



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 AMFITEÁTRU

STEEL STRUCTURE OF THE AMPHITHEATER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Bobek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Student:	Bc. Tomáš Bobek
Vedoucí práce:	Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23
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:

Ocelová konstrukce amfiteátru

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předepsanými přílohami budou:

- předběžný (zjednodušený) statický výpočet dvou navržených variant,
- porovnání a vyhodnocení variant,
- technická zpráva vybrané varianty, včetně postupu montáže,
- podrobný statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce vybrané varianty, včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího práce),
- výkresová dokumentace vybrané varianty v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Student ve své diplomové práci navrhne a posoudí ocelovou konstrukci zastřešení amfiteátru v Proseči. Nosná konstrukce bude mít půdorysné rozměry 55 x 45 m a výšku cca 9 m.

Student v rámci předběžného řešení navrhne dvě geometrické a/nebo konstrukční varianty, které porovná a jednu z nich poté zpracuje detailněji formou podrobnějšího statického výpočtu a výkresové dokumentace. Veškerá posouzení budou provedena v souladu s platnými normativními předpisy.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Normativní předpisy:

- [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 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.

Další doporučená literatura:

[7] Faltus, F.: Ocelové konstrukce pozemního stavitelství, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1960, DT 624.014.2,

[8] Studnička, J., Macháček, J.: Ocelové konstrukce 20, ČVUT, 2002, ISBN 80-01-02529-2,

[9] Pilgr., M.: Kovové konstrukce - Navrhování prvků ocelových konstrukcí, CERM Brno, 2019, ISBN 978-80-7623-018-7.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2022

L. S.

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Michal Štrba, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem a posouzením ocelové konstrukce amfiteátru v Proseči. Půdorysné rozměry amfiteátru jsou 55x45 m a výška 13,305 m. Konstrukce se skládá ze 3 primárních příčných vazeb, které jsou od sebe vzdáleny 27,5 m. Primární příčné vazby jsou tvořeny příhradovými vazníky, které jsou kloubově uloženy na sloupech. Primární vazníky jsou propojeny pěti podélnými sekundárními vazníky, které vynášejí terciární vazníky a zároveň tvoří podélné ztužení konstrukce. Sekundární vazníky jsou propojeny příčnými terciárními vazníky po 5,5 m, které slouží pro kotvení střešního pláště. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují střešní větrová ztužidla a podélné vzpěry. Střecha je opláštěna trapézovými plechy SATJAM. Konstrukce je založena na hlubinných základech.

KLÍČOVÁ SLOVA

Amfiteátr, ocelová konstrukce, příhradový vazník, sloupy, ztužidla

ABSTRACT

The thesis deals with the design and structural assessment of the steel structure of the amphitheater in Proseč. The dimensions of a floor plan are 55x45 m and the height is 13,605 m. The structure consists of three primary trusses, the distance between them is 27,5 m. The trusses are pin supported by columns. The primary trusses are connected by five secondary trusses, which bear tertiary trusses and at the same time form the longitudinal stiffening of the structure. The secondary trusses are connected by transverse tertiary trusses, which are used for anchoring the roof sheathing. The spatial rigidity of the structure is ensured by roof wind stiffeners and longitudinal struts. The roof is clad with SATJAM trapezoidal sheets. The structure is based on deep foundations.

KEYWORDS

Amphitheater, steel structure, truss girder, columns, braces

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BOBEK, Tomáš. *Ocelová konstrukce amfiteátru*. Brno, 2023. 26 s., 240 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových
a dřevěných konstrukcí. Vedoucí Ing. Michal Štrba, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Tomáš Bobek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Tomáš Bobek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat především Ing. Michalovi Štrbovi, Ph.D. za odborné rady, které mi během zpracování diplomové práce předal a zejména za čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za to, že mi dala možnost studovat na vysoké škole a vždy mě ve všech ohledech pevně podporovala.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Tomáš Bobek
autor práce

OBSAH PRÁCE

A - Varianty řešení

B - Technická zpráva

C - Statický výpočet

D - Výkresová dokumentace

C.1 Dispozice

C.2 Pohledy

C.3 Podélný a příčný řez

C.4 Schéma vazníků

C.5 Kotevní plán

C.6 Konstrukční výkres – Vazník PV1 - Dílec 1

C.7 Detaily – Vazník PV1 - Dílec 1

E - Přílohy

E.1 Varianta A - Výstup z programu Scia Engineer 14

E.2 Varianta B - Výstup z programu Scia Engineer 14

E.3 Varianta A - Výstup z programu IDEA StatiCa

E.4 Výtah z katalogu SATJAM

E.5 Výtah z katalogu HILTI



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 AMFITEÁTRU

STEEL STRUCTURE OF THE AMPHITHEATER

A – VARIANTY ŘEŠENÍ

A – DESIGN VARIANTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Bobek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2023

Obsah

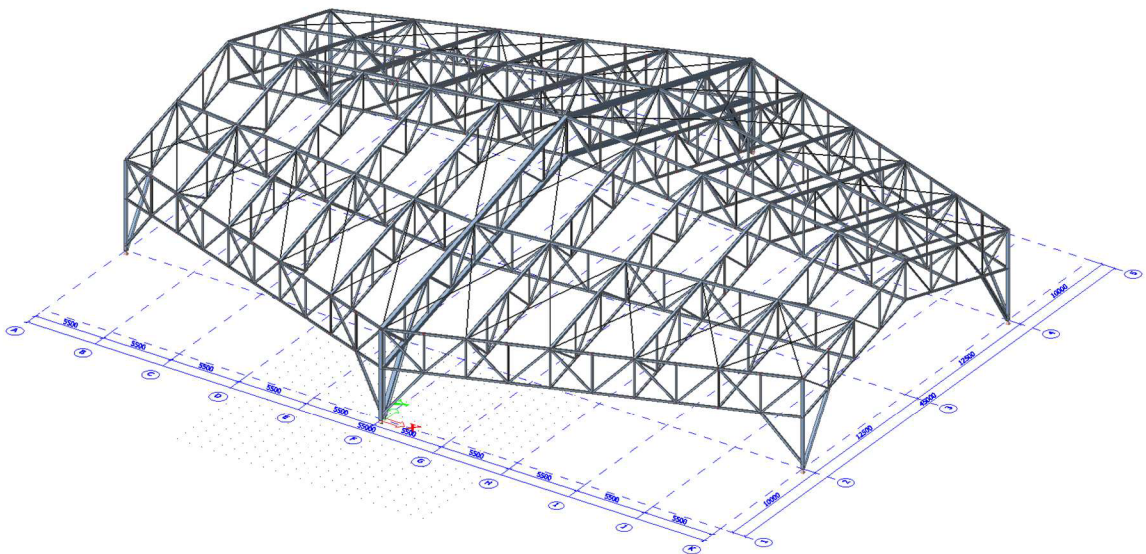
1	Úvod	12
2	Varianta A.....	12
3	Varianta B.....	13
4	Zhodnocení variant.....	15

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem ocelové konstrukce amfiteátru. Byly navrženy a posouzeny dvě varianty konstrukčního řešení, které byly následně na základě vybraných kritérií porovnány. Obě varianty byly navrženy dle platných norem ČSN EN a vyhovují z hlediska únosnosti i použitelnosti. Vybraná varianta byla podrobně zpracována.

2 Varianta A

Varianta A je navržena z 3 primárních příčných vazeb po 27,5 m s celkovou délkou konstrukce 55,0 m. Příčná vazba je tvořena příhradovým vazníkem kloubově uloženým na sloupech. Rozpětí vazníků je v krajních polích 25,0 m a ve středním poli 45,0 m. Výška konstrukce po osu horního pásu středového vazníku v nejvyšším bodě je 13,0 m. Primární vazníky jsou podélně propojeny 5 sekundárními příhradovými vazníky, které vynášejí příčné vazby terciárních příhradových vazníků po 5,5 m a zároveň tvoří podélné ztužení konstrukce. Konstrukce je navržena jako bezvaznicová. Prostorové ztužení zajišťuje systém na sebe kolmých příhradových vazníků a dále střešní větrová ztužidla spolu s podélnými vzpěrami.

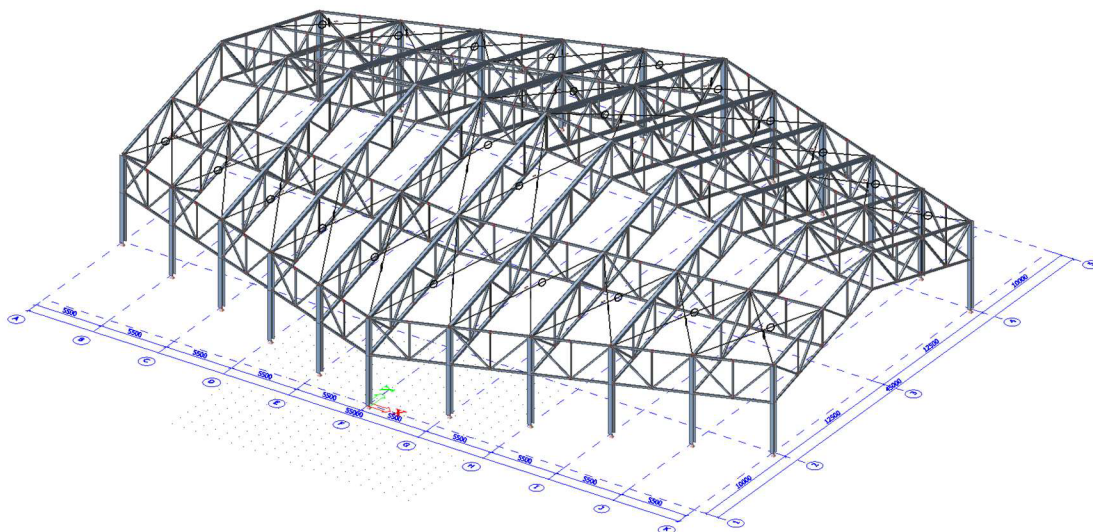


Posouzení na MSÚ:

css	mat	Stav	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
01-S1 - HEB400	S 355	NC1	0,78	0,46	0,78
02-S2 - HEB200	S 355	NC2	0,82	0,17	0,82
100-SV-HP - SHS160/160/8.0	S 235	NC2	0,8	0,45	0,8
101-SV-DP - SHS140/140/8.0	S 235	NC2	0,87	0,5	0,87
102-SV-DI - SHS120/120/8.0	S 235	NC2	0,78	0,54	0,78
103-SV-SL - SHS80/80/5.0	S 235	NC2	0,46	0,46	0
110-SV-HP - SHS140/140/10.0	S 235	NC1	0,82	0,42	0,82
111-SV-DP - SHS120/120/6.3	S 235	NC2	0,84	0,33	0,84
112-SV-DI - SHS120/120/10.0	S 235	NC1	0,9	0,58	0,9
113-SV-SL - SHS100/100/5.0	S 235	NC4	0,61	0,09	0,61
10-PV-HP - SHS300/300/12.5	S 355	NC2	0,86	0,38	0,86
11-PV-DP - SHS300/300/12.5	S 355	NC1	0,89	0,39	0,89
12-PV-DI - SHS100/100/5.0	S 355	NC1	0,52	0,17	0,52
13-PV-SL - SHS100/100/5.0	S 355	NC1	0,29	0,19	0,29
14-PV-DI2 - SHS160/160/12.5	S 355	NC1	0,87	0,55	0,87
200-TV-HP - SHS180/180/10.0	S 235	NC2	0,94	0,28	0,94
201-TV-DP - SHS120/120/8.0	S 235	NC3	0,91	0,13	0,91
202-TV-DI - SHS100/100/5.0	S 235	NC2	0,71	0,3	0,71
203-TV-SL - SHS80/80/5.0	S 235	NC1	0,4	0,25	0,4
20-PV-HP - SHS140/140/8.0	S 235	NC2	0,83	0,32	0,83
21-PV-DP - SHS120/120/6.3	S 235	NC1	0,54	0,16	0,54
22-PV-DI - SHS80/80/5.0	S 235	NC1	0,83	0,23	0,83
23-PV-SL - SHS80/80/5.0	S 235	NC4	0,48	0,06	0,48
24-PV-DI2 - SHS120/120/10.0	S 235	NC1	0,95	0,5	0,95
300-Vzpěra - SHS140/140/8.0	S 235	NC2	0,89	0,63	0,89
301-Táhlo - RD20	S 460 N/NL	NC1	0,55	0,55	0

3 Varianta B

Varianta B je navržena z 11 příčných vazeb po 5,5 m s celkovou délkou konstrukce 55,0 m. Příčná vazba je tvořena příhradovým vazníkem kloubově uloženým na sloupech. Rozpětí vazníků je proměnné od 25,0 m po 45,0 m. Výška konstrukce po osu horního pásu vazníku v nejvyšším bodě je 13,0 m. Konstrukce je navržena jako bezvaznicová. V konstrukci se nachází 5 podélných příhradových ztužidel. Ztužení konstrukce je dále zajištěno střešními větrovými ztužidly z táhel.



Posouzení na MSÚ:

css	mat	Stav	jed.posudek	pevnost	stab. posudek
			[-]	[-]	[-]
01-S - HEA400	S 355	NC1	0,88	0,59	0,88
100-HP/DP - SHS120/120/5.0	S 235	NC2	0,72	0,35	0,72
102-DI - SHS100/100/5.0	S 235	NC2	0,62	0,33	0,62
103-SL - SHS80/80/5.0	S 235	NC1	0,01	0,01	0
10-Vaz-HP - SHS250/250/12.5	S 235	NC2	0,82	0,37	0,82
11-Vaz-DP - SHS200/200/10.0	S 235	NC1	0,83	0,27	0,83
12-Vaz-DI - SHS120/120/8.0	S 235	NC1	0,94	0,54	0,94
13-Vaz-SL - SHS100/100/6.3	S 235	NC2	0,86	0,86	0
200-Táhló - RD16	S 460 N/NL	NC2	0,71	0,71	0
20-Vaz-HP - SHS250/250/10.0	S 235	NC2	0,72	0,41	0,72
21-Vaz-DP - SHS150/150/10.0	S 235	NC1	0,86	0,23	0,86
22-Vaz-DI - SHS120/120/8.0	S 235	NC1	0,94	0,51	0,94
23-Vaz-SL - SHS100/100/6.3	S 235	NC2	0,74	0,74	0
30-Vaz-HP - SHS160/160/12.5	S 235	NC2	0,76	0,28	0,76
31-Vaz-DP - SHS120/120/8.0	S 235	NC1	0,83	0,22	0,83
32-Vaz-DI - SHS120/120/6.3	S 235	NC1	0,81	0,39	0,81
33-Vaz-SL - SHS80/80/5.0	S 235	NC3	0,69	0,11	0,69

4 Zhodnocení variant

Varianty byly porovnány na základě hmotnosti konstrukce, nátěrové ploše, pracnosti provedení, deformací konstrukce a otevřenosti konstrukce s ohledem na způsob užívání konstrukce jako přístřešek.

Varianta	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Počet styčnicků	Počet sloupů
A	93808,2	1549,455	378	6
B	104269,9	1742,605	378	22

Deformace:

Varianta A: Posun ve vrcholu sloupů

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
N489	NC5	0,4	6,5	1,4
N463	NC6	6,8	-1	-0,1

Varianta B: Posun ve vrcholu sloupů

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
N489	NC5	0	15,9	-0,3
N1078	NC8	25,7	0,3	0

Varianta A: Posun ve vrcholu vazníků

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
N475	NC6	20	0,1	-39,4
N586	NC6	22	0,1	-9,1
N475	NC7	6,2	2,1	5,5

Varianta B: Posun ve vrcholu vazníků

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
N475	NC6	25,9	0	-64,4
N586	NC8	34,2	0	1,2
N930	NC7	0,3	6,7	7,8

Z porovnání vyplývá, že varianta A je ekonomicky hospodárnější, a to jak z hlediska hmotnosti a nátěrové plochy konstrukce, tak i z hlediska počtu základových patek a s tím spojených výkopových prací. V počtu styčnicků jsou varianty totožné, nicméně varianta B se svým konstrukčním systémem vede na jednodušší styčnicků a méně montážních spojů. S ohledem na počet sloupů a způsobu využívání konstrukce je varianta A jednoznačně výhodnější. Varianta A dále vykazuje menší deformace.

Po zhodnocení všech kritérií vychází varianta A jako výhodnější a je tedy vybrána k podrobnějšímu zpracování. Rozhodujícími faktory byla hmotnost a otevřenost 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

OCELOVÁ KONSTRUKCE AMFITEÁTRU

STELL STRUCTURE OF THE AMPHITHEATER

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

B – TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Bobek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2023

Obsah

1	Stručný popis stavby.....	18
2	Použité materiály	18
3	Model	18
4	Zatížení.....	19
5	Dispozice.....	19
6	Popis jednotlivých konstrukcí.....	20
6.1	Opláštění	20
6.2	Terciární vazníky	20
6.3	Sekundární vazník SV1	20
6.4	Sekundární vazník SV2	21
6.5	Sekundární vazník SV3	21
6.6	Primární vazníky PV1	21
6.7	Primární vazníky PV2	21
6.8	Středové sloupy S1	22
6.9	Krajní sloupy S2.....	22
6.10	Podélné vzpěry.....	22
6.11	Střešní větrové ztužidlo	22
6.12	Kotvení.....	22
6.13	Založení objektu.....	22
7	Ochrana konstrukcí.....	23
8	Výroba a montáž	23
8.1	Postup montáže.....	23
9	Výkaz materiálu	24
10	Bezpečnost práce	24
11	Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí.....	25
12	Seznam použitých zdrojů.....	25
13	Závěr	25

1 Stručný popis stavby

Předmětem této dokumentace je ocelová konstrukce amfiteátru v Proseči. Půdorysné rozměry amfiteátru jsou 55x45 m a výška 13,605 m. Konstrukce se skládá ze 3 primárních příčných vazeb, které jsou od sebe vzdáleny 27,5 m. Příčné vazby jsou tvořeny příhradovými vazníky, které jsou kloubově uloženy na sloupech. Primární vazníky jsou podélně propojeny 5 sekundárními příhradovými vazníky, které vynášejí příčné vazby terciárních příhradových vazníků po 5,5 m a zároveň tvoří podélné ztužení. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují střešní větrová ztužidla a podélné vzpěry. Střecha je opláštěna trapézovými plechy SATJAM. Amfiteátr je založena na hlubinných základech.

2 Použité materiály

Beton	C25/30 XC2	Základové konstrukce
	C12/15 XC0	Podkladní beton
Ocel	S235 JR	Obecně
	S355 JR	Primární vazník PV1 Sloupy HEB400, HEB200 Prvky kotvení
	S460 JR	Střešní ztužidlo – Táhla
	8.8	Šrouby
výrobní skupina		EXC3
třída následků		CC3
výrobní kategorie		PC2
kategorie použitelnosti		SC1
Stanoveny dle ČSN EN 1090-2 (2019)		

Všeobecné požadavky na použité materiály a výrobky

Všechny použité materiály musí splňovat požadavky technických norem a příslušné legislativy České republiky.

Všechny výrobky musí být použity v souladu s technickými listy výrobců.

Pokud je v dokumentaci uveden konkrétní název výrobku, slouží pouze jako technický nebo designový vzor, lze jej nahradit výrobkem stejného nebo vyššího standardu, než má uvedený příklad. Výrobek lze nahradit se souhlasem objednatele, architekta a projektanta po předložení vzorků.

3 Model

Pro návrh a výpočet konstrukce byl použit program Scia Engineer. Byl vytvořen prutový model, kterému byly přiřazeny profily, a byl zatížen. Do modelu byly vneseny nelinearity, v podobě vyloučení tlaků v táhlech. Po výpočtu zatížení a jejich kombinací jsme získali vnitřní síly, které byly použity pro posouzení jednotlivých prvků. K posouzení spojů a kotvení byl využit program IDEA StatiCa.

4 Zatížení

Zatížení stálá byla stanovena dle ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, zatížení proměnná byla rovněž převzata z této normy.

Pro přehled jsou uvedeny základní hodnoty charakteristického proměnného zatížení.

Nepřístupné střechy

0,75 kN/m²

Zatížení sněhem: dle ČSN EN 1991-1-3:

Sněhová oblast IV., základní tíha sněhu:

2,0 kN/m²

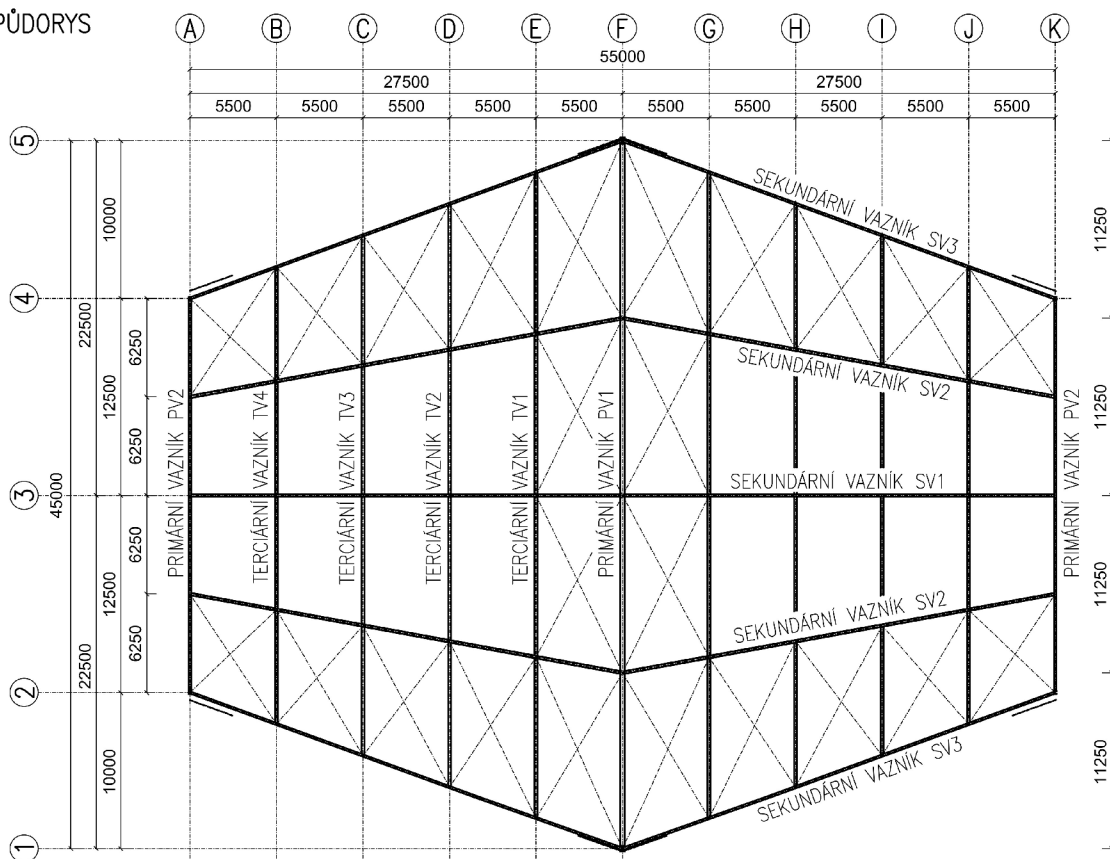
Zatížení větrem: dle ČSN EN 1991-1-4:

Oblast zatížení větrem IV, základní rychlost větru:

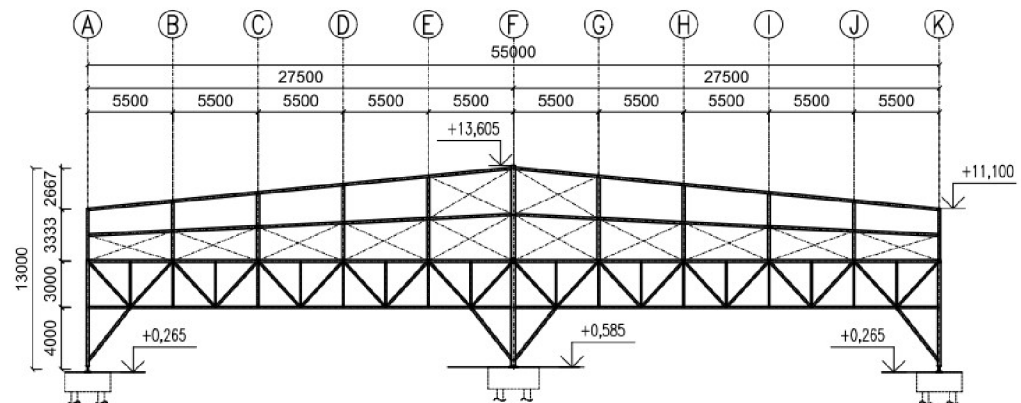
30,0 m/s

5 Dispozice

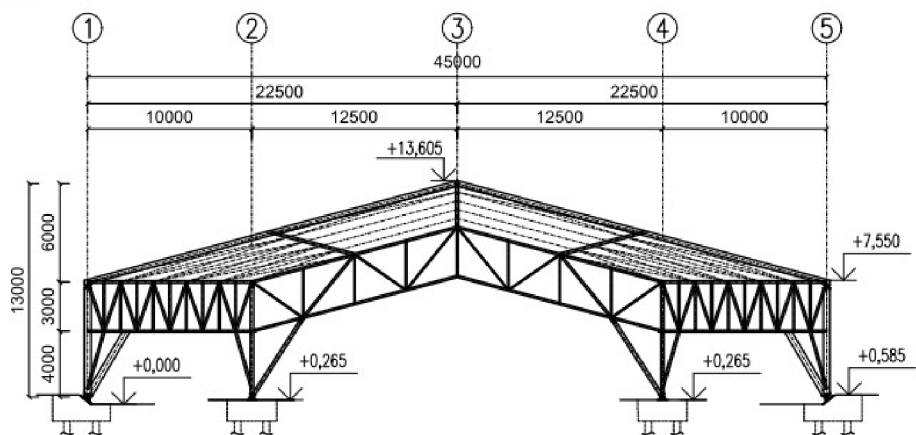
PŮDORYS



POHLED JIŽNÍ/SEVERNÍ



POHLED VÝCHODNÍ/ZÁPADNÍ



6 Popis jednotlivých konstrukcí

6.1 Opláštění

Jako střešní plášť jsou navrženy trapézové plechy SATJAM T155/280 P s tloušťkou plechu 1,5 mm. Opláštění příhrad je navrženo z totožných plechů SATJAM T155/280 P s tloušťkou plechu 1,5 mm.

6.2 Terciární vazníky

Terciární vazníky TV1-4 jsou navrženy jako příhradové. Vazníky mají sklon 15°. Horní pás se skládá z profilu SHS 180x10,0, dolní pás z profilu SHS 120x8,0, diagonály z profilu SHS 100x5,0 a svislice z profilu SHS 80x5,0. Osová vzdálenost vazníků je 5,5 m. Osová výška vazníků je 3,0 m. Terciární vazníky jsou k sekundárním vazníkům připojeny kloubově pomocí šroubových spojů.

6.3 Sekundární vazník SV1

Sekundární vazník SV1 v ose 3 je navrženo jako příhradový. Vazník má sklon 6°. Horní pás se skládá z profilu SHS 160x8,0, dolní pás z profilu SHS 140x8,0, diagonály z profilu SHS 120x8,0 a svislice z profilu SHS 80x5,0. Osová výška vazníku je 3,0 m. Svislice jsou od sebe osově vzdáleny 2,813 m. Vazník je složen z 2 montážních dílců (a jedné vložené diagonály), které budou spojeny šroubovým spojem přes čelní desku. Vazník bude k primárním vazníkům připojen kloubově

pomoci šroubových spojů. Sekundární vazník SV1 vynáší terciární vazníky a zároveň tvoří podélné ztužení konstrukce.

6.4 Sekundární vazník SV2

Sekundární vazník SV2 mezi osami 2-3 a 3-4 je navržen jako příhradový. Vazník má sklon 3°. Horní pás se skládá z profilu SHS 160x8.0, dolní pás z profilu SHS 140x8.0, diagonály z profilu SHS 120x8.0 a svislice z profilu SHS 80x5.0. Osová výška vazníku je 3,0 m. Svislice jsou od sebe osově vzdáleny 2,795 m. Vazník je složen z 2 montážních dílců (a jedné vložené diagonály), které budou spojeny šroubovým spojem přes čelní desku. Vazník bude k primárním vazníkům připojen kloubově pomocí šroubových spojů. Sekundární vazník SV2 vynáší terciární vazníky a zároveň tvoří podélné ztužení konstrukce.

6.5 Sekundární vazník SV3

Sekundární vazník SV3 mezi osami 1-2 a 4-5 je navržen jako příhradový. Horní pás se skládá z profilu SHS 140x10.0, dolní pás z profilu SHS 120x6.3, diagonály z profilu SHS 120x10.0 a svislice z profilu SHS 100x5.0. Osová výška vazníku je 3,0 m. Svislice jsou od sebe osově vzdáleny 2,926 m. Vazník je složen z 2 montážních dílců (a jedné vložené diagonály), které budou spojeny šroubovým spojem přes čelní desku. Vazník bude k primárním vazníkům připojen kloubově pomocí šroubových spojů. Sekundární vazník SV3 vynáší terciární vazníky a zároveň tvoří podélné ztužení konstrukce.

6.6 Primární vazníky PV1

Primární vazník PV1 v ose F je navržen jako příhradový. Vazník má sedlový tvar se sklonem 15°. Horní a dolní pás se skládá z profilu SHS 300x12.5, zesílené diagonály jsou z profilu SHS 160x12.5, běžné diagonály a svislice jsou z profilu SHS 100x5.0. Osová výška vazníku je 3,0 m. Svislice jsou od sebe osově vzdáleny 2,812 m. Vazník je složen z 3 montážních dílců (a dvou vložených diagonál), které budou spojeny šroubovým spojem přes čelní desku. Vazník bude ke sloupům připojen kloubově pomocí čepových spojů.

6.7 Primární vazníky PV2

Primární vazník PV2 v ose A a K je navržen jako příhradový. Vazník má sedlový tvar se sklonem 15°. Horní pás se skládá z profilu SHS 140x8.0, dolní pás se skládá z profilu SHS 120x6.3, zesílená diagonála navazující na sloup je z profilu SHS 120x10.0, běžné diagonály a svislice jsou z profilu SHS 80x5.0. Osová výška vazníku je 3,0 m. Svislice jsou od sebe osově vzdáleny 2,812 m. Vazník je složen z 2 montážních dílců (a jedné vložené diagonály), které budou spojeny šroubovým spojem přes čelní desku. Vazník bude ke sloupům připojen kloubově pomocí čepových spojů.

6.8 Středové sloupy S1

Dvojice středových sloupů v ose F je tvořena ze dvou profilů HEB400 S355. Sloupy jsou kloubově uloženy pomocí čepového spoje. Sloupy mají výšku 7,0 m.

6.9 Krajní sloupy S2

Krajní sloupy v ose A a K jsou tvořeny ze dvou profilů HEB200 S355. Sloupy jsou kloubově uloženy pomocí čepového spoje. Sloupy mají výšku 7,0 m.

6.10 Podélné vzpěry

Podélné vzpěry jsou tvořeny z profilu SHS 140x8.0.

6.11 Střešní větrové ztužidlo

Střešní ztužidlo je navrženo jako mimoběžná táhla z profilu RD20 z oceli S460. Táhla budou doplněny o napínáky. Ztužidla se v podélném směru nachází mezi krajními sekundárními vazníky a v příčném směru ve dvou prostředních polích. Ztužidla jsou připojena k hornímu pásu vazníku pomocí dvou šroubů M16 8.8.

6.12 Kotvení

Středové sloupy jsou kotveny pomocí čepového spoje přes patní plechy tloušťky 35 mm, které budou podlity cementovou maltou tloušťky 30 mm. Ke kotvení bude použita čtveřice předem zabetonovaných šroubů M36 8.8 s přivařenou čtvercovou kotevní deskou o délce strany 115 mm. Šrouby budou zabetonovány do minimální hloubky 500 mm. Pro přenos vodorovných sil bude k patním plechům sloupů přivařena smyková zarážka z profilu IPE180, zarážka bude mít délku 110 mm.

Krajní sloupy jsou kotveny pomocí čepového spoje přes patní plechy tloušťky 20 mm, které budou podlity cementovou maltou tloušťky 30 mm. Ke kotvení bude použita čtveřice šroubů HAS-U M30 8.8, které budou kotveny na chemickou kotvu HILTI HY-200. Šrouby budou kotveny do minimální hloubky 270 mm. Pro přenos vodorovných sil bude k patním plechům sloupu přivařena smyková zarážka z profilu HEA180, zarážka bude mít délku 120 mm.

6.13 Založení objektu

Veškeré sloupy budou založeny hlubině na základových pilotách pod základovými patkami. Pod všechny plošné základové konstrukce bude zhotoven podkladní beton minimální tloušťky 100 mm z betonu C12/15 XC0. Základové konstrukce budou zhotoveny z železobetonu C25/30 XC2. Minimální hloubka založení plošných základů 1 m.

7 Ochrana konstrukcí

Povrchová úprava ocelových konstrukcí je po otryskání na stupeň SA 2,5 navržena nátěrem dle stupně korozní agresivity prostředí C3 (střední) dle ČSN EN ISO 12944-2.

Například dvouvrstvý protikorozní nátěr výrobce Hempel s odhadovanou dobou životnosti 15-25 let.

Základní vrstva: Hempaprime Multi 500	120 µm
Vrchní vrstva: Hemplathane Fast Dry 55750	60 µm
	180 µm

8 Výroba a montáž

Při provádění konstrukcí musí být dodrženy max. dovolené odchylky podle ČSN 730250 „Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesností“.

Ocelové konstrukce musí být provedeny dle ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí - část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.

Největší rozměr montážních dílců je u vazníků 5,2 x 14,1 m a u sloupů 7,0 x 3,0 m.

8.1 Postup montáže

- 1) Výkopové práce
- 2) Zhotovení základů se zabetonovanými kotevními šrouby a vynechanými „kapsami“ pro smykovou zarážku
- 3) Smontování jednotlivých dílců vazníků na zemi
- 4) Kotvení všech sloupů
- 5) Uložení primárních vazníků na sloupy
- 6) Montáž sekundárních vazníků na primární vazníky
- 7) Montáž podélných vzpěr
- 8) Propojení sekundárních vazníků terciárními vazníky
- 9) Uložení a napnutí střešních větrových ztužidel
- 10) Rektifikace kotvení a provedení podlití sloupů
- 11) Opláštění konstrukce trapézovými plechy

9 Výkaz materiálu

Výkaz materialu

	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]
Celkem:	93808,2	1549,455

Označení	Průřez	Materiál	Hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]
Sloupy						
S1	HEB400	S 355	155,3	25,04	3888,1	48,328
S2	HEB200	S 355	61,3	51,022	3127,3	58,676
Primární vazník PV1						
Horní pás	SHS 300/12.5	S 355	111,5	46,573	5191,4	54,49
Zesílená diagonála	SHS 160/12.5	S 355	56,6	33,157	1876,6	20,159
Běžná diagonála	SHS 100/5.0	S 355	14,7	33,157	486,7	12,832
Svislice	SHS 100/5.0	S 355	14,7	45	660,6	17,415
Dolní pás	SHS 300/12.5	S 355	111,5	46,573	5191,4	54,49
Primární vazník PV2						
Horní pás	SHS 140/8.0	S 235	32,7	51,747	1689,9	27,892
Zesílená diagonála	SHS 120/10.0	S 235	33,7	19,783	666,2	8,981
Diagonála	SHS 80/5.0	S 235	11,5	50,204	579,3	15,413
Svislice	SHS 80/5.0	S 235	11,5	42	484,7	12,894
Dolní pás	SHS 120/6.3	S 235	22,1	51,747	1145,5	24,011
Sekundární vazník SV1/2						
Horní pás	SHS 160/8.0	S 235	37,7	167,189	6299,7	103,49
Diagonála	SHS 120/8.0	S 235	27,6	245,526	6784,4	112,697
Svislice	SHS 80/5.0	S 235	11,5	162	1869,4	49,734
Dolní pás	SHS 140/8.0	S 235	32,7	167,189	5459,7	90,115
Sekundární vazník SV3						
Horní pás	SHS 140/10.0	S 235	40	117,047	4676,8	62,503
Diagonála	SHS 120/10.0	S 235	33,7	167,63	5645,2	76,104
Svislice	SHS 100/5.0	S 235	14,7	108	1585,4	41,796
Dolní pás	SHS 120/6.3	S 235	22,1	117,047	2591,1	54,31
Terciální vazníky TV1-4						
Horní pás	SHS 180/10.0	S 235	52,5	289,785	15218,5	201,111
Diagonála	SHS 100/5.0	S 235	14,7	405,938	5959	157,098
Svislice	SHS 80/5.0	S 235	11,5	192	2215,6	58,944
Dolní pás	SHS 120/8.0	S 235	27,6	289,785	8007,3	133,011
Střešní ztužidlo Z1	RD20	S 460 N/NL	2,5	525,924	1296,4	32,957
Vzpěra	SHS 140/8.0	S 235	32,7	37,114	1212	20,004

10 Bezpečnost práce

Veškeré práce budou prováděny podle platných předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Všichni pracovníci zhotovitele budou používat pracovní pomůcky a ochranné prostředky ve smyslu platných předpisů. Zhotovitel zpracuje pro uvedené práce v tomto projektu Technologický postup.

Základním bezpečnostním předpisem je zákon č. 309/ 2006 Sb. a vyhlášky č. 591/2006 Sb., č. 362/2005 Sb. Při provádění stavebních prací nesmí docházet k poškození životního prostředí.

Celý prostor staveniště musí být označen a zabezpečen proti přístupu nepovolaných osob.

Je nutno dodržovat vymezení ploch určených pro pojezd stavebních mechanismů. Při stavebních pracích, za snížené viditelnosti, musí být zajištěno dostatečné osvětlení.

11 Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

Stavba bude realizována dle platných technických bezpečnostních norem. Po kolaudaci objektu budou prováděny prohlídky stavby dle ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, a to v období max. po 5 letech. Prohlídky budou prováděny v rozsahu předběžných hodnocení, prohlídky musí být prováděny autorizovanou osobou v oboru Statika a dynamika staveb nebo Mosty a inženýrské konstrukce nebo Zkoušení a diagnostika staveb. V případě, že se na stavbě vyskytnou poruchy v mezidobí prohlídek, bude provedena mimořádná prohlídka stavby. Na základě výsledků předběžných prohlídek bude stanoven další postup ověřování či hodnocení konstrukcí, případně může být upraven cyklus prohlídek stavby. Ocelové konstrukce budou kontrolovány dle normy ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce – Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb.

12 Seznam použitých zdrojů

Normativní předpisy:

- [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 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.

Internetové zdroje:

- [7] Katalog společnosti Satjam [online]. Dostupné z: <https://www.satjam.cz>
- [8] Katalog společnosti Hilti [online]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz>
- [9] Katalog společnosti Hempel [online]. Dostupné z: <https://www.hempel.com>

Literatura:

- [10] PILGR, M. Kovové konstrukce. Podklady pro navrhování prvků ocelových konstrukcí. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2019, ISBN: 978-80-7623-018-7
- [11] WALD, František. Prvky ocelových konstrukcí: příklady podle Eurokódů. Praha: České vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-01-01623-4.
- [12] BÁRTLOVÁ, Alice. Vzpěr prutových soustav: určeno [také] stud. stavebních fakult vys. škol. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1977. Řada stavební literatury.

13 Závěr

Konstrukce objektu je navržena dle norem ČSN EN. Konstrukce vyhovují z hlediska únosnosti i použitelnosti.

Životnost stavby je stanovena dle EN 1990, článku NA1.1, tabulky 2.1 (CZ) – kategorie návrhové životnosti 4, informativní návrhová životnost 50 let.

Konstrukce patří s uvážením následků poruchy nebo funkční nezpůsobilosti konstrukce do třídy následků CC3 dle EN 1990, přílohy B, tabulka B.1 – velké následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí.

Z hlediska spolehlivosti patří konstrukce do třídy RC3 – stavby, kde jsou následky poruchy velké.

Nosné konstrukce stavby vyhovují z hlediska mechanické odolnosti a stability, nehrozí zřícení stavby ani její části, nehrozí nadměrné přetvoření větší než přípustné, tzn. není ohrožena bezpečnost a provozuschopnost technického zařízení, vybavení a jiné techniky. Konstrukce mají dostatečnou rezervu proti dosažení meze únosnosti, takže nehrozí poškození stavby ani při nahodilém lokálním překročení normového zatížení.