

5 Statické řešení

Statická analýza bylo provedena metodou konečných prvků v programu RFEM 5.06.3039. Model byl modelován s ohledem na zjednodušení výpočtu idealizováním vazeb a přitom zachování skutečného chování konstrukce. Hlavní nosný rám byl idealizován jako dvoukloubová konstrukce. Ve vrcholu je tuhé spojení. Betonová deska byla modelována jako prut s ekvivalentní tuhostí stanovené následujícím výpočtem:

$$EA = \frac{G \,.\, t(L_a{}^2 + L_b{}^2)^{3/2}}{2 \,.\, L_a \,.\, L_b} = \frac{12,5 \,.\, 10^6 \,.\, 0,1 \,(6,0^2 \,.\, 6,0^2)^{3/2}}{2 \,.\, 6,0 \,.\, 6,0} = 10,6 \,.\, 10^6 \; kN \;,$$

kde G je modul pružnosti v smyku betonu, t tloušťka desky, L_a a L_b rozpětí desky. Ostatní vazby vaznice, průvlaku, čelního sloupku a ztužidel jsou řešeny kloubově.

6 Materiál

- Všechny prvky (kromě ztužidel) jsou konstruovány z oceli S355 jakosti určené pro referenční teplotu T_{Ed} = -40° dle tabulky 2.1 v ČSN EN 1993-1-10, a to následovně:

→ jakostní stupeň JR pro tloušťky t ≤ 15 mm

→ jakostní stupeň J0 pro tloušťky t ≤ 20 mm

→ jakostní stupeň J2 pro tloušťky t ≤ 35 mm

- Předpokládá se provádění svarů obloukovým svařováním ručně nebo automatem
- Materiál ztužidel: S460 Q
- Materiál čelných desek: S235 jakosti JR pro tloušťku t ≤ 25 mm
- Kotevní šrouby pro předem vyvrtané otvory HIT-V-8.8 M24x380
- Konstrukční šrouby M16 třídy 8.8

7 Odhad hmotnosti konstrukce

P.Č.	**Průřez**	**ks**	**Délka [m]**	**Celkem [m]**	**kg/m**	**kg**
I.	IPE 160	56	6,0	336	15,8	5 308,8
II.	IPE 160+L60x40x5	16	6,0	96	23,32	2 238,7
III.	HEB 500	18	12,08	217,44	187	40 661,3
IV.	HEB 500	18	8,0	144	187	26 928
V.a	HEB 220	4	8,631	34,524	71,5	2 468,5
V.b	HEB 220	2	9,26	18,52	71,5	1 324,2
VI.	HEB 200	16	5,0	77,92	61,3	4 776,5
VII.	IPE 400	34	6,0	204	66,3	13 525,2
VIII.	IPE 270	66	6,0	396	36,1	14 295,6
IX.a	ϕ20	12	7,81	93,72	2,5	234,3
IX.b	ϕ20	8	6,71	53,68	2,5	134,2
X.	ϕ20	16	8,51	136,16	2,5	340,4
Hmotnost celkem [kg]						112 235,7
+ 2% svary, spoje						2244,7
Hmotnost celkem [t]						**114,5**

8 Ochrana proti korozi a požáru

Prvky jsou opatřeny antikorozním nátěrem dle ČSN ISO 12944 a protipožárním nátěrem účinným po dobu 90 minut.

9 Montáž

Před samotnou výstavbou konstrukce budou zaměřeny polohové body staveniště. Následně se vybudují základové patky s otvory pro šrouby. Montáž bude probíhat autojeřábem o nosnosti 8 t. Doprava dílců proběhne v celku kolesovými vozidly, na místě se svaří hlavní nosní rám.

9.1 Postup montáže

1. svaření rámové konstrukce ve vodorovné poloze přímo na staveništi, vztyčení do polohy svislé autojeřábem a ukotvení sloupů kotevními šrouby
2. vyrovnání konstrukce do přesného tvaru, dotáhnutí kotevních šroubů a provedení podlití patky a výplně v oblasti kotevních šroubů cementovou maltou
3. montáž vnitřních sloupů (2D, 2C, 2B) s opakováním postupu 2.
4. vztyčení dalšího svařeného rámu do svislé polohy
5. přivaření kotevní desky pro ztužidla k sloupům, montáž větrových ztužidel čepovým spojem a postupné dopínaní hydraulickým zařízením Macalloy
6. osazení a připevnění vaznic
7. montáž průvlaků pomocí montážních úhelníků a připojení ke sloupům šroubovými spoji
8. opakování postupu 3., 4., 6., 7., až do vybudování posledního rámu
9. vztyčení posledního rámu 9, napnutí ztužidel, dokončení montáže vaznic a průvlaků
10. montáž čelních sloupků, osazení na patky a ukotvení kotevními šrouby
11. osazení stropnic pomocí autojeřábu z vnitřní strany konstrukce a upevnění
12. montáž opláštění (střešní a stěnové panely), výstavba následně probíhá v uzavřené hale
13. montáž trapézového plechu bez lešení a provedení spřažení spřahovacími trny
14. betonáž stropní desky (pro bednění použit trapézový plech)

10 Závěr

Výsledkem práce je návrh konstrukce s ohledem na platné normy. Všechny prvky vyhovují na I. i II. mezní stav.

Literatura

[1] Ferjenčík, P.; Schun, J.; Melcher, J.; aj.: *Navrhovanie oceľových konštrukcií, 1. časť*. ALFA, Bratislava, 1986, ISBN 63-562-86.

[2] FERONA - velkoobchod s hutním materiálem: [Online; navštíveno 02.02.2017]. URL `http://www.ferona.cz/cze/index.php`

[3] HILTI: [Online; navštíveno 10.05.2017]. URL `https://www.hilti.cz`

[4] Hrazdil, V.: *Technologie staveb I. Modul 6: Technologie provádění montovaných konstrukcí*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.

[5] Karmazínová, M.: *Prvky kovových konstrukcí. Modul BO02-M02: Spoje kovových konstrukcí*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.

[6] KINGSPAN: [Online; navštíveno 02.02.2017]. URL `https://www.kingspan.com/cz/cs-cz`

[7] Macháček, J.: [Online; navštíveno 04,05/2017]. URL `http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/`

[8] Melcher, J.; Bajer, M.: *Prvky kovových konstrukcí. Modul BO02-M04: Pruty namáhané smykem a ohybem*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.

[9] Melcher, J.; Karmazínová, M.; Bajer, M.; aj.: *Prvky kovových konstrukcí. Modul BO02-M03: Pruty namáhané tahem a tlakem*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.

[10] Melcher, J.; Puchner, J.; Buchta, S.: *Kovové konstrukce I. Modul BO04-M02: Střešní konstrukce*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.

[11] Pechar, J.; Bureš, J.; Studnička, J.; aj.: *Prvky kovových konstrukcí*. SNTL, Praha, 1984, ISBN 04-710-84.

[12] Pešek, O.: *CO001 Kovové konstrukce II. Podklady do cvičení*. [Online; navštíveno 02.05.2017]. URL `http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO08_CO01/_PODKLADY_patrovky_2016.pdf`

[13] Statické tabuľky: [Online; navštíveno 04/2017]. URL `http://www.staticstools.eu/sk`

[14] Studnička, J.: *Ocelové konstrukce 10*. ČVUT, Praha, 1998, ISBN 800101777X.

[15] Studnička, J.: *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. ČVUT, Praha, 2010.

[16] Tension systems: *Systém konstrukčních táhel Macalloy*. [Online; navštíveno 15.05.2017]. URL `http://www.tension.cz/www/media/files/pdf-k-pripojeni_12/macalloy-system-konstrukcnich-tahel_57.pdf`

[17] Veselka, M.: *Kovové konstrukce I. Modul BO04-M01: Uspořádání a konstrukční řešení průmyslových budov*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.

[18] Ďuricová, A.; Rovňák, M.: *Navrhovanie oceľovo-betónových konštrukcií*. VEDA, Bratislava, 2008, ISBN 9788022410229.