



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

ZIMNÍ STADION

ICE STADIUM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Németh

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Student: **Bc. Matěj Németh**
Vedoucí práce: **Ing. Milan Pilgr, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
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:

Zimní stadion

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte variantní návrh nosné ocelové konstrukce zimního stadionu o půdorysných rozměrech cca 54 × 80 m, s přístavkem pro hlavní vstup. Dispozici navrhnete v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro město Hradec Králové.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Technická zpráva s odůvodněním zvolené varianty řešení
Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce
Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce
Výkaz spotřeby materiálu pro zvolenou variantu řešení

Seznam doporučené literatury a podklady:

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení
Literatura doporučená vedoucím diplomové práce

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 27. 3. 2023

L. S.

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zpracovat dva variantní návrhy ocelové konstrukce víceúčelového zimního stadionu s primárním využitím jako sportovní plochy pro lední hokej. Lokalita objektu je zamýšlená ve městě Hradec Králové – Malšovice. Hlavní půdorysné rozměry dané konstrukce jsou pro hlavní loď 80 × 54 metrů s rozměry přístavku zastupující funkci hlavního vstupu do haly 25 × 7,9 metrů. Výška nosné konstrukce ve vrcholu válcové střechy je 18,4 metrů. Příčné vazby hlavní lodi jsou tvořeny příčnými dvojklobovými rámy příhradové konstrukce. Opláštění budovy je ze sendvičových panelů Kingspan. Prostorová tuhost konstrukce je v příčném směru zajištěna příčnými vazbami a v podélném směru dvojicí příčných větrových ztužidel. Použitý materiál nosné konstrukce haly je ocel S235.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zimní stadion, hokejový stadion, nosná ocelová konstrukce, dvojlodní jednopodlažní halová budova, příčná rámová vazba, statické posouzení, návrh detailů, kotvení

ABSTRACT

The aim of this thesis was to design and assess two variants of steel structure thought as multifunctional ice stadium primarily used as ice hockey ring. Structure is situated in city of Hradec Králové, specifically in the district of Malšovice. Fundamental dimensions of the floor plan of the main structure are 80 × 54 metres, and the dimension of secondary hall serving as a main entrance are 25 × 7,9 metres. Height of main structure in the top of the cylindrical roof is 18,4 metres. The transverse connections of the main hall consist of transverse double-articulated frames made of trusswork. Cladding is made from multi-layer composite panel system made by Kingspan. Spatial rigidity of the structure in transversal way is supported by main frames and in the longitudinal direction is supported by a pair of transverse wind bracings. Used material is construction steel S235.

KEYWORDS

Ice stadium, hockey stadium, steel load-bearing structure, double-aisled single-floor hall building, transverse frame connections, structural assessment, detail design, anchoring.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NÉMETH, Matěj. *Zimní stadion*. Brno, 2024. 28 s., 326 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.
Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Zimní stadion* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Matěj Németh
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Zimní stadion* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Matěj Németh
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Milanovi Pilgrovi, PhD. za odborné vedení při práci, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat celé mé rodině, přátelům, a především mé přítelkyni za podporu při studiu a vypracovávání této práce.



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

ZIMNÍ STADION

ICE STADIUM

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Németh

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

BRNO 2024

OBSAH

1. Úvod	3
2. Normativní dokumenty	3
3. Popis dispozičního řešení zimního stadionu	4
4. Variantní řešení konstrukce zimního stadionu	5
Variantní řešení č. 1	5
Schématické znázornění geometrického uspořádání varianty č.1.....	6
Variantní řešení č. 2	7
Schématické znázornění geometrického uspořádání varianty č.2.....	8
Kritéria hodnocení a zvolená varianta	10
5. Předpoklad návrhu nosné konstrukce	10
Mezní stav únosnosti.....	10
Mezní stav použitelnosti.....	10
Stálé zatížení.....	10
Vlastní tíha.....	10
Ostatní stálé zatížení	10
Proměnné zatížení.....	11
Klimatické zatížení.....	11
Užitné zatížení střechy	11
Stabilitní síly	11
6. Popis řešení statického modelu	11
7. Popis konstrukčního řešení vybrané varianty	13
Konstrukční prvky hlavní lodi	13
Příhradová příčel.....	13
Příhradová stojka.....	13
Vaznice.....	13
Paždík.....	14
Štítový sloup	14
Vodorovné ztužidlo štítové stěny	14
Věnc štítové stěny.....	15
Příčné ztužidlo ve štítové stěně	15
Příčné ztužidlo hlavní lodi.....	15
Podélné ztužidlo	15
Táhla vaznic a paždíků	15
Vzpěrky paždíků	15
Konstrukční prvky vstupní haly	15
Vaznice.....	15

Paždíky	15
Sloupky	16
Průvlak.....	16
Příčel	16
Stojka	16
Příčné ztužidlo vstupní haly	16
8. Materiál konstrukce, povrchová úprava a třída provedení.....	16
9. Postup montáže konstrukce zimního stadionu	17
10. Hmotnost konstrukce	18
Výkaz materiálu pro variantu č.1	18
Výkaz materiálu pro variantu č.2	19
11. Závěr.....	19
12. Seznam zdrojů a Literatury	20
Literatura.....	20
Normativní předpisy	20
Internetové zdroje	21
13. Seznam příloh.....	21
Statický výpočet I. varianty	21
Statický výpočet II. varianty	21
Výstupní protokol I. varianty	21
Výstupní protokol II. varianty	21
Výkresová dokumentace	21

1. ÚVOD

Práce pojednává o návrhu a posouzení nosných prvků a vybraných detailů ocelové konstrukce víceúčelového zimního stadionu, který je převážně koncipován jako stadion pro lední hokej.

Navrhovaný objekt se nachází v městě Hradec Králové v městské části Malšovice. Stavba je situována vedle Gočárova okruhu v blízkosti fotbalového stadionu pod lízátky. Místo pro stavbu bylo zvoleno na základě malé vzdálenosti od centra města, využitelnosti plochy pro stavbu stadionu a také kvůli tomu, že zvolené místo není v rozporu s aktuálně platným územním plánem města Hradec Králové.

Půdorysné rozměry konstrukce jsou dány především tvarem a rozměry samotné ledové plochy (největší obvyklé půdorysné rozměry hokejové plochy jsou 30x60 metrů) s prostory pro divácké tribuny a zázemí.

Cílem práce bylo zpracovat statický výpočet nosných částí konstrukce dvou variantních návrhů. Varianty byly porovnány dle jednotlivých kritérií a následně byla zvolena jedna varianta pro vypracování návrhu a výpočtu vybraných detailů a kotvení. Z výpočtu byla následně vypracována technická výkresová dokumentace, tedy dispoziční řešení zimního stadionu, kotevní plán a výrobní výkres dílce stojky příčného příhradového rámu společně s řešenými detaily.

2. NORMATIVNÍ DOKUMENTY

Návrh ocelové konstrukce halového objektu je proveden v souladu s platnými normativními dokumenty:

ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 ed.2 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 ed.2 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 (73 1401) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-8 (73 1401) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčnic

ČSN EN 1993-1-10 (73 1401) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálů a vlastnosti napříč tloušťkou

ČSN EN 1999-1-1 (73 1501) Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro konstrukce

ČSN EN ISO 2553 (01 3155) Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování na výkresech – Svarové spoje

ČSN EN ISO 12944-2 Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Klasifikace vnějšího prostředí

ČSN EN ISO 12944-4 Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Typy povrchů podkladů a jejich příprava

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

K těmto platným normám byli doplňkově použity i normy s ukončenou platností

ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN 01 3483 Výkresy kovových konstrukcí

3. POPIS DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU

Zimní stadion je řešen jako dvojloďní jednopodlažní objekt. Půdorysné rozměry hlavní části, tedy hlavní lodi jsou 80x54 metrů. Přidruženou částí je vstupní hala, jejíž půdorysné rozměry jsou 25x7,9 metrů. Konstrukční výška hlavní lodi je 18,4 metrů a celková výška ve vrcholu válcové střechy je 18,7 metrů. Hlavní loď se směrem nahoru rozevívá a v nejširším místě, které odpovídá místě napojení stojky na příčel, je 57,5 metrů široká. Výška v napojení mezi stojkou a příčelí příhradového rámu je 15 metrů. Výška vstupní haly ve vrcholu pultové střechy činí 6,4 metrů.

Zastřešení hlavní lodi je válcového tvaru o poloměru cirká 128 metrů. Směrem ke štítovým stěnám je válcová střecha umístěna v podélném směru do spádu, kde okraj střechy opisuje půdorysně elipsu, jejíž rozměry jsou dány dvěma body. Prvním bodem je horní roh příčného rámu a druhým bodem je krajní stojka štítové stěny. Vstupní hala má pultovou střechu, která má sklon 7,9° směrem od hlavní lodi. Šířka pultové střechy je 7,2 metrů.

Obvodový plášť je tvořen systémem sendvičových panelů Kingspan. Střešní plášť hlavní lodi je z panelu KS1000/1150 NR 200. Pro vstupní halu je plášť z panelu KS 1000 FF 100. Obvodový stěnový plášť obou lodí tvoří stěnové panely KS 1000/1150 NF 60. Všechny panely budou kladeny jako prosté nosníky, kromě střešních panelů vedlejší lodi, které budou kladeny jako spojitý nosník o dvou polích.

Prostorová tuhost hlavní lodi je zajištěna v podélném směru kombinací stěnových ztužidel polopříčkové soustavy společně s příhradovým ztužidlem v rovině střechy. V příčném směru je tuhost zajištěna příčnou vazbou příhradových rámu a v oblasti štítových stěn pomocí ztužidel složené soustavy.

Prostorová tuhost vstupní haly je zajištěná v podélném směru stěnovými a střešními ztužidly složené soustavy. Tuhost v příčném směru je zajištěna pomocí příčných rámu. Rámy vstupní haly jsou uspořádané v pravidelné osově vzdálenosti 6,25 metrů.

4. VARIANTNÍ ŘEŠENÍ KONSTRUKCE ZIMNÍHO STADIONU

Pro účely této práce byly navrženy a staticky posouzeny dvě varianty konstrukce. Vnější tvar a rozměry obou variant jsou naprosto identické a nemají významný vliv na velikost a tvar zatížení na jednotlivé konstrukce. Nepatrné odlišnosti vnějšího tvaru konstrukce můžeme přisoudit dispozičnímu řešení. Z hlediska statického působení jsou obě varianty řešeny stejným způsobem, čímž je porovnání obou variant relevantní.

VARIANTNÍ ŘEŠENÍ Č. 1

Příčné vazby hlavní lodi jsou tvořeny ze šesti příčných příhradových rámu s osovou vzdáleností 12,5 metrů. Jedná se o prostorové příhradové trojboké dvojkoubové rámy.

Horní pás je tvořen dvojicí trubek od sebe vzdálených 3,5 metrů. Střednice horních pásů opisuje kružnici o poloměru 127,35 metrů. Poloměr je dán délkou oblouku, která činí 58 metrů a také rozevřením stojek při horním pásu, které je 57,5 metrů. Dolní pás je rovnoběžný s horním pásem a je vzdálen 3,5 metrů ve svislé rovině. Pásky tak tvoří pravidelnou trojbokou tuhou příhradovinu.

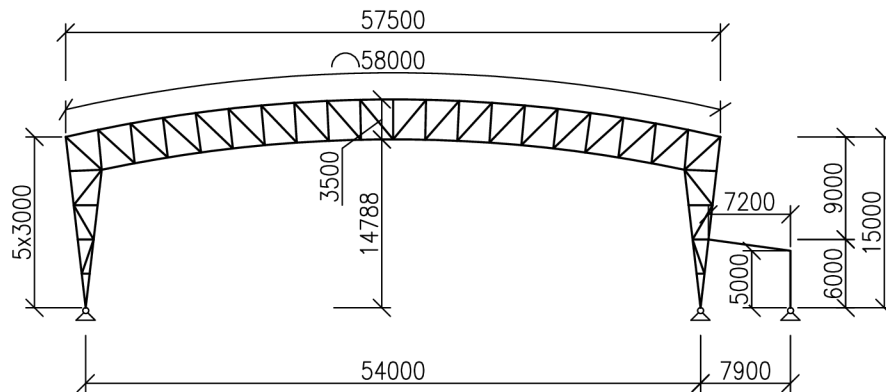
Výplňové pruty příčle jsou trojúhelníkové soustavy a jsou uspořádány do pravidelných polí, kdy se osy svislic protínají v jednom bodě, a to právě ve středu kružnice opisující střednici horního pásu. Je to především z důvodu snadnější výroby a příznivějšího statického působení výplňových prutů. Pouze krajní tři pole nejsou uspořádána pravidelně, a to z důvodu příznivějšího napojení příčle na stojku.

Stojka má proměnnou výšku průřezu, kde přechází z jednoho styčného bodu od zamýšleného základu a směrem k příčli se symetricky rozšiřuje na obě strany v poměru 1:7/30. Výška stojky je 15 m v místě napojení na horní pás příčle. Stojka je stejně jako příčel trojúhelníkové soustavy.

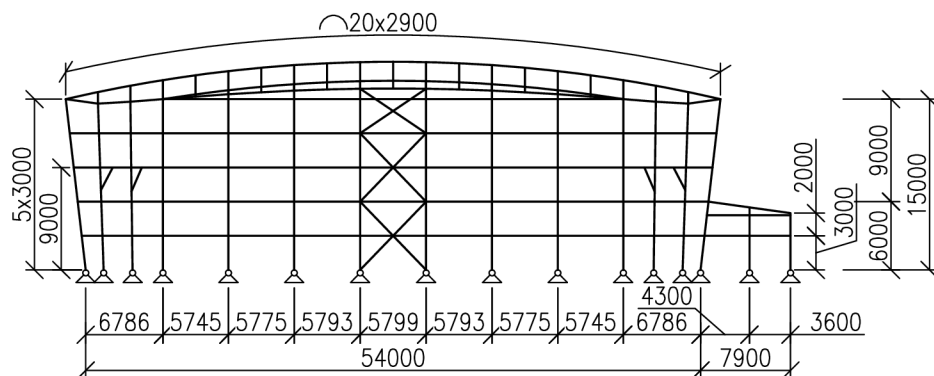
Na krajích hlavní lodi jsou štítové stěny, které jsou vlivem jejich výšky v horní polovině (tedy ve výšce 9 metrů od základů sloupků) zajištěny pomocí vodorovného ztužidla. Vodorovné ztužidlo je příhradový nosník trojúhelníkové soustavy se vzdáleností pásů 2,5 metrů. Jeho vodorovná poloha je zajištěna pomocí vzpěrek, které svírají úhel 45° jak se ztužidlem, tak se štítovými sloupy.

Prostorová tuhost hlavní lodi je zajištěna v podélném směru kombinací stěnových příčných ztužidel polopříčkové soustavy společně s výplňovými pruty příhradoviny příčného rámu v rovině střechy. V příčném směru je tuhost zajištěna příčnou vazbou příhradových rámu a v oblasti štítových stěn pomocí ztužidel složené soustavy.

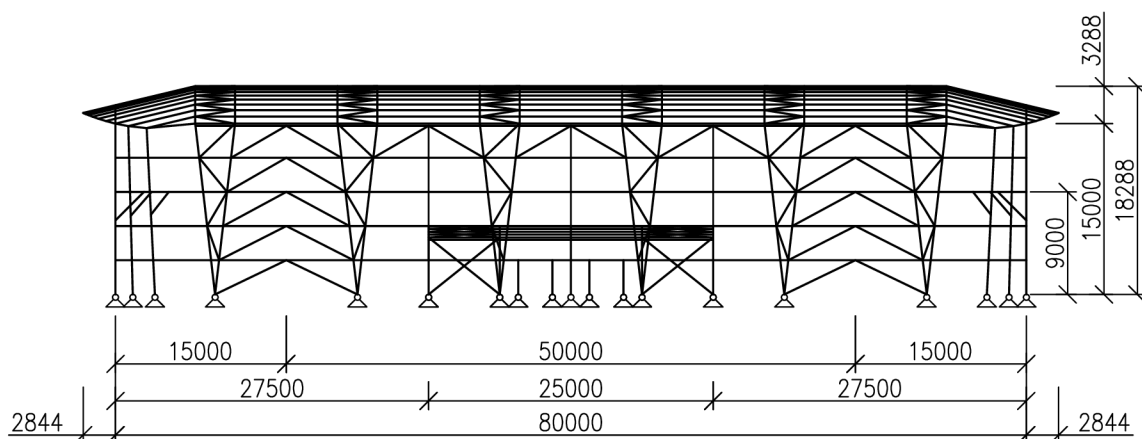
Schématické znázornění geometrického uspořádání varianty č.1



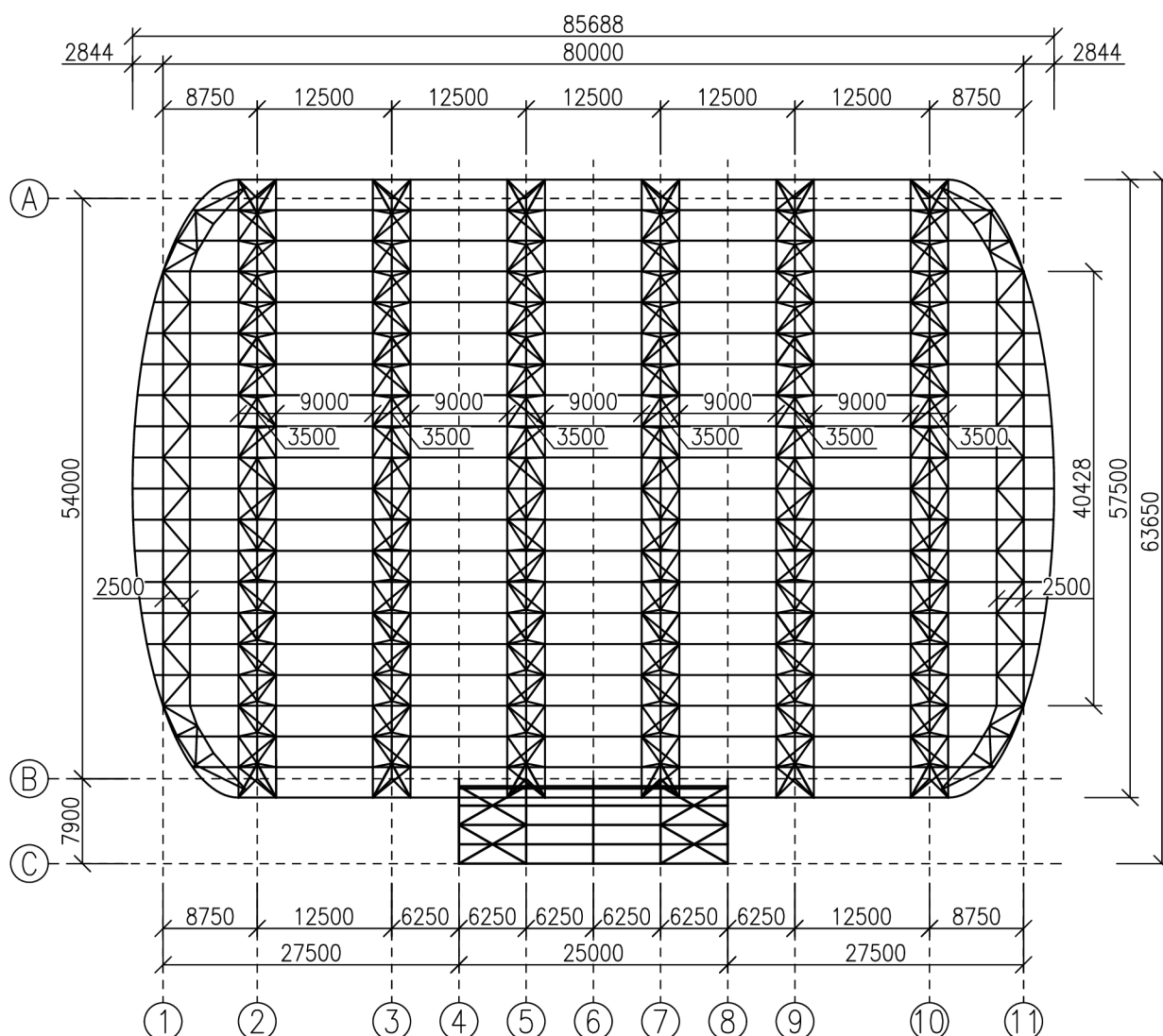
Obrázek č. 4.1 – Schéma příčného rámu



Obrázek č. 4.2 – Schéma uspořádání štítové stěny



Obrázek č. 4.3 – Schéma boční stěny



Obrázek č. 4.4 – Schéma půdorysu

VARIANTNÍ ŘEŠENÍ Č. 2

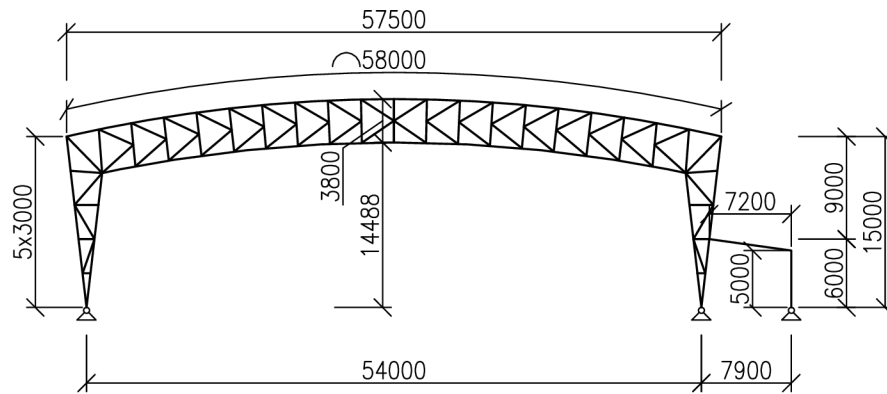
Jako v předchozí variantě se objekt skládá ze dvou částí, tedy z hlavní lodi a přidružené menší části, kterou je vstupní hala.

Rozdílem oproti předešlé variantě je změna uspořádání příčných vazeb, která je tvořena devíti rovinnými dvojkolbovými příhradovými rámy s osovou vzdáleností 8,0 metrů. Navíc jsou výplňové pruty příčle polopříčkové soustavy uspořádány do pravidelných polí a vzdálenost pásů příčle je oproti první variantě navýšena na 3,8 metrů.

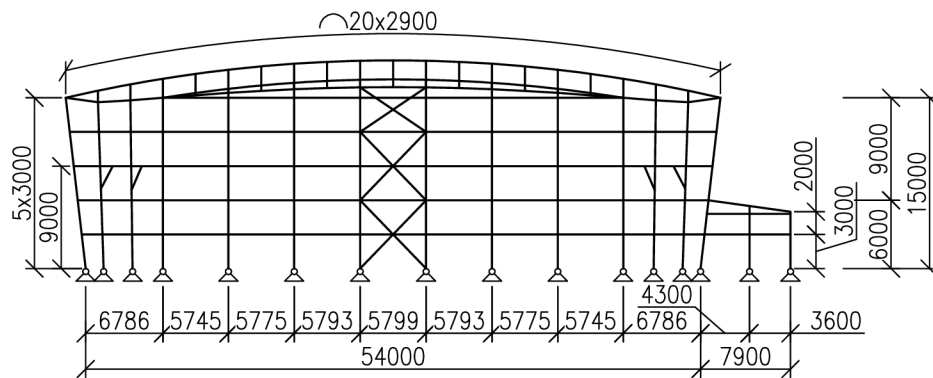
Stojka je, stejně jako u první varianty, tvořena trojúhelníkovou soustavou. Geometricky se od předchozí varianty neodlišuje.

Prostorová tuhost hlavní lodi je zajištěna v podélném směru pomocí příčných tužidel polopříčkové soustavy v rovině stěn a střechy.

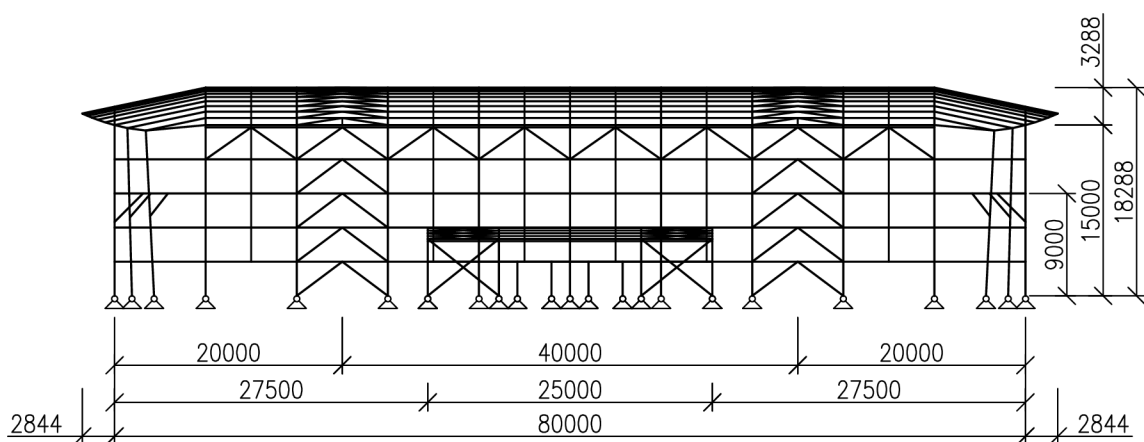
Schématické znázornění geometrického uspořádání varianty č.2



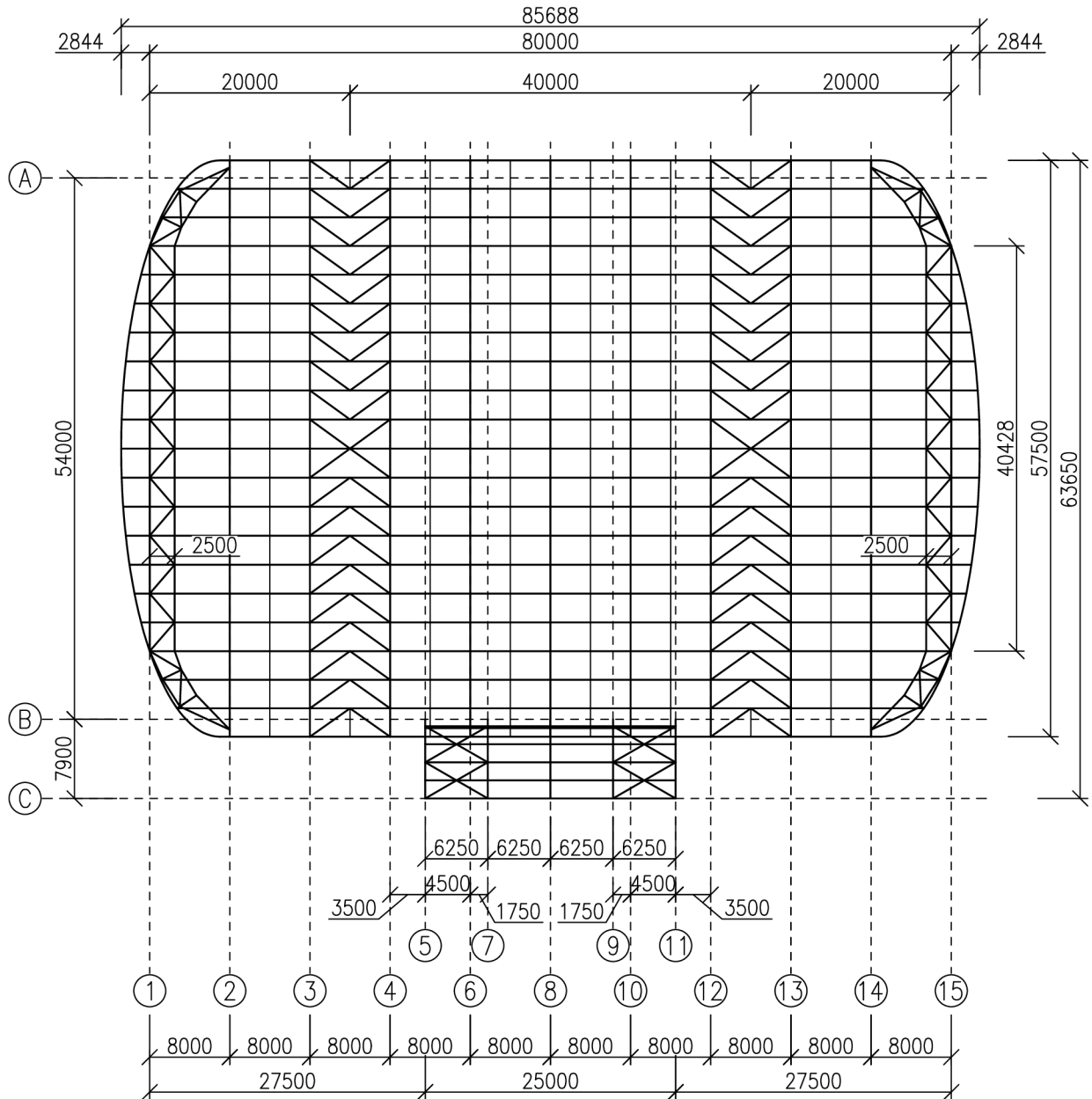
Obrázek č. 4.5 – Schéma příčného rámu



Obrázek č. 4.6 – Schéma uspořádání štítové stěny



Obrázek č. 4.7 – Schéma boční stěny



Obrázek č. 4.8 – Schéma půdorysu

KRITÉRIA HODNOCENÍ A ZVOLENÁ VARIANTA

Hlavním kritériem pro zvolenou variantu byla především její hmotnost a pracnost zpracování ve výrobě. Co se týče estetického hlediska, tak jsou obě varianty na stejné úrovni. Názor o estetičnosti jedné nebo druhé varianty je čistě subjektivní, proto k detailnějšímu zpracování byla vybrána druhá varianta, která do ceny, hmotnosti, pracnosti a údržbovosti předčila první variantu. Pro porovnání je zde i uvedena přehledná tabulka obou variant a jejich parametrů.

	1. Varianta Trojboké rámy	2. Varianta Rovinné rámy	Rozdíl k vybrané variantě
Odhadovaná hmotnost konstrukce[t]	324,65	296,38	-10 %
Odhadovaná nátěrová plocha [m ²]	5626,61	5682,58	1 %
Počet použitých profilů	27	25	-8 %
Odhadovaná cena [mil. Kč]	22,7	19,9	

5. PŘEDPOKLAD NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE

Statické posouzení konstrukce bylo provedeno dle ČSN EN 1993 na:

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

S uvážením vlivu ztráty stability tvaru, ztráty stability polohy, porušení konstrukce nebo její části a porušení spojů na nejnepříznivější kombinaci návrhových hodnot zatížení s uvážením mezních hodnot materiálu konstrukce pro ocel pevnostní třídy S235.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Na nejnepříznivěji deformovaný prvek s ohledem na přípustné přetvoření při použití kombinací charakteristických hodnot zatížení s uvážením hodnot materiálu konstrukce pro ocel pevnostní třídy S235.

Nosná konstrukce byla dimenzována na účinky stálých i proměnných zatížení dle ČSN EN 1991:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Vlastní tíha

Pro konstrukci je uvažovaná objemová hmotnost ocele $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ s tíhovým zrychlením $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

Ostatní stálé zatížení

Je složeno z tíhy obvodového pláště konstrukce a zatížení vybavením stadionu.

Zatížení obvodovým pláštěm se dělí na:

- Zatížení střešními panely hlavní lodi s charakteristickou tíhou dle výrobce: 16,4 kg/m².
- Zatížení střešními panely vstupní haly s charakteristickou tíhou dle výrobce: 21,32 kg/m².
- Zatížení stěnovým pláštěm s charakteristickou tíhou dle výrobce: 10,94 kg/m².

Na konstrukci vstupní haly stěnový plášť, vzhledem ke své tuhosti, nevyvolává žádné účinky a jeho hmotnost je přenesena do základového prahu.

Zatížení vybavením stadionu se dělí na zatížení multimediální kostkou o rozměrech 4x4

metrů s uvažovanou hmotností 6 tun a na zatížení vzduchotechnikou, osvětlením a zbytku TZB uvažovanou na půdorysné zatížení 25 kg/m².

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

Klimatické zatížení

Zatížení sněhem je určeno dle ČSN EN 1991-1-3 z mapy sněhových oblastí, kde dané lokalitě připadá sněhová oblast I a charakteristické zatížení sněhem je uvažováno jako $s_k = 0,75 \text{ kNm}^{-2}$.

Zatížení větrem je dáno dle ČSN EN 1991-1-4 z mapy větrných oblastí, kde pro místo stavby je dána kategorie terénu II se základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$.

Užitné zatížení střechy

Je uvažováno pro kategorii zatěžovaných ploch H (střech nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav) dle ČSN EN 1991-1-1. Podle národní přílohy jsou zvoleny doporučené hodnoty spojitého zatížení $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$ na referenční ploše $A = 10 \text{ m}^2$ a osamělé břemeno $Q_k = 1 \text{ kN}$. Zatížení se neuvažuje současně v kombinaci se sněhovým zatížením, zatížení sněhem zároveň vyvolá větší účinky namáhání, a proto užitné zatížení střechy bylo zanedbáno.

Stabilitní síly

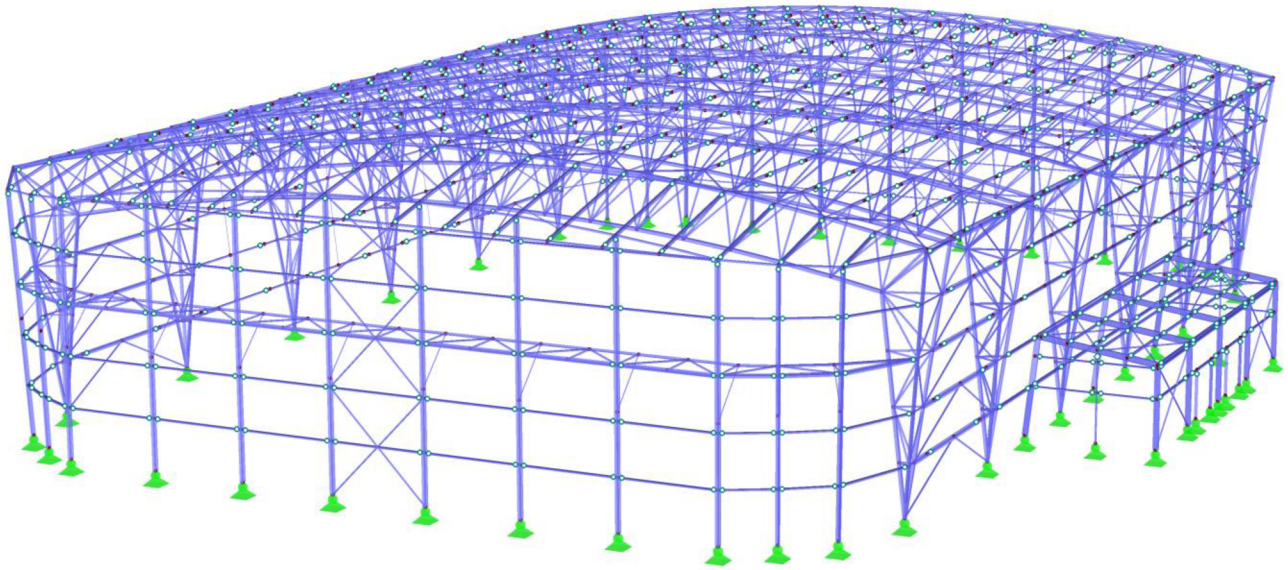
Jsou síly, které vznikají v důsledku zabránění vybočení příhradových tlačných částí konstrukce. Jejich účinky byly uvažovány pouze pro ověření prutům bránícím vybočení takové konstrukce, tedy příčným ztužidlům.

6. POPIS ŘEŠENÍ STATICKÉHO MODELU

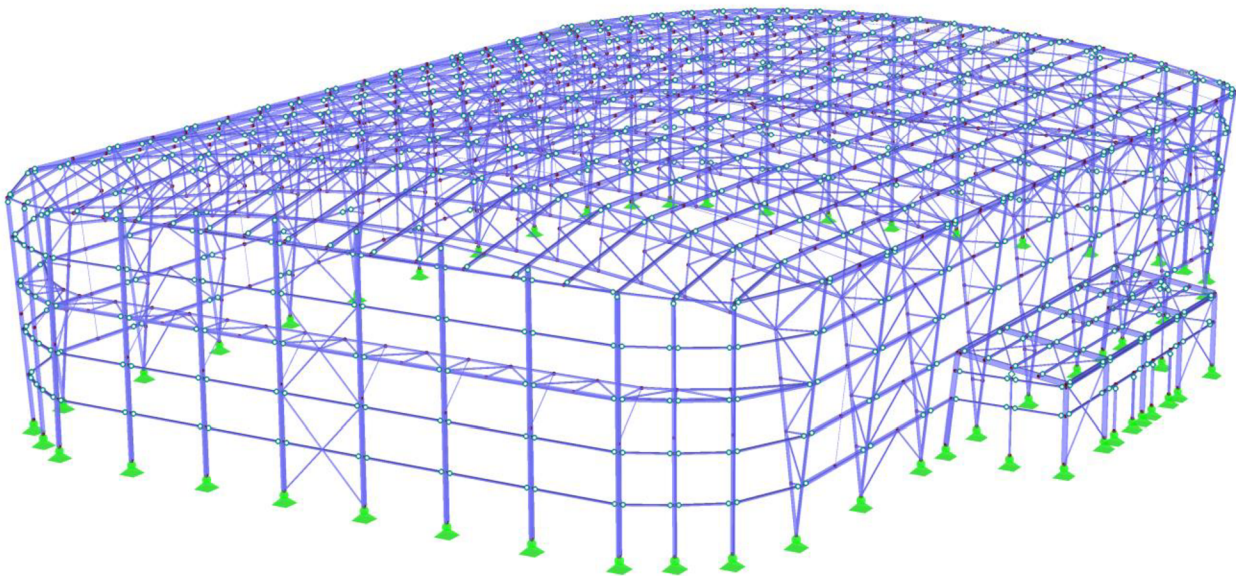
Modely konstrukce jsou řešeny jako prostorové, prutové soustavy. Výpočet je proveden jako lineárně pružný podle teorie I. řádu pomocí metody konečných prvků. Pro modelování, zatížení a výpočet vnitřních sil s dílčími posudky celé konstrukce byl použit statický software RFEM 5.26, kde byl podroben statické analýze na vybraná zatížení a jejich kombinace.

Výsledky statické analýzy ze softwaru byly podrobeny ruční kontrole pro ověření správnosti výsledků, a to na jednom příhradovém rámu pro zatížení sněhem plným pomocí analogie náhradního rámu.

Porovnáním rozdílů ve výsledcích je zřejmé, že výpočetní hodnoty z programu lze považovat za správné, dají se tedy použít pro návrh, posouzení jednotlivých prvků a návrh konstrukčních detailů konstrukce na mezní stavy únosnosti a mezní stavy použitelnosti v souladu s platnými normami ČSN EN



Obrázek č. 6.1 - Statický výpočtový model v programu RFEM 5.26 pro variantu č. 1



Obrázek č. 6.2 - Statický výpočtový model v programu RFEM 5.26 pro variantu č. 2

7. POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

KONSTRUKČNÍ PRVKY HLAVNÍ LODI

Příhradová příčel

Příčel příčného příhradového rámu je rozpětí 57,5 metrů, které odpovídá rozevření stojek při horním pásu. Střednice horního pásu odpovídá kružnici o poloměru 127,35 metrů. Poloměr je dán délkou oblouku 58 metrů. Délka oblouku byla jedno z kritérií pro volbu daného poloměru, a to z důvodu snadného rozmístění vaznic po osově vzdálenosti o shodné délce 2,9 metrů. Druhým kritériem bylo právě zmíněné rozevření stojek, které činí 57,5 metrů. Dolní pás je rovnoběžně vzdálen ve svislé rovině od horního pásu o hodnotu 3,8 metrů. Horní pás je profilu TR KR 194x10, odpovídá tak profilu horního pásu stojky. Dolní pás, vzhledem k jeho výrazně menším tlakovým namáháním než zbytek pásů v příčném příhradovém rámu, byl zvolen profil TR KR 194x8. Svislice jsou profilu TR KR 108x8. Diagonály jsou profilu TR KR 108x10. Diagonála v rámovém rohu je vzhledem ke zbytku diagonál namáhána výrazně větším tlakem. Byl zde proto zvolen větší profil, a to KR TR 168x10. Uspořádání výplňových prutů v příčli je polopříčkové soustavy.

Vzhledem ke svojí délce je nutné příčel rozdělit na tři montážní celky. Montážní spoj při stojce je řešen ve statickém výpočtu v kapitole *10 Návrh a výpočet vybraných detailů* v statickém výpočtu druhé varianty. Další spoje by byly umístěny tak, aby příčel byla rozdělena na tři shodné části s přihlédnutím na volení místa s co možná nejmenším namáháním. Všechny trubkové průřezy použité v návrhu jsou bezešvé hladké za tepla válcované podle ČSN 42 5715.01.

Příhradová stojka

Stojka, o celkové výšce 15 metrů, je navrhována jako příhradová konstrukce trojúhelníkové soustavy. Má proměnnou průřezovou výšku, kde se směrem od základu symetricky rozšiřuje na obě strany v poměru 1:7/30. V průřezu těžišťových os obou pásů je navržený čepový spoj pro zajištění kloubového působení. Kotvení stojky je řešeno podrobněji ve statickém výpočtu a výkresové dokumentaci. Jedná se o neposuvný kloub v obou směrech. Horní pás je navržen z profilu TR KR 194x10. Pás je především namáhán tahovými silami při kombinacích, kde vzniká tlak, nejsou silové účinky tak významné jako je tomu u dolního pásu stojky. Dolní pás stojky je z profilu TR KR 194x20 a je namáhán především tlakovými silami. Při uvážení druhotného ohybového momentu při vybočení stojky ve své rovině, je tato síla podstatně větší a tím je nutné navrhnout i větší průřez. Průměry obou pásů jsou shodné s průměry profilů pásů příčle. Diagonály stojky jsou z profilu TR KR 108x10, svislice jsou z profilu TR KR 108x8.

Vaznice

Vaznice je nutné rozdělit z hlediska délky na vaznice nad štítovými stěnami a vaznice mezi nimi (v oblasti vztažných přímk 2 až 14). Vaznice nad štítovými stěnami jsou vzhledem ke svojí délce, příčnému a podélnému sklonu voleny odlišného profilu, a to HE 160 A. Vaznice jsou tak jedním koncem napojeny na příčel příhradového rámu a jsou spojitě uloženy nad štítovou stěnou, kde pokračují a vytváří tak převislý konec válcové střechy. Převislé konce těchto vaznic jsou pak zajištěny pomocí profilu TR KR 133x12,5. Profil je použit také na zajištění horních konců sloupů štítové stěny.

Vaznice, umístěné pouze mezi příčlemi příhradových rámu jsou profilu IPE 240. Délka všech těchto vaznic je stejná a odpovídá osově vzdálenosti příčných příhradových rámu, tedy 8 metrů. Vaznice jsou uvažovány jako prostě (kloubově) uloženy na obou koncích. Jejich nadměrný průhyb kolem měkké osy musel být zajištěn pomocí táhel v polovině rozpětí. V oblasti příčného ztužidla je nutné zajistit pouze krajní okapovou vaznici, zbytek vaznic je v tomto poli zajištěn pomocí diagonál příčného ztužidla.

Každá vaznice válcové střechy je nakloněná okolo své těžišťové osy tak, že svislá osa z směruje do středu kružnice odpovídající střednici horního pásu příčle, je to tedy normála vůči této

kružnici.

Vlivem zaoblení střešního pláště nebylo možné uvažovat s přenesením složek rovnoběžných s rovinou pláště do okapové vaznice. Proto všem profilům je přisouzená odpovídající složka tohoto zatížení. Střešní plášť ale stále brání klopení při kladném ohybovém momentu, tedy při ohybu, kdy tlak vzniká na horních vláknech vaznice.

Paždík

Paždíky lze podobně jako vaznice rozdělit do dvou částí. V části štítové stěny byl použit profil UPE 180. Osová vzdálenost paždíků ve štítové stěně je rovna 3,0 metrům.

V části podélných stěn byly použity dva profily. Profil paždíků zasahující do oblasti mezi příčnými ztužidly (v dispozici v oblasti vztažných přímk 4 až 12) jsou profilu IPE 220.

Paždíky v oblasti stěnového příčného ztužidla a přilehlého pole směrem ke štítové stěně bylo potřeba navrhnout z profilu HE 220 A (v dispozici značených 2 až 4 a 12 až 14). A to v důsledku velkého působení podélného větru na ztužidlo a tím i zvětšení normálových sil v paždících. Profil z řady IPE by byl v tomto případě až nepřijatelně velkých rozměrů. Oba průřezy paždíků v podélných stěnách jsou stejné délky, rovné osově vzdálenosti příčných příhradových rámců. Osová vzdálenost těchto paždíků je 3,02 metrů. V polovině rozpětí jsou zajištěny táhly, aby bylo zabráněno nadměrnému průhybu kolem měkké osy stejně tak, jak je tomu u vaznic. Paždíky umístěny na vrcholu stojky musí být zajištěny proti nadměrným průhybům pomocí vzperek, na které je umístěno i táhlo paždíků pod nimi. V oblasti příčného ztužidla, stejně jako u vaznic, nebylo potřeba umisťovat žádné táhlo. Paždíky jsou zajištěny proti nadměrným průhybům pomocí diagonál ztužidla.

Paždíky IPE 220 zasahují až do štítové stěny, a to v poli mezi prvním štítovým sloupem a příčným příhradovým rámem. Všechny paždíky na hlavní lodi jsou uvažovány jako kloubově uloženy.

Stěnový plášť u všech paždíků působí stěnově. Složka působící v rovině stěnového pláště je převedena do prahového základu. Platí, stejně jako u vaznic, že klopení není uvažováno při působení kladných ohybových momentů. Tím je myšleno že paždík neklopí, pokud horní vlákna profilu jsou tlačena, jelikož je ve své poloze držen tuhostí stěnového pláště a nedojde tak ke ztrátě stability klopením.

Štítový sloup

Sloupy štítové stěny jsou uvažovány jako kloubově uložené na obou koncích. U podpory se jedná o neposuvný kloub v obou směrech. V horní polovině (tedy ve výšce 9 metrů) je jejich stabilita zajištěna příhradovým ztužidlem, které působí jako podpora a jednak snižuje vodorovný průhyb a jednak rozděluje sloupek na dvě vzpěrné části v rovině kolmé k ose y. V rovině kolmé k ose z je zajištěn sloupek paždíky.

Jedná se o profil HE 240 A. Nejvíce zatíženým sloupem štítové stěny je sloupek v oblasti příčného ztužidla štítové stěny, který je zatížen přídatným normálovým namáháním při působení příčného větru. Osová vzdálenost sloupů odpovídá vodorovné osově vzdálenosti dvou vaznic nad nimi. Z tohoto údaje vyplývá, že osová vzdálenost mezi sloupy není stejná.

Hladký přechod mezi štítovou stěnou a stěnou v podélném směru je zajištěn pomocí sloupů, které musí být nakloněny z důvodu proměnné výšky průřezu stojky. Jednotlivé úhly naklonění jsou 91,7° a 93,45° tangenciálním směrem od pomyslného obrysu elipsy, které vytváří konce vaznic společně s věncem.

Vodorovné ztužidlo štítové stěny

Jedná se o příhradový nosník trojúhelníkové soustavy, jehož vnější pás zastupuje funkci paždíku ve štítové stěně. Jelikož vnější pás je namáhán větším tlakem než ostatní paždíky, je profilu HE 200 B.

Výplňové pruty jsou modelovány jako příhradovina přebírající pouze normálové zatížení. Vnitřní pás je modelovaný jako nosník. Vnitřní pás je profilu TR KR 140x10 a je vzdálen od vnějšího pásu o 2,5 metrů. Diagonály jsou z trubek TR KR 108x6,3.

Věvec štítové stěny

Zajišťuje vaznice v oblasti převislého okraje střechy a taky zajišťuje sloupy. Navržený profil je TR KR 133x12,5.

Příčné ztužidlo ve štítové stěně

Ztužidlo zde bylo navrženo převážně kvůli šířce stadionu, kdy by nesplňoval požadavek velikosti dilatačních celků (rozměr 54,0 metrů by překročil mezní hodnotu 50,0 metrů předepsaných v ČSN EN 73 1401 a bylo by nutné uvažovat vliv zatížení klimatickými teplotami) a zároveň napomáhá snížit deformace štítové stěny při působení příčného větru.

Příčné ztužidlo hlavní lodi

Příčné ztužidlo hlavní lodi je polopříčkové soustavy. Soustava byla zvolena na základě počtu polí, kdy nešlo složenou soustavu (která je staticky neurčitá a příznivější) vhodným způsobem uspořádat. Diagonály ztužidla v rovině stěny jsou navrženy z profilu TR KR 102x6,3. V rovině střechy je profil TR KR 108x12,5. Profil byl navrhnout většího průřezu vlivem působení stabilizačních sil. Podélná vzdálenost ztužidla je 40,0 metrů. Podle již neplatné ČSN EN 73 1401 je splněna podmínka mezních rozměrů dilatačních celků, a proto není nutné uvažovat zatížení klimatickými teplotami.

Podélné ztužidlo

Zajišťuje polohu spodních pásů příčného příhradového rámu hlavní lodi proti vybočení z jejich roviny a zkracuje tak jejich vzpěrnou délku. Je navržen z průřezu TR KR 102x6,3. Rozhodujícím kritériem návrhu byla štíhlost prutu pro předejetí možného kmitání.

Táhla vaznic a paždíků

Jsou uvažovaná jako prut přebírající pouze tahovou složku. Jde o kruhovou tyč KR 32. Kritériem volby průřezu byla podmínka mezní štíhlost prutu, podle ČSN 73 1401 tabulky 6.10.

Vzpěrky paždíků

Vzpěrky paždíků jsou stejného profilu jako diagonály příčného ztužidla v rovině stěny, tedy TR KR 102x6,3. Vzpěrky jsou polopříčkově uspořádány, zajišťují omezení průhybu vrcholového paždíku a zároveň mají zachycující funkci táhla paždíků, které je zde připojeno.

KONSTRUKČNÍ PRVKY VSTUPNÍ HALY

Vaznice

Vaznice jsou řešeny jako prostě uložené, osová vzdálenost vaznice vstupní haly je 1,82 metrů. V půdorysném uspořádání je vzdálenost rovna přesným 1,8 metrům. Délka vaznic odpovídá osové vzdálenosti příčných plnostěnných rámu vstupní haly, tedy 6,25 metrům. Díky tuhosti střešního pláště byla složka namáhání v rovině pláště přenesena do okapové vaznice, která musela být navržena z jiného profilu než zbytek mezilehlých vaznic. Profil mezilehlých vaznic je IPE 160. Profil zvolený pro krajní okapovou vaznici je za tepla válcovaný profil HEB 160.

Paždíky

Paždíky jsou kloubově připojeny na stojky nebo sloupky vstupní haly a tvoří systém pro upevnění stěnových panelů. Jsou navrženy za tepla válcovaného profilu UPE 180. Paždíky jsou osově vzdáleny o 1,8 metrů. Vzdálenost spodního paždíku od úrovně kotvení stojek pak odpovídá

vzdálenosti 3,0 metrů. Jejich délka v místě největšího rozpětí je 6,25 metrů. Vzdušenost odpovídá osové vzdálenosti příčných plnostěnných rámu vstupní haly.

Sloupky

Sloupky čelních stěn jsou stejného profilu jako paždíky, tedy UPE 180. V patě jsou uvažovány jako neposuvný kloub. Stejně tomu tak je i na druhém konci, kde jsou připojeny neposuvným kloubem buď k příčli vstupní haly nebo k paždíkům. V boční části haly vytváří dva portály pro vstup. V čele haly slouží sloupek pro rozdělení nadměrně velkého rozpětí paždíků, a tak i snížení namáhání od příčného nebo podélného větru.

Průvlak

Průvlak vstupní haly je navržen z profilu IPE 270. Průřez byl navržen z jiného profilu než paždíky z hlediska většího namáhání, jelikož je zatížen přes celou svou délku tíhou stěnového pláště nad ním.

Příčel

Příčel rámu vstupní haly spojuje plnostěnné stojky a vytváří spolu tuhý rámový roh. Sklon pultové střechy je dán sklonem příčle, který je 7,9°. Příčel je profilu IPE 360 válcovaného za tepla s rozpětím 7,2 metrů

Stojka

Stojka je navrhována z IPE 330 válcovaného za tepla. Svislá stojka je délky 5,0 metrů. Stojky v rovině stěny hlavní lodi musely být odkloněny od svislé polohy vlivem zvětšující se průřezové výšky příhradové stojky. Odklonění odpovídá poměru 1:7/30. Délka odkloněné stojky je 6,04 metrů. Obě stojky společně s plnostěnnou příčlí profilu IPE 360 tvoří příčný dvojkloubový rám, jenž je příčnou vazbou vstupní haly.

Příčné ztužidlo vstupní haly

Diagonála příčného ztužidla vstupní haly je ze stejného profilu jako diagonála ztužidla hlavní lodi, tedy z kruhové trubky bezešvé hladké za tepla válcované s označením KR TR 102x6,3. Ztužidlo přenáší jak tahové, tak i tlakové namáhání od působení větru. Uspořádání ztužidla odpovídá složené soustavě, kdy diagonála v rovině stěny protíná ztužidlo přes celou výšku stojky a v rovině střechy je diagonála vždy vedena od jednoho konce příčle do poloviny protější příčle. Podélná vzdálenost ztužidel je 18,75 metrů.

8. MATERIÁL KONSTRUKCE, POVRCHOVÁ ÚPRAVA A TŘÍDA PROVEDENÍ

Pro materiál konstrukčních prvků je zvolena konstrukční ocel S235 s jakostním stupněm ocele J0 (důvodem zvoleného jakostního stupně je velké množství svařovaných spojů, kde by ocel JR byla v tomto smyslu nevyhovující).

Ověření tloušťky plechů bylo provedeno dle normy ČSN EN 1993-1-10 z tabulky 2.1 – Největší přípustné tloušťky části v mm pro příslušné hodnoty, kdy pro referenční teplotu, $T_{Ed} = -35\text{ °C}$ je největší přípustná tloušťka prvku $t = 37,5\text{ mm}$.

Svařování materiálu bude provedeno obloukovým svařováním, nebo svařování automaticky.

Povrchová úprava materiálu je navrhována dle ČSN EN ISO 12944-2 jako ochranný nátěrový systém pro stupeň korozivní agresivity C2 – nízký (nevytápěné budovy, ve kterých může docházet ke kondenzaci – například sklady, sportovní haly).

Byl navržen nátěrový systém se základním nátěrem o tloušťce 60 μm v jedné vrstvě a dalším podkladovým a vrchním nátěrovým systémem o nominální tloušťce 160 μm .

Před samotným provedením nátěru je potřeba povrch materiálu zbavit okuje, korozivních

vrstev a dalších nečistot a dále je nutné zbavit materiál ostrých hran, které se zabrousí na poloměr $R = 2$ mm.

Zvolené pevnostní třídy šroubů použitých ve výpočtu jsou 8.8, 5.6 a 4.6 výrobní třídy A. Pevnostní třída šroubů použitých v konstrukcích základu je S235 J0.

Pevnostní třída betonu použitého pro vybetonování základových patek je C16/20.

Podlití patních plechů cementovou maltou je stejné nebo vyšší pevnosti třídy než betonových základů.

Třída provedení dle ČSN EN 1090-2: EXC3

9. POSTUP MONTÁŽE KONSTRUKCE ZIMNÍHO STADIONU

Po úpravě terénu a dokončení základových konstrukcí patek se zabetonovanými kotevními šrouby v dané míře přesnosti a kvality se začne s osazováním stojek na kotevní šrouby s montážními podložkami a následným vyhotovením podlití pod patním plechem. Přednostně se se vztyčí stojky A3 a A4 nebo A12 a A13, které bude nutné zajistit ve své poloze například pomocí jeřábu nebo montážního lešení. Tyto stojky se vzájemně propojí paždíky pro tuto oblast navrhnutých a následně se ztuží pomocí diagonál příčného ztužidla. Stejným způsobem se provede i montáž protějších stojek B3 a B4 nebo B12 a B13.

Následně jsou smontovány krajní dílce a středový dílec příčle jedné z vazeb. Ten se pomocí jeřábu osadí a smontuje na dvojici ze stojek a vytvoří se tak příčná vazba. Následuje montáž druhé příčle v oblasti příčného ztužidla stejným způsobem.

Mezi příčlemi se dokončí příčné ztužidlo osazením diagonál a vaznic. Po vytvoření dvou příčných vazeb příčného ztužidla postupuje montáž osazením stojek v sousedním poli, napojení stojek pomocí paždíků na již vytvořenou vazbu. Následně se začne se sestavováním a osazováním příčle na vztyčené stojky a osazením vaznic na nově smontovanou příčel.

Po vytvoření celé střední části hlavní lodi je vyhotovená čelní stěna vztyčením štítových sloupů, a to nejdříve v oblasti příčného ztužidla štítové stěny. Sloupy jsou osazeny na kotevní šrouby s montážními podložkami a je zhotoveno podlití pod patním plechem, mezitím co jsou zajištěny v příčné poloze pomocí jeřábu. Následně dvojice štítových sloupů je provázána osazením diagonál ztužidla a paždíků. Pak se poloha zajistí pomocí vaznic nad štítovou stěnou k příčným příhradovým ráům. Vaznice se nad štítovou stěnou musí propojit pomocí věnce.

Současně s připojováním vaznice je osazené i vodorovné ztužidlo, které bude ve své vodorovné poloze zajištěno montážním lešením až do přidělení vzpěrek. Následuje osazování sloupů směrem od ztužidla štítové stěny, ty jsou spojeny pomocí paždíků k předcházejícím štítovým sloupům a pomocí vaznic k příčnému příhradovému rámu. Vaznice je nutné současně zajišťovat pomocí věnce. Na tyto sloupy dále navazuje i montáž vodorovného ztužidla.

Po dokončení štítové stěny ve vztážené přímce 1 nebo 15, se začne se vztyčováním nakloněných sloupů, a to nejdříve od sloupu blíže štítové stěně. Následně se dokončí i celé vodorovné ztužidlo spojením s příčným příhradovým rámem.

Posledním krokem je stavba vstupní haly, ta bude provedena sestavením jednotlivých ráamů na zemi a následně vztyčena pomocí jeřábu do svislé polohy. Montáž příčných vazeb vstupní haly musí probíhat od krajních ráamů (modul 5 a 11), jejichž prostorová tuhost bude zajištěna příčnými ztužidly. Po zhotovení krajní oblasti se postupuje směrem dovnitř vztyčením a napojením příčných ráamů pomocí paždíků a vaznic.

10. HMOTNOST KONSTRUKCE

Odhadovaná hmotnost konstrukce první varianty je 324,65 tun. Odhadovaná hmotnost konstrukce druhé varianty je 296,38 tun. Hmotnost je pouze orientační, jelikož zahrnuje pouze prutové prvky konstrukce.

VÝKAZ MATERIÁLU PRO VARIANTU Č.1

Část	Název	Profil	Měrná hmotnost	Celková délka	Celková hmotnost
			[kg/m]	[m]	[t]
Vaznice hlavní lodi	Vaznice válcové střechy	IPE 200	22,36	945	21,13
	Vaznice nad štítovou stěnou	HE 160 A	30,43	334,09	10,17
Věvec štítové stěny	Věvec	TR KR 127x12,5	35,3	188,69	6,66
Paždíky hlavní lodi	Paždíky štítové stěny	UPE 200	22,76	476,29	10,84
	Paždíky na bocích hlavní lodi	UPE 240	30,22	317,71	9,6
Sloupy štítové stěny	Sloupy	HE 240 A	60,32	372,42	22,46
Vodorovné ztužidlo štítové stěny	Vnější pás	HE 200 B	61,29	126,96	7,78
	Vnitřní pás	TR KR 152x10	35,02	118,87	4,16
	Diagonály a svislice	TR KR 108x6,3	15,8	227,68	3,6
	Vzpěrky	TR KR 60,3x6,3	8,39	79,24	0,66
Příčné ztužidlo ve štítové stěně	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	96,32	1,43
Příčný příhradový rám	Dolní pás stojky	TR KR 245x25	135,64	146,37	19,85
	Horní pás stojky	TR KR 219x10	51,54	364,88	18,81
	Dolní pás příčle	TR KR 245x10	57,95	309,26	17,92
	Horní pás příčle	TR KR 219x10	51,54	695,98	35,87
	Svislice a diagonály	TR KR 114x12,5	31,29	2384,99	74,63
	Diagonála v rohu příčného rámu	TR KR 159x10	36,75	110,99	4,08
Ztužidlo v úrovni horních pásu příhradového rámu	Vodorovnice	TR KR 102x10	22,69	522,2	11,85
	Diagonály – ztužidlo	TR KR 102x10	22,69	724,73	16,44
Příčné stěnové ztužidlo	Paždíky	HE 220 A	50,51	208,19	10,52
	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	252,096	3,75
Táhla a vzpěrky paždíků	Táhla	KR 32	6,31	53,15	0,34
	Vzpěrky	TR KR 102x6,3	14,87	67,314	1
Vaznice vstupní haly	Vnitřní vaznice	IPE 160	15,77	100	1,58
	Okapová vaznice	HE 160 B	42,59	25	1,06
Paždíky a sloupky vstupní haly	Sloupky a paždíky	UPE 180	19,7	102,78	2,02
Příčný rám vstupní haly	Příčel	IPE 360	57,09	36,35	2,08
	Stojka	IPE 330	49,15	43,12	2,12
Průvlak vstupní haly	Průvlak	IPE 270	36,07	25	0,9
Příčné ztužidlo vstupní haly	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	89,86	1,34
			Σ:	9545,53	324,65

VÝKAZ MATERIÁLU PRO VARIANTU Č.2

Část	Název	Profil	Měrná hmotnost	Celková délka	Celková hmotnost
			[kg/m]	[m]	[t]
Vaznice hlavní lodi	Vaznice válcové střechy	IPE 240	30,69	1344,00	41,25
	Vaznice nad štítovou stěnou	HE 160 A	30,43	374,37	11,39
Věvec štítové stěny	Věvec	TR KR 133x12,5	37,15	188,75	7,01
Paždíky hlavní lodi	Paždíky štítové stěny	UPE 180	19,7	399,02	7,86
	Paždíky na bocích hlavní lodi	IPE 220	26,2	334,09	8,75
Sloupy štítové stěny	Sloupy	HE 240 A	60,32	371,97	22,44
Vodorovné ztužidlo štítové stěny	Vnější pás	HE 200 B	61,29	128,04	7,85
	Vnitřní pás	TR KR 140x10	32,06	119,69	3,84
	Diagonály a svislice	TR KR 108x6,3	15,8	227,68	3,6
	Vzpěrky	TR KR 60,3x6,3	8,39	79,24	0,66
Příčné ztužidlo ve štítové stěně	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	96,32	1,43
Příčný příhradový rám	Dolní pás stojky	TR KR 194x20	85,82	213,87	18,35
	Horní pás stojky	TR KR 194x10	45,38	271,83	12,34
	Dolní pás příčle	TR KR 194x8	36,7	464,58	17,05
	Horní pás příčle	TR KR 194x10	45,38	521,99	23,69
	Svislice	TR KR 108x8	19,73	776,41	15,32
	Diagonály	TR KR 108x10	24,17	1305,48	31,55
	Diagonála v rohu příčného rámu	TR KR 168x10	38,97	80,51	3,14
Příčné ztužidlo v rovině stěny	Paždíky	HE 220 A	50,51	320,00	16,16
	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	199,54	2,97
Příčné ztužidlo v rovině střechy	Diagonály	TR KR 108x12,5	29,44	395,25	11,64
Táhla a vzpěrky paždíků	Táhla	KR 32	6,31	118,40	0,75
	Vzpěrky	TR KR 102x6,3	14,87	117,44	1,75
Táhla vaznic	Táhla	KR 32	6,31	359,59	2,27
Vaznice vstupní haly	Vnitřní vaznice	IPE 160	15,77	100,00	1,58
	Okapová vaznice	HE 160 B	42,59	25,00	1,06
Paždíky a sloupky vstupní haly	Sloupky a paždíky	UPE 180	19,7	102,78	2,02
Příčný rám vstupní haly	Příčel	IPE 360	57,09	36,35	2,08
	Stojka	IPE 330	49,15	37,08	1,82
Průvlak vstupní haly	Průvlak	IPE 270	36,07	25,00	0,9
Podélné ztužidlo	Diagonála	TR KR 102x6,3	14,87	706,21	10,5
	Diagonála	TR KR 102x6,3	14,87	135,61	2,02
Příčné ztužidlo vstupní haly	Diagonály	TR KR 102x6,3	14,87	89,86	1,34
			Σ:	10066	296,38

11. ZÁVĚR

Konstrukce je navržena tak, aby byla schopná přenášet veškerá možná zatížení a jejich kombinace, se kterými se může setkat v době své životnosti. Dále je navržena tak, aby splňovala veškerá kritéria mezních stavů použitelnosti a mezních stavů únosnosti podle platných norem již dříve uvedených.

12. SEZNAM ZDROJŮ A LITERATURY

LITERATURA

- [1] MAREK P. a KOL. *Kovové konstrukce pozemních staveb*. Praha: SNTL, 1985, 656 s.
- [2] PECHAR, J., BUŘEŠ, J., STUDNIČKA, J., A ŠAFKA, J. *Prvky kovových konstrukcí*. Praha: SNTL, 1984, 496 s.
- [3] MELCHER, J. a STRAKA, B. *Kovové konstrukce – Konstrukce průmyslových budov*. Praha: SNTL, 1985, 218 s.
- [4] HOŘEJŠÍ, J., ŠAFKA, J. a KOL. *Statické tabulky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987, 688 s.
- [5] NOVÁK, O., HOŘEJŠÍ, J. a KOL. *Statické tabulky pro stavební praxi*. Praha: SNTL, 1978, 760 s.
- [6] PILGR, M. *Kovové konstrukce, Navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Brno: CERM, 2019, 700 s. ISBN 978-80-7623-018-7
- [7] WANKE J. a SPAL L., *Ocelové trubkové konstrukce*. Praha: SNTL, 1975, 419 s.

NORMATIVNÍ PŘEDPISY

- [8] ČSN EN 1990 (73 0002) *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004, 76 s.
- [9] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) *Eurokód 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004, 44 s.
- [10] ČSN EN 1991-1-3 ed.2 (73 0035) *Eurokód 1: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: ČNI, 2013, 52 s.
- [11] ČSN EN 1991-1-4 ed.2 (73 0035) *Eurokód 1: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020, 124 s.
- [12] ČSN EN 1991-1-7 (73 0035) *Eurokód 1: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení*. Praha: ČNI, 2007, 64 s.
- [13] ČSN EN 1993-1-1 (73 1401) *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006, 94 s.
- [14] ČSN EN 1993-1-8 (73 1401) *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků*. Praha: ČNI, 2006, 126 s.
- [15] ČSN EN 1999-1-1 (73 1501) *Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí – Obecná pravidla pro konstrukce*. Praha: ÚNZM, 2009, 194 s.
- [16] ČSN EN ISO 2553 (01 3155) *Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování na výkresech – Svarové spoje*
- [17] ČSN EN 1090-2 *Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce*
- [18] ČSN EN ISO 12944-2 *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Klasifikace vnějšího prostředí*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019, 16 s.
- [19] ČSN EN ISO 12944-4 *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Typy povrchů podkladů a jejich příprava*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018, 36 s.
- [20] ČSN 73 1401 *Navrhování ocelových konstrukcí*. Praha: ČNI, 1998, 133 s.

[21] ČSN 01 3483 *Výkresy kovových konstrukcí*. Praha: ČNI, 1986, 42 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

[22] Dlubal, oblasti zatížení větrem a sněhem. <https://www.dlubal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>

[23] Kingspan. <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>

13. SEZNAM PŘÍLOH

Statický výpočet I. varianty

Statický výpočet II. varianty

Výstupní protokol I. varianty

Výstupní protokol II. varianty

Výkresová dokumentace