



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 PLAVECKÉHO BAZÉNU

STEEL CONSTRUCTION OF THE SWIMMING POOL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Sosna

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2020



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	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Martin Sosna
Název	Ocelová konstrukce plaveckého bazénu
Vedoucí práce	Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

- [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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci práce bude navržena a posouzena ocelová nosná konstrukce plaveckého bazénu v Dobrušce. Minimální půdorysné rozměry objektu budou 30 x 40 m a celková výška objektu je stanovena alespoň 10 m. Další rozměry vyplynou z architektonických a koncepčních požadavků na objekt, přičemž konkrétní konstrukce bude vybrána na základě předběžného řešení dvou geometrických, resp. konstrukčních variant.

Předepsanými přílohami budou:

- statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce, včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího),
- technická zpráva (se zahrnutím postupu montáže),
- výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce (včetně výkazu prvků).

STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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. Michal Štrba, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem a posouzením ocelové konstrukce pro objekt plaveckého bazénu v Dobrušce. Řešená konstrukce je vybrána na základě 2 předběžných variant. Jedná se o konstrukci s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 34,10x40,99 m a výšce v hřebeni 13,83 m. Konstrukční systém se skládá z příčných vazeb tvořených dvojklobovými příhradovými oblouky, které jsou propojeny plnostěnnými vaznicemi a paždíky. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťuje kombinace podélných a příčných ztužidel. Opláštění je tvořeno střešním systémem Kalzip a skleněnou fasádou.

KLÍČOVÁ SLOVA

plavecký bazén, ocelová konstrukce, dvojklobový příhradový oblouk, čepové uložení, skleněná fasáda

ABSTRACT

The thesis deals with the design and structural assessment of the swimming pool object in Dobruška. The solved structure has been chosen of the 2 preliminary variants. The dimensions of the rectangular floor plan are 34,10x40,99 m and the height of the ridge is 13,83 m. The structural system consist of two-hinged arched trusses which are connected with solid-web purlins and girts. The spatial rigidity is provided by combination of longitudinal and sway bracings. The cladding comprises of Kalzip roof system and a glass facade.

KEYWORDS

swimming pool, steel structure, two-hinged arched truss, pin support, glass facade

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martin Sosna *Ocelová konstrukce plaveckého bazénu*. Brno, 2020. 31 s., 176 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce 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 plaveckého bazénu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Martin Sosna
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Martin Sosna
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat svojí rodině za veškerou podporu. Zejména pak svým rodičům, kteří mě nejvíce podporovali v náročných obdobích studia.

Poděkování patří také vedoucímu této práce Ing. Michalovi Štrbovi, Ph.D. za jeho vstřícný přístup, čas a množství rad, které mi během zpracování diplomové práce předal.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Martin Sosna
autor práce

Obsah práce

A – Varianty řešení

B – Technická zpráva

C – Statický výpočet

D – Výkresová dokumentace

- D1 Půdorys
- D2 Příčný řez A-A´
- D3 Podélný řez B-B´
- D4 Konstrukční výkres – Dílec č. 1
- D5 Konstrukční výkres – Dílec č. 2
- D6 Kotevní plán

E – Přílohy

- E1 Varianta A - Výstup z programu Scia Engineer
- E2 Varianta B - Výstup z programu Scia Engineer
- E3 Výtah z katalogu pro kotevní systém 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

A – VARIANTY ŘEŠENÍ

A – DESIGN VARIANTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Sosna

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

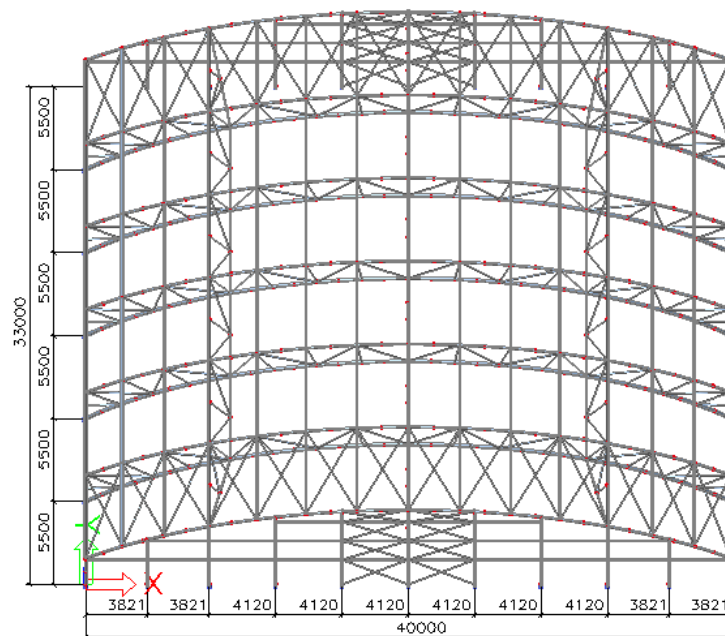
1	Úvod	1
2	Varianta A.....	1
3	Varianta B	2
4	Zhodnocení variant.....	3

1 ÚVOD

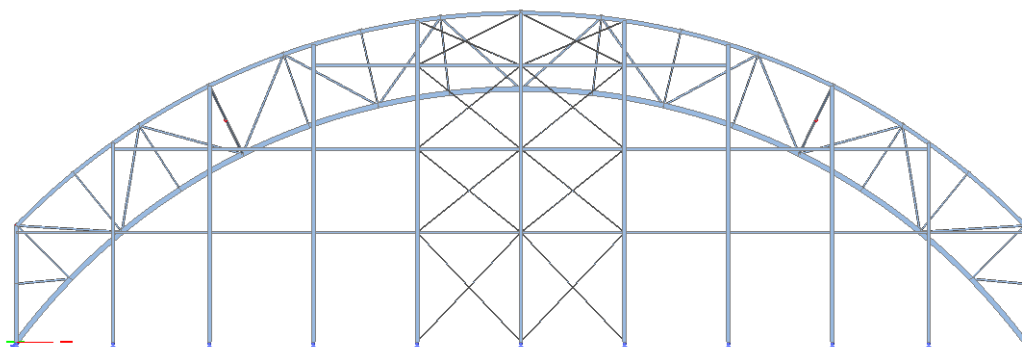
Diplomová práce se zabývá návrhem ocelové konstrukce pro objekt plaveckého bazénu. Předběžný návrh byl proveden pomocí programu Scia Engineer ve 2 variantách, které následně prošly porovnáním na základě několika kritérií. Vybraná vítězná varianta byla posléze detailně zpracována.

2 VARIANTA A

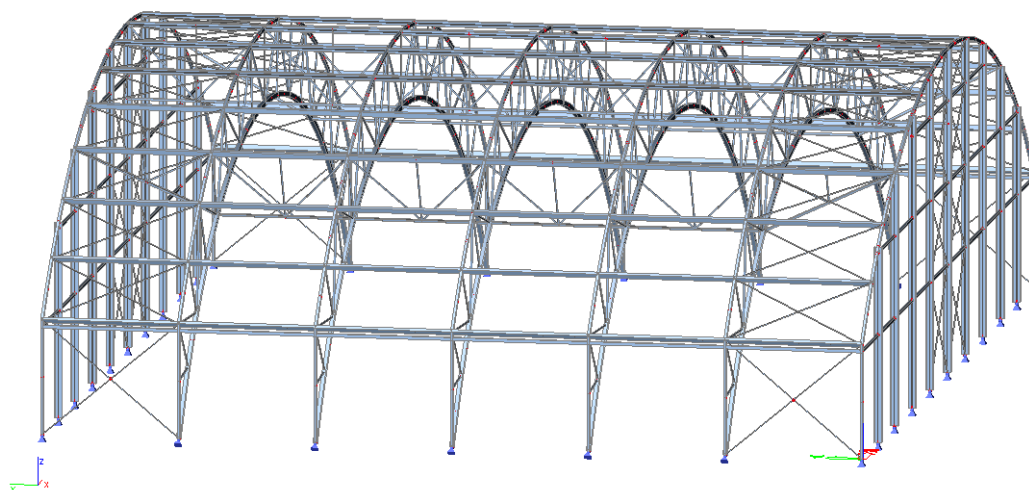
V této variantě je navržena konstrukce ze 7 příčných vazeb obloukového tvaru. Vnitřních 5 vazeb působí jako dvojklobbové příhradové oblouky na rozpětí 40 m, kdežto krajní 2 vazby jsou tvořeny samostatnými horními pásy vazníku podporovanými sloupy ve štítových stěnách. Osová vzdálenost příčných vazeb je 5,5 m, celková délka konstrukce tedy odpovídá 33 m. Výška konstrukce po osu horního pásu vazníku je 13 m. Zatížení je do příčných vazeb ve střešní části přenášeno skrze sendvičový střešní plášť a plnostěnné vaznice, zatímco ve stěnové části skrze prosklenou fasádu a plnostěnné paždíky. Ztužení konstrukce je zajištěno soustavou ztužidel. Podélné ztužidlo propojuje všechny příčné vazby ve 3 rovinách. Střešní ztužidla jsou navržena v krajních polích a jsou tvořena táhly rovněž jako ztužidla v obou štítových stěnách.



Horní pohled



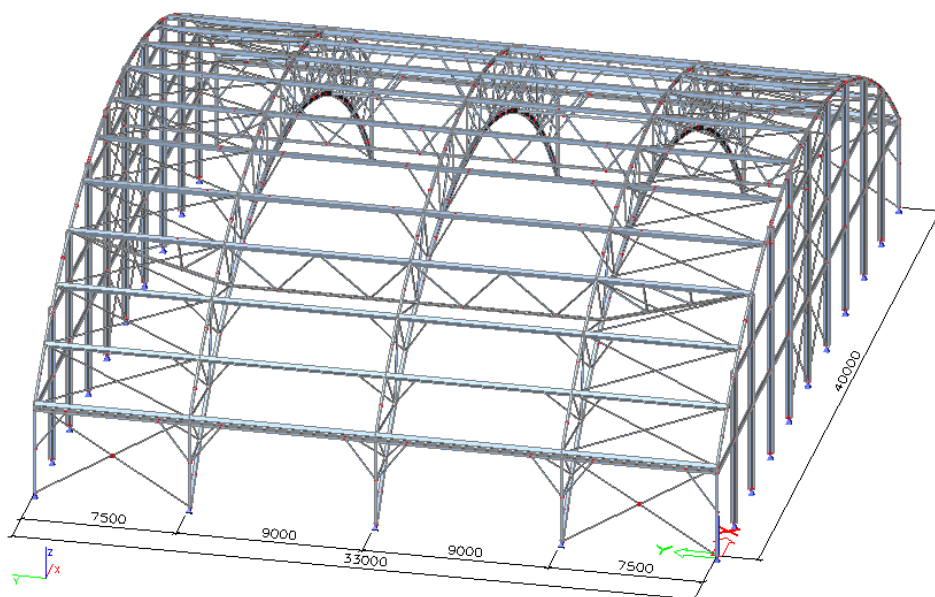
Čelní pohled



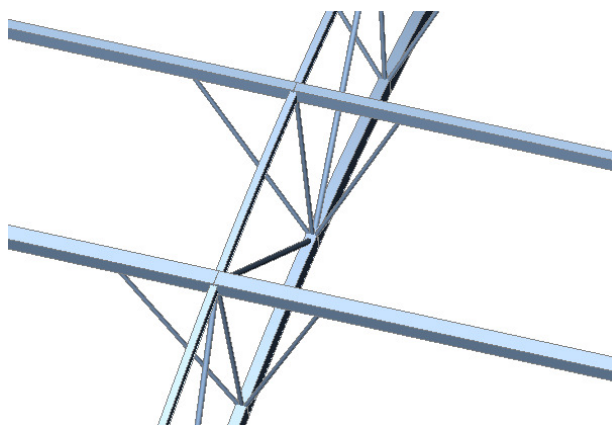
Boční pohled

3 VARIANTA B

Varianta B vychází z varianty předchozí, nicméně liší se v počtu příčných vazeb a statickém působení vaznic. Na rozdíl od varianty A jsou zde navrženy pouze 3 příhradové obloukové vazníky v osově vzdálenosti 9 m a krajní vazby tvořené samostatnými horními pásy vazníku v osově vzdálenosti 7,5 m. Celkové půdorysné rozměry zůstávají tedy zachovány na 40x33 m. Vaznice jsou zde vzhledem ke své délce 9 m navrženy jako vzpěrkové.



Boční pohled



Detail vzpěrkových vaznic

4 ZHODNOCENÍ VARIANT

Varianty byly vyhodnocovány na základě hmotnosti konstrukce, velikosti deformací, nátěrových ploch a pracnosti provedení.

Srovnání	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Počet styčniců	Počet zákl. patek
Varianta A	50011	1218	332	32
Varianta B	53175	1222	348	28

Jméno	Stav	U _x [mm]	U _y [mm]	U _z [mm]
N612	Použitelnost/1	-13,0	9,0	-10,0
N608	Použitelnost/2	13,8	-0,2	-9,7
N777	Použitelnost/3	1,3	-42,0	-0,2
N319	Použitelnost/4	-10,3	0,1	-14,1
N302	Použitelnost/5	2,7	0,0	2,2

Tabulka deformací – varianta A

Jméno	Stav	U _x [mm]	U _y [mm]	U _z [mm]
N763	Použitelnost/1	-38,9	3,4	-0,6
N771	Použitelnost/2	39,3	3,4	-0,5
N802	Použitelnost/3	1,6	-34,9	-0,2
N248	Použitelnost/4	-20,3	0,7	-21,3
N209	Použitelnost/5	3,4	1,0	3,1

Tabulka deformací – varianta B

Z porovnání vyplývá, že Varianta A je ekonomičtější z hlediska hmotnosti konstrukce. Velikost nátěrových ploch je srovnatelná. Z hlediska pracnosti je u varianty A nutné vybudovat o 4 základové patky více a také vyrobit navíc 2 vazníky. Nicméně varianta B vykazuje vyšší množství styčníků, a to zejména těch montážních, protože oproti variantě A obsahuje navíc celkem 88 vzpěrek. Je tedy konstrukčně složitější. Po stránce deformací je Varianta A tužší v příčném a svislém směru, pouze v podélném směru je příznivější varianta B.

Varianta A vychází příznivěji ve většině zvolených kritérií, je tedy vybrána k podrobnějšímu zpracování.



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

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

B – TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Sosna

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

1	Základní informace	1
2	Normativní dokumenty	1
3	Zatížení.....	2
3.1	Zatížení stálé	2
3.2	Zatížení proměnné	3
4	Dispoziční řešení	3
5	Popis konstrukce.....	4
6	Popis jednotlivých prvků	5
6.1	Opláštění.....	5
6.2	Vaznice	5
6.3	Vazník.....	5
6.4	Ztužidla	6
6.4.1	Střešní ztužidlo	6
6.4.2	Podélné ztužidlo.....	7
6.4.3	Ztužidlo štítové stěny.....	7
6.5	Sloupy	8
6.6	Paždíky	8
7	Materiál	8
8	Kotvení, spodní stavba	8
8.1	Příčná vazba	8
8.2	Štítové sloupy	9
9	Povrchová úprava konstrukce	9
10	Montáž ocelové konstrukce	9
11	Údržba konstrukce.....	11
12	Výkaz materiálu.....	11
	Seznam použitých zdrojů	14
	Seznam obrázků	15

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE

Předmětem práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce plaveckého bazénu. Objekt je situován ve městě Dobruška v Královéhradeckém kraji. Jedná se o konstrukci s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 34,10x40,99 m s obloukovým zastřešením. Hřeben střechy se nachází ve výšce 13,83 m. Návrh byl proveden ve 2 variantách (viz. část A – Varianty řešení), technická zpráva se zabývá pouze vybranou variantou A.

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 styčnicků

ČSN EN ISO 2553: Svařování a příbuzné procesy – zobrazování na výkresech - svarové spoje

ČSN EN ISO 12944: Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

ČSN EN 1090-2+A1: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce

ČSN 73 2604: Ocelové konstrukce - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb

3 ZATÍŽENÍ

Zatížení bylo stanoveno na základě norem ČSN EN 1991-1.

3.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha

Účinek vlastní tíhy byl vygenerován programem Scia Engineer.

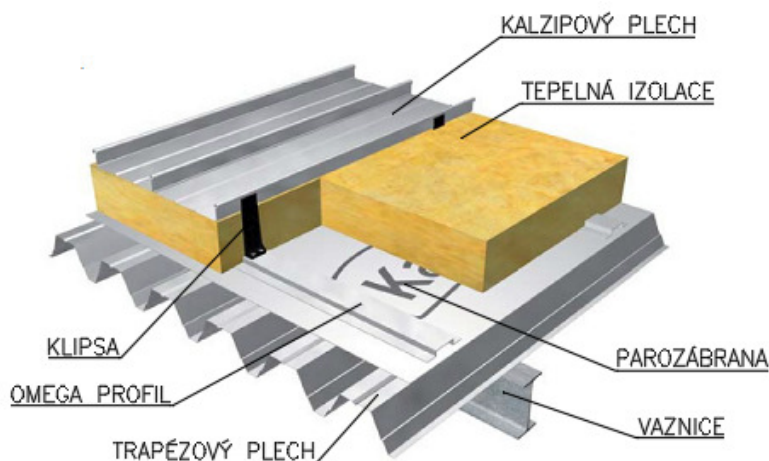
Ostatní stálé zatížení

A) Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen systémem Kalzip. ⁷

Skladba střešního pláště:

	$g_{1,k}$ [kN/m ²]
Kalzip 50/429 tl. 1 mm	0,037
Spoje + Omega profily (odhad)	0,050
Tepelná izolace Knauf Unifit 037 tl. 180 mm	0,036
Parozábrana Kalzip FR	0,005
Trapézový plech 40/160 tl. 1,25 mm	0,120
Rezerva pro elektroinstalaci a osvětlení	0,030
Součet zatížení	$\Sigma=0,28$

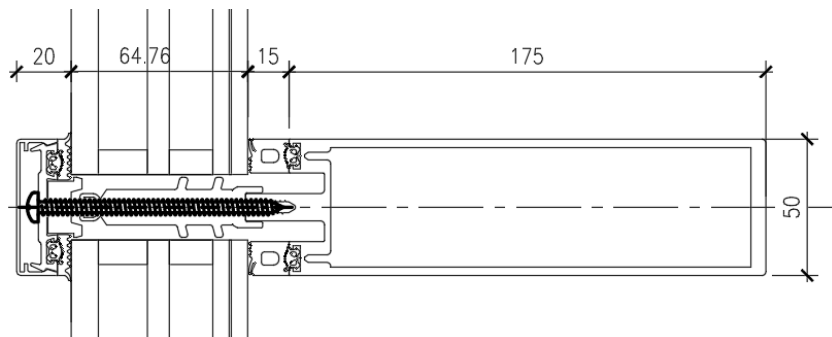


Obrázek 1 - Skladba střešního pláště

B) Opláštění stěn

Opláštění stěn je tvořeno skleněnou fasádou z izolačního trojskla 10-18-8-16-66.2 uloženého na hliníkové konstrukci Schüco FWS 50.⁹

Hmotnost fasády je **0,87 kN/m²**.



Obrázek 2 - Horizontální řez skleněnou fasádou

3.2 Zatížení proměnné

Sníh

Objekt se nachází v Dobrušce, která spadá do oblasti II s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem 1 kN/m². Tato hodnota však byla upravena dle portálu Sněhová mapa⁸ na **0,88 kN/m²**.

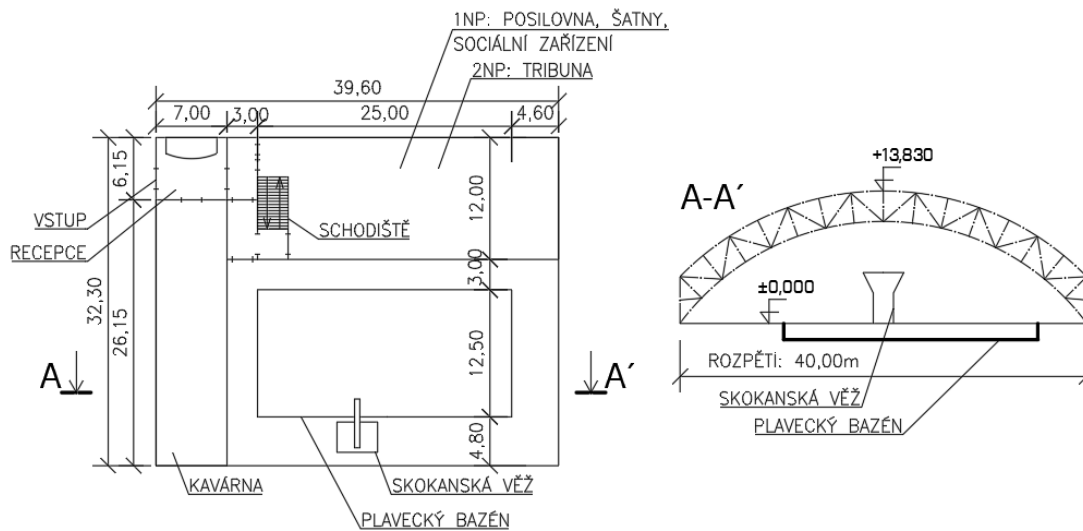
Vítr

Větrná oblast:	II
Základní rychlost větru:	25 m/s
Kategorie terénu:	III
Max. dynamický tlak:	0,732 kN/m²

4 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Mezi primární požadavky na objekt patří bazén o rozměrech 12,5x25 m, jež lze využívat pro pořádání závodů dle pravidel FINA¹⁶ a dále skokanská věž výšky 5 m. Z toho důvodu je v objektu navržena také tribuna pro diváky, pod kterou se nachází zázemí pro sportovce a posilovna. Součástí objektu je taktéž kavárna umístěna vedle recepce.

Světlá šířka: 39,60 m
 Světlá délka: 32,30 m
 Světlá výška v hřebeni: 10,10 m



Obrázek 3 – Schéma dispozičního řešení

Příčné vazby jsou s ohledem na dispoziční uspořádání a vyšší prosvětlení objektu navrženy nestandardně s rozpětím na větší z půdorysných rozměrů.

5 POPIS KONSTRUKCE

Hlavní nosná konstrukce se skládá ze 7 příčných vazeb A-G obloukového tvaru na rozpětí 40 m. Pět vnitřních vazeb B-F staticky působí jako příhradové dvojklobové nosníky, zatímco krajní příčné vazby A a G jsou tvořeny pouze horním pásem vazníku, jež je podporován sloupy ve štítových stěnách. Jednotlivé příčné vazby jsou osově vzdáleny 5,5 m a propojeny kloubově uloženými vaznicemi. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují 3 symetricky umístěná podélná ztužidla v řadě 4, 8 a 12, dále střešní ztužidla v krajních polích A-B a F-G a ztužidla v obou štítových stěnách mezi sloupy 16d – 16e. Schematický půdorys konstrukce je přiložen v kapitole 10.

6 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ

6.1 Opláštění

Střešní plášť

Na střešní plášť je navržen systém Kalzip. Zvolený profil kalzipu je 50/429 tl. 1 mm. Vzhledem k poloměru zakřivení střešní konstrukce $R=28,295$ m musí být kalzipové plechy ohnuty ve výrobě. Pro eliminaci tepelných mostů jsou navrženy kompozitní klipsy typu E140. Jelikož modul trapézového plechu nekoresponduje s modulem profilů Kalzip, ukotvení klips do trapézového plechu je řešeno přes OMEGA profily. Tepelnou izolaci zajišťuje skelná vlna Knauf Unifit 037 tl. 180 mm. Střecha je nevětraná, izolace bude po zabudování do střešní skladby stlačena o 25 mm na požadovanou tloušťku 155 mm. Pod parozábranou se nachází trapézový plech 40/160 tl. 1,25 mm, který bude uložen kolmo na vaznice přes 2 pole v tzv. pozitivní poloze (tzn. pohledovou stranou směrem dolů). Střešní plášť bude ukotven pomocí samovrtných šroubů SFS SDK2 dle technických požadavků výrobce.⁷

Opláštění stěn

Opláštění stěn tvoří skleněná fasáda z izolačního trojskla 10-18-8-16-66.2, které je osazeno do sloupko-příčkové fasády Schüco FWS 50.⁹ Fasáda bude ve spodní úrovni uložena na základové desce a ve vyšších úrovních zavěšena na paždíky pomocí ocelových předem přivařených kotev.

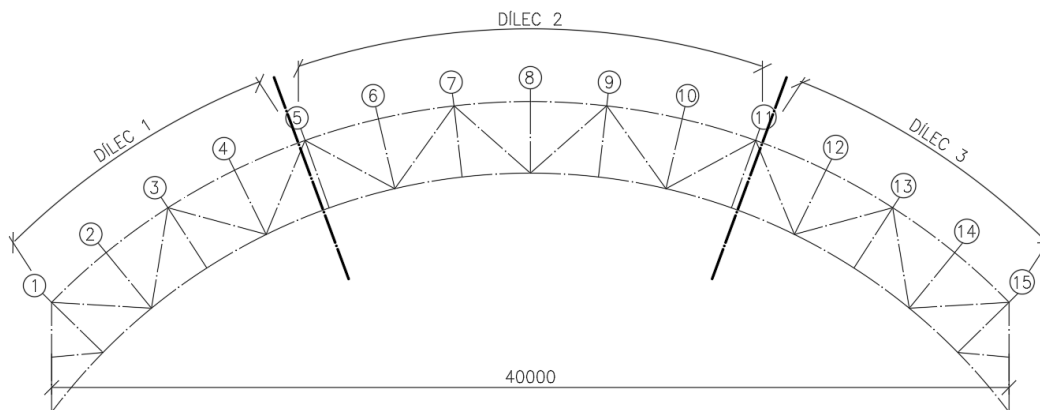
6.2 Vaznice

Vaznice jsou navrženy v celkem 15 řadách v osové vzdálenosti 3,2 m. Řada 6-10 je tvořena profilem IPE 220, ve zbylých řadách je navržen profil TR OBD 200/120/5 z důvodu nepříznivého namáhání na měkkou osu. Ze statického hlediska se jedná o prosté nosníky na rozpětí 5,5 m.

6.3 Vazník

Vazník je navržen jako příhradový dvojklobový oblouk na rozpětí 40 m, jedná se o kosoúhlu soustavu s podružnými svislicemi. Výška vazníku je 3 m s poloměrem zakřivení horního pásu $R=28$ m. Z důvodu přepravních

limitů je vazník rozdělen na 3 montážní dílce, u nichž byla provedena optimalizace odstupňováním tloušťky dolního pásu a diagonál.



Obrázek 4 - Montážní dílce vazníku

/	Horní pás	Dolní pás	Diagonála	Svislice
Dílec 1 a 3	TR OBD 150/100/5	TR OBD 200/150/10	TR KR 73x8	TR KR 54x4
Dílec 2		TR OBD 200/150/6,3	TR KR 73x4	

Tabulka 1 – Průřezy jednotlivých prutů

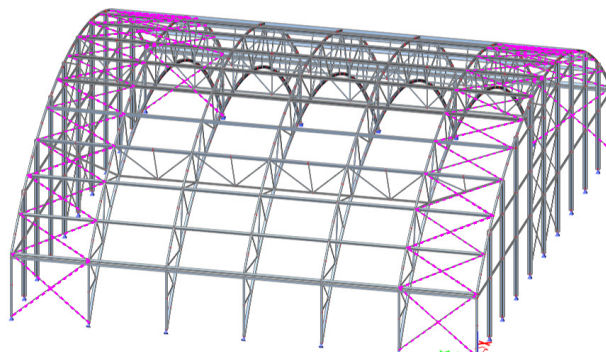
Montážní spojení pásů je řešeno šroubovými spoji přes čelní desky a čtveřice šroubů M16 5.6 u horního pásu a M20 5.6 u dolního pásu. Diagonály v místech montážního dělení budou přišroubovány přes styčnickové plechy a dvojice šroubů M20 5.6, zbylé diagonály a svislice budou přivařeny koutovými obvodovými svary. Převážní rozměry u 1. a 3. dílce činí 4,20x15,40 m, u 2. dílce 4,65x19,50 m.

6.4 Ztužidla

Veškerá ztužidla budou instalována pomocí styčnickových plechů a dvojice šroubů M16 5.6.

6.4.1 Střešní ztužidlo

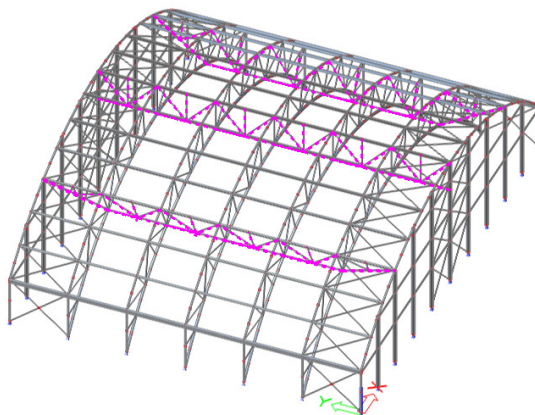
Střešní ztužidlo je navrženo v krajních polích A-B a G-F z důvodu zkrácení vzpěrné délky horního pásu při vybočení z roviny příčné vazby a roznosu účinků podélného větru. Je tvořeno táhly průměru 19 mm, která budou připojena k hornímu pásu vazníku. Táhla budou opatřena napínáky a po instalaci aktivována předepnutím. Ztužidlo bylo v rámci statické analýzy modelováno pomocí prutů přenášejících pouze tahové účinky a výpočet vnitřních sil byl uskutečněn nelineárním výpočtem.



Obrázek 5 - Střešní ztužidlo

6.4.2 Podélné ztužidlo

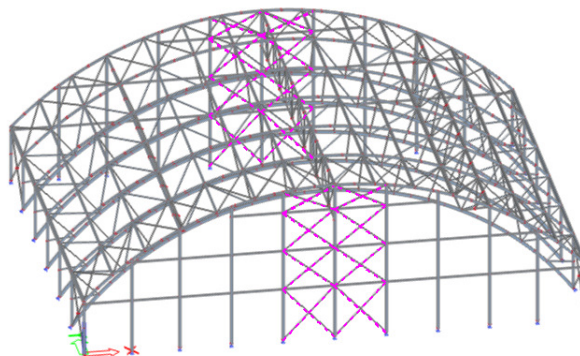
Podélné ztužidlo je navrženo symetricky v řadách 4,8 a 12. Stabilizuje dolní pás proti vybočení z roviny příčné vazby a zajišťuje geometrii vazníků během montáže. Je tvořeno pásem profilu TR 4HR 80/4, dále diagonálami TR KR 57x6.3 a svislicemi TR KR 51x4.



Obrázek 6 - Podélné ztužidlo

6.4.3 Ztužidlo štítové stěny

Ztužidlo štítové stěny je navrženo v obou štítových stěnách mezi sloupy 16d - 16e z důvodu zajištění stability sloupů při vybočení na měkkou osu. Je tvořeno táhly průměru 13 mm, která budou obdobně jako střešní ztužidla opatřena napínáky a po instalaci aktivována předepnutím. Statická analýza byla provedena stejným principem jako v kapitole 6.4.1.



Obrázek 7 - Ztužidlo štítové stěny

6.5 Sloupy

Do štítových stěn jsou navrženy kloubově uložené sloupy průřezu IPE 300. Sloupy podporují krajní příčné vazby A a G tvořené samostatným horním pásem vazníku, mají proto proměnlivou délku 8,02 – 13,26 m. Kotvení sloupů je popsáno v kapitole 8.2.

6.6 Paždíky

Paždíky na bočních stěnách jsou průřezu TR 4HR 120/6. Působí jako prosté nosníky na rozpětí 5,5 m. Paždíky ve štítových stěnách jsou průřezu TR 4HR 100/6. Působí rovněž jako prosté nosníky na rozpětí 3,821 m (mezi svislým horním pásem až po sloup 16b) a 4,120 m (mezi zbylými sloupy). Osazení paždíků je realizováno přišroubováním pomocí dvojice úhelníků L100x8-50.

7 MATERIÁL

Jako základní materiál byla zvolena ocel S235JR. Dále byla použita ocel S355JR pro střešní ztužidla a ztužidla štítových stěn (včetně přivařených plechů pro montáž) a pro veškeré styčnickové plechy u kotvení příčných vazeb včetně čepů. Na šroubované spoje jsou navrženy žárově zinkované šrouby M12 5.6, M16 5.6 a M20 5.6.

8 KOTVENÍ, SPODNÍ STAVBA

8.1 Příčná vazba

Zatížení je do spodní stavby přenášeno skrze čepový spoj. K čelní desce vazníku je K-svarem přivařen plech tl. 30 mm, který je vsunut mezi 2 plechy tl. 15 mm, jež jsou přivařeny ½V-svarem k patní desce tl. 25 mm. Těmito 3 plechy prochází čep Ø40 mm a délky 130 mm. Čep je na koncích zajištěn závlačkami proti osovému posunutí. Pod patním plechem je navrženo podlití cementovou maltou tl. 40 mm. Kotvení do základových patek z betonu C20/25 bude provedeno pomocí dvojice chemických kotev HVU a kotevních šroubů HAS M27 8.8 od firmy HILTI.¹⁴ Kotvení K1 u příčných vazeb C-E lze provést až po osazení příčné vazby do dané polohy. U kotvení K2 u příčných vazeb B a F je nutné zainjektovat kotevní šrouby před

osazením příčné vazby, protože jejich dodatečnému vyvrtání brání široká čelní deska pro přípoj střešního ztužidla. Z toho důvodu jsou u kotvení K2 v patním plechu zvětšené otvory Ø70 mm, které budou po osazení příčné vazby překryty plechem tl. 20 mm s otvory Ø30 mm.

8.2 Štítové sloupy

Uložení jednotlivých sloupů ve štítových stěnách je provedeno skrze patní plech tl. 20 mm přivařený obvodovým koutovým svarem ke sloupu. Pod patním plechem bude zhotoveno podlití cementovou maltou výšky 40 mm. Kotvení je provedeno pomocí 4 dodatečně osazených chemických kotev HVU a kotevních šroubů HAS M24 5.8 od firmy HILTI ¹⁴ do základové patky z betonu C20/25.

9 POVRCHOVÁ ÚPRAVA KONSTRUKCE

Ocelová konstrukce bude opatřena protikorozním nátěrem výrobce Hempel. ¹⁸ Nátěr se skládá ze 3 vrstev. Nejdříve bude proveden základní nátěr Hempadur Speed-dry ZP 500 ve 2 vrstvách tl. 90 µm a poté vrchní nátěr Hempthane HS 55610 tl. 60 µm.

Nátěrový systém je navržen v souladu s normou ČSN EN ISO 12944 a má minimální přepokládanou životnost 15 let. Vzhledem ke skutečnosti, že je objekt zařazen do kategorie korozní agresivity prostředí C4, je nutné dbát na řádnou aplikaci nátěrů v souladu s technickými podmínkami výrobce a zejména na dodržení tloušťek jednotlivých vrstev. Po kompletní montáži konstrukce je nutné provést kontrolu poškození nátěrů a případnou opravu.

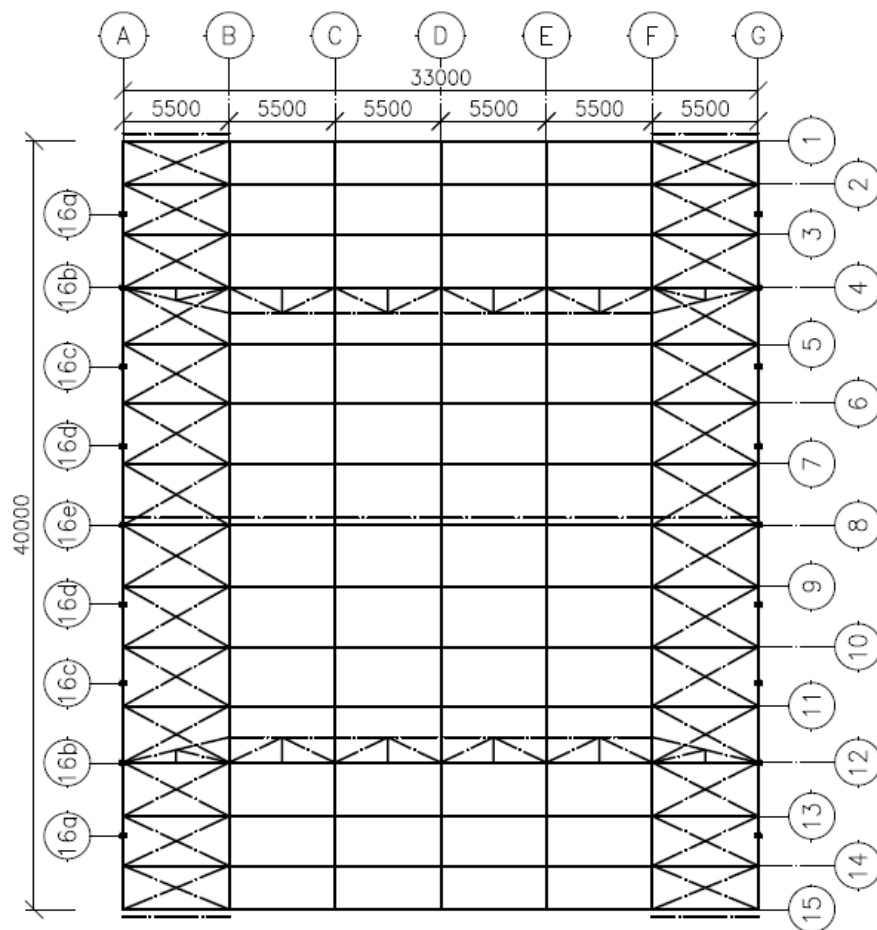
10 MONTÁŽ OCELOVÉ KONSTRUKCE

Ocelová konstrukce spadá na základě normy ČSN EN 1990-2+A1 do třídy provedení EXC3. Doporučený postup montáže je následující:

- 1) Zhotovení základových železobetonových patek dle platných technologických postupů. Osazení kotev pro příčné vazby B a F.
- 2) Sestavení vazníku příčné vazby B ze 3 montážních dílců.

- 3) Osazení příčné vazby B do projektované polohy. Po osazení musí být vazník zajištěn pomocí montážního podepření.
- 4) Sestavení vazníku příčné vazby C ze 3 montážních dílců a osazení do projektované polohy.
- 5) Zakotvení příčné vazby C dodatečně osazovanými kotvami.
- 6) Montáž podélného ztužidla v poli B-C v řadě 8, poté v řadě 4 a 12.
- 7) Osazení vaznic v poli B-C
- 8) Zopakování kroku 4-7 pro příčné vazby D, E, F. U vazby F bude vynechán krok 6, neboť kotvení této vazby je již zhotoveno v bodě 1 stejně jako u vazby B.
- 9) Vztyčení sloupů 16a, 16b štítové stěny A. Vzájemné propojení paždíky a montáž pásu podélného ztužidla v poli A-B, řadě 4.
- 10) Vztyčení sloupů 16c-16e štítové stěny A. Vzájemné propojení paždíky a montáž spodního pásu podélného ztužidla v poli A-B, řadě 8.
- 11) Zopakování kroku 9-10 pro 2. polovinu štítové stěny A.
- 12) Osazení samostatného horního pásu příčné vazby A na sloupy štítové stěny A. Zhotovení dodatečného kotvení příčné vazby A.
- 13) Doplnění podélných ztužidel mezi vazbou A-B v řadě 8, poté v řadě 4 a 12. Následně doplnění vaznic.
- 14) Zopakování kroku 9-13 pro štítovou stěnu v řadě G.
- 15) Montáž střešních ztužidel a ztužidel v obou štítových stěnách.
- 16) Montáž střešního pláště a následně skleněné fasády dle technických požadavků výrobce.
- 17) Rovnoměrné dopnutí táhel střešního ztužidla poté ztužidel obou štítových stěn.
- 18) Kontrola a případné opravení ochranného nátěru.

Poznámka: Pro efektivnější montáž lze krok 2) – 7) provádět současně pro příčné vazby E a F.



Obrázek 8 - Schematický Půdorys

11 ÚDRŽBA KONSTRUKCE

Konstrukci je nutné udržovat v dobrém technickém stavu po celou dobu její životnosti. Jelikož se jedná o konstrukci s třídou následků CC3, musí být její stav v souladu s normou ČSN 73 2604 kontrolován odborně způsobilou osobou každý rok na běžné prohlídce a minimálně jednou za 5 let na podrobné prohlídce.

12 VÝKAZ MATERIÁLU

Č.	PRVEK	PRŮŘEZ	KS	CELKOVÁ DÉLKA [m]	DÉLKA 1 KUSU [m]	HM. 1 m [kg]	CELKOVÁ HM. [kg]
1a	VAZNICE - STŘEDNÍ	IPE 220	10	55,600	5,560	26,20	1457
1b	VAZNICE - STŘEDNÍ	IPE 220	20	109,800	5,490	26,20	2877
2a	VAZNICE - KRAJNÍ	TR OBD 200/120/5	20	106,400	5,320	24,10	2564

2b	VAZNICE - KRAJNÍ	TR OBD 200/120/5	40	212,800	5,320	24,10	5128
3a	HORNÍ PÁS - SVISLÝ	TR OBD 150/100/5	14	63,322	4,523	18,60	1178
3b	HORNÍ PÁS - KRAJNÍ	TR OBD 150/100/5	14	173,600	12,400	18,60	3229
3c	HORNÍ PÁS - STŘEDNÍ	TR OBD 150/100/5	7	138,432	19,776	18,60	2575
4a	DOLNÍ PÁS - KRAJNÍ	TR OBD 200/150/10	10	142,730	14,273	50,95	7272
4b	DOLNÍ PÁS - STŘEDNÍ	TR OBD 200/150/6.3	5	88,240	17,648	33,05	2916
5a	DIAGONÁLA - KRAJNÍ	TR KR 73x8	10	19,690	1,969	12,80	252
5b	DIAGONÁLA - KRAJNÍ	TR KR 73x8	10	39,190	3,919	12,80	502
5c	DIAGONÁLA - KRAJNÍ	TR KR 73x8	20	81,620	4,081	12,80	1045
6	DIAGONÁLA - ŠROUBOVANÁ	TR KR 73x8	10	36,860	3,686	12,80	472
7	DIAGONÁLA - STŘEDNÍ	TR KR 73x4	30	122,430	4,081	6,80	833
8a	SVISLICE	TR KR 54x4	10	27,470	2,747	4,90	135
8b	SVISLICE	TR KR 54x4	20	56,500	2,825	4,90	277
8c	SVISLICE	TR KR 54x4	45	126,675	2,815	4,90	621
9a	PÁS PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA	TR 4HR 80/4	4	22,860	5,715	9,40	215
9b	PÁS PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA	TR 4HR 80/4	14	72,632	5,188	9,40	683
10a	SVISLICE PODÉLNÉHO ZTUŽ.	TR KR 51x4	4	4,388	1,097	4,64	20
10b	SVISLICE PODÉLNÉHO ZTUŽ.	TR KR 51x4	14	36,358	2,597	4,64	169
11a	DIAGONÁLA PODÉLNÉHO ZTUŽ.	TR KR 57x6.3	4	10,700	2,675	7,85	84
11b	DIAGONÁLA PODÉLNÉHO ZTUŽ.	TR KR 57x6.3	28	102,760	3,670	7,85	807
12a	STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO	KRUHOVÁ TYČ Ø19	8	25,432	3,179	2,22	56
12b	STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO	KRUHOVÁ TYČ Ø19	8	44,776	5,597	2,22	99
12c	STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO	KRUHOVÁ TYČ Ø19	48	288,672	6,014	2,22	641
13a	ZTUŽIDLO ŠTÍTOVÉ STĚNY	KRUHOVÁ TYČ Ø13	8	45,016	5,627	1,04	47
13b	ZTUŽIDLO ŠTÍTOVÉ STĚNY	KRUHOVÁ TYČ Ø13	16	78,848	4,928	1,04	82

13c	ZTUŽIDLO ŠTÍTOVÉ STĚNY	KRUHOVÁ TYČ Ø13	8	26,080	3,260	1,04	27
14a	PAŽDÍK - BOČNÍ	TR 4HR 120/6	4	22,180	5,537	21,20	470
14b	PAŽDÍK - BOČNÍ	TR 4HR 120/6	8	43,920	5,482	21,20	930
15a	PAŽDÍK - ŠTÍTOVÝ	TR 4HR 100/6	4	15,564	3,883	17,43	271
15b	PAŽDÍK - ŠTÍTOVÝ	TR 4HR 100/6	8	30,488	3,803	17,43	530
15c	PAŽDÍK - ŠTÍTOVÝ	TR 4HR 100/6	32	131,520	4,102	17,43	2288
16a	SLOUP ŠTÍTOVÝ	IPE 300	4	32,080	8,020	42,20	1354
16b	SLOUP ŠTÍTOVÝ	IPE 300	4	41,200	10,300	42,20	1739
16c	SLOUP ŠTÍTOVÝ	IPE 300	4	47,760	11,940	42,20	2015
16d	SLOUP ŠTÍTOVÝ	IPE 300	4	51,512	12,878	42,20	2174
16e	SLOUP ŠTÍTOVÝ	IPE 300	2	26,520	13,260	42,20	1119
	SPOJE (ODHAD)						1474
							50624

Celková průměrná hmotnost ocelové konstrukce je 38,35 kg/m² a 3,69 kg/m³.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Normy

- [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
- [13] ČSN 73 1401: Navrhování ocelových konstrukcí
- [15] ČSN EN ISO 2553: Svařování a příbuzné procesy – zobrazování na výkresech - svarové spoje
- [17] ČSN EN ISO 12944: Nátěrové hmoty – Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy
- [19] ČSN EN 1090-2+A1: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [20] ČSN 73 2604: Ocelové konstrukce - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb

Internetové zdroje

- [7] Katalog Kalzip. Dostupný z: <http://www.kalzip.cz/prospekty/>
- [8] Sněhová mapa. Dostupná z: <http://www.snehovamapa.cz/>
- [9] Společnost Schüco. Dostupná z: <https://www.schueco.com/web2/cz>
- [10] Společnost OKF. Dostupná z: <https://www.okf.cz/cs>

[11] Katalog trapézových plechů. Dostupný z: <https://ds.arcelormittal.com>

[12] Statické tabulky. Dostupné z: <http://www.staticstools.eu/cs>

[14] Katalog společnosti Hilti. Dostupný z: <https://www.hilti.cz>

[16] Mezinárodní plavecká federace FINA. Dostupná z: <http://www.fina.org>

[18] Společnost Hempel. Dostupná z: <https://www.hempel.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Skladba střešního pláště	2
Obrázek 2 - Horizontální řez skleněnou fasádou	3
Obrázek 3 – Schéma dispozičního řešení	4
Obrázek 4 - Montážní dílce vazníku	6
Obrázek 5 - Střešní ztužidlo	7
Obrázek 6 - Podélné ztužidlo	7
Obrázek 7 - Ztužidlo štítové stěny	7
Obrázek 8 - Schematický půdorys	11