



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

OBCHODNÍ GALERIE

SHOPPING GALLERY

A – PRŮVODNÍ DOKUMENT

A – ABSTRACT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Lorenc

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, 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. Jakub Lorenc
Název	Obchodní galerie
Vedoucí práce	Ing. Milan Pilgr, 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

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání a cíle:

Vypracujte variantní návrh nosné ocelové konstrukce budovy obchodní galerie o celkových půdorysných rozměrech cca 70 × 150 m. Dispozici navrhnete v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro město Hodonín.

Požadované výstupy:

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

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení hlavních nosných prvků ocelové konstrukce obchodní galerie v Hodoníně. Část půdorysu je obdélníková, část půlkruhová. Objekt má obrysové rozměry 70 m x 147,75 m (a přesahy střechy 1,5 m na všech stranách) a výšku 13,43 m v hřebeni střechy a 22,70 m ve vrchlíku střešní kopule. Budova má tři nadzemní podlaží. Hlavní nosný systém tvoří sloupy konstruované jako kyvné stojky, které jsou v příčné vazbě vzdáleny maximálně 8,5 m od sebe. Vzdálenost těchto příčných vazeb je 9 m. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna stropními deskami a systémem ztužidel. Opláštění je provedeno sendvičovými panely, střešní světlíky a kopule jsou prosklené. Většina prvků je vyrobena z oceli S355.

KLÍČOVÁ SLOVA

Obchodní galerie, ocelová konstrukce, stavební sklo, vrstvené sklo, izolační sklo, příhradová kopule, ocelobetonové spřažené konstrukce, trapézový plech, prolamované nosníky, kotvení sloupů, ztužidla, kloubové vaznice

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is the design and assessment of main load-bearing elements of the steel structure of shopping gallery in Hodonín. Part of floor plan is rectangular and rest of it is half-circled. Object's dimensions are 70 m x 147,75 m (and roof overhang 1,5 m on each side), the height of the ridge is 13,43 m and the height of the roof's dome is 22,70 m. It's a two-storey building. The load-bearing structure consist of pin-supported columns, in this case there is max. 8,5 m distance between them in direction of main frame. The distance between main frames is 9 m. The spatial rigidity of the structure is ensured with floor slabs and system of bracings. The cladding consists of sandwich panels, roof's fanlights and dome of glazed areas. Most of elements are made of S355 steel.

KEYWORDS

Shopping gallery, steel structure, glass in buildings, laminated glass, insulating glass units, truss dome, concrete-steel composite structures, trapezoidal sheet, castellated beams, column anchorage, bracings, purlins with hinges

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jakub Lorenc *Obchodní galerie*. Brno, 2019. 27 s., 252 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 SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Jakub Lorenc
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Obchodní galerie* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Jakub Lorenc
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Milanu Pilgroví, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, vstřícnost a obohacující konzultace, rozebírající jednotlivé problematiky do detailů. Poděkování patří také panu Ing. Ondřeji Peškovi, Ph.D. za ochotu a nenahraditelné diskuse ohledně záležitostí konstrukčních skel a panu Ing. Martinu Škodovi za mnohé rady.

V neméně míře bych zde rád poděkoval i přítelkyni za neutuchající podporu, rodičům, kteří mi samotné studium umožnili, a taky všem, kteří mě na cestě studiem provázeli.



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

OBCHODNÍ GALERIE

SHOPPING GALLERY

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

B – ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Lorenc

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2020

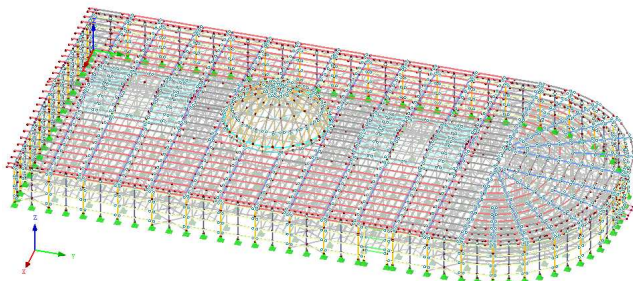
Obsah

1	Úvod	3
2	Návrh variant	3
2.1	Varianta 1	3
2.2	Varianta 2	4
2.3	Srovnání	5
2.4	Výběr varianty	5
3	Materiály	8
4	Metoda návrhu	8
4.1	Model	8
4.2	Zatížení	9
5	Konstrukční řešení	10
5.1	Střešní prvky	10
5.1.1	Kopule	10
5.1.2	Světlíky	10
5.1.3	Střešní konstrukce	11
5.2	Stropní konstrukce	11
5.3	Svislé prvky	11
5.3.1	Hlavní sloupy skeletu	11
5.3.2	Obvodové sloupky	11
5.3.3	Eskalátorové sloupy	12
5.4	Obvodové opláštění	12
5.5	Ztužidla	12
5.5.1	Příčné větrové ztužidlo	12
5.5.2	Okapové ztužidlo	12
5.5.3	Vnitřní stěnová ztužidla	12
5.6	Ostatní	12
5.6.1	Markýza	12
5.6.2	Závěsy stropů	12
6	Výroba a montáž	13
6.1.1	Výroba	13
6.1.2	Postup výstavby:	13
6.1.3	Schéma výrobních dílců:	14
7	Povrchové úpravy	14
8	Údržba	14

9	Výkaz materiálu s odhadem ceny	15
10	Seznam použitých zdrojů	17
11	Seznam příloh	19
12	Závěr	19

1 Úvod

Úkolem této práce byl návrh ocelové nosné konstrukce obchodní galerie. Objekt se nachází ve městě Hodonín. Jedná se o sněhovou oblast I a větrovou oblast II. Technická zpráva uvádí popis dvou variant, obsahuje odhad výkazu materiálu a nákladů a předepisuje požadavky na montáž a údržbu konstrukce.



2 Návrh variant

Jelikož obě varianty mají dispoziční řešení podobné, následuje podrobný popis varianty 1 a u varianty 2 budou uvedeny rozdílnosti vůči tomuto návrhu.

2.1 Varianta 1

Obchodní galerie je navržena jako třípodlažní objekt, jehož půdorys se skládá ze dvou částí – obdélníkové části A a na ni navazující půlkruhové části B. Šířka budovy je 70,0 m, délka 147,75 m a výška v hřebeni sedlové střechy 13,43 m. Na část A připadá z délky budovy 117,0 m, na část B 30,75 m. Systémová (osová) výška podlaží je 4,2 m v 1. NP, 3,8 m v 2. NP a minimálně 3,6 m ve 3. NP (zde je proměnná kvůli sklonu střechy).

Popis části A:

Aby se předešlo budování parkoviště, nacházejí se v 1. NP garáže, do nichž vede jeden vjezd a výjezd, situovaný na východní straně objektu. Vnitřní komunikace je obousměrná, kapacita je 235 běžných parkovacích míst. K tomu je u vjezdu situováno dalších 8 míst pro osoby se ztíženou možností pohybu. Tato místa jsou hned u výtahů. Garáže se nacházejí pouze v části A, lze však z nich přecházet i do části B. Kromě těchto dvou vchodů zákazníci mohou použít i výtahy Schindler 2400 umístěné uprostřed budovy.

Popis části B:

Do objektu vede jeden vchod, který se nachází v čele části B a je zastřešen markýzou s vyložení 3,0 m. Ve všech podlažích se zde nacházejí eskalátory Schindler 9300. Nosný skelet je sestaven v radiálních vazbách.

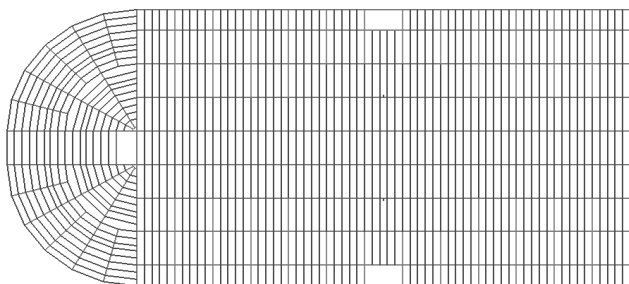


Schéma stropu nad 1. NP

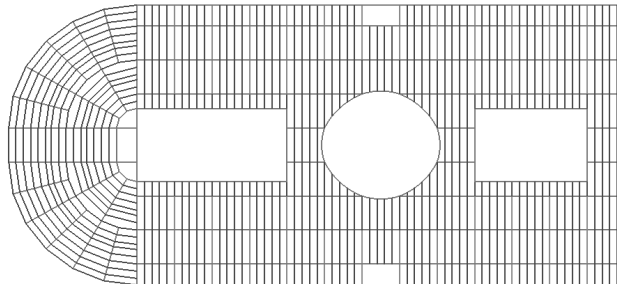
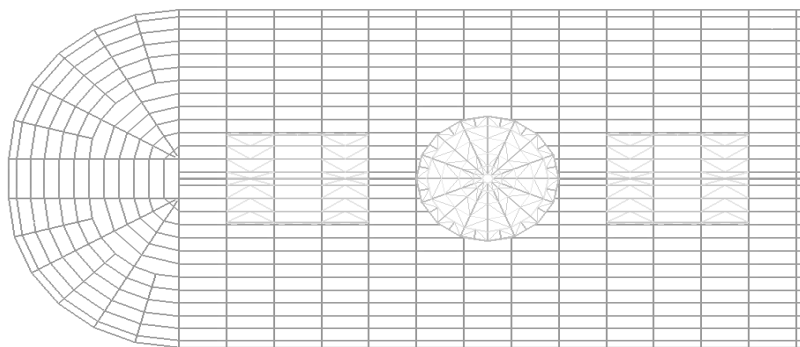


Schéma stropu nad 2. NP

*Schéma střechy*

Budova je horizontálně dělena ocelobetonovými stropy. Podlahy jsou navrženy s ohledem na vyšší zátěž jako epoxidové samonivelační stěrky s podkladem z betonové mazaniny a kročejové izolace. Podrobná konstrukce podhledů a instalací v nich obsažených nebyly navrženy a při stanovení zatížení stropů byla hodnota zatížena odhadnuta.

Nad 2. NP jsou stropy vyloženy, aby se zvětšila užitná plocha podlaží, ale zároveň nepůsobila galerie uzavřeně. Přirozené osvětlení je zajištěno velkými prosklenými střešními konstrukcemi. Mimo tyto oblasti jsou stropy provedeny po celé šířce budovy a tvoří tak můstky, které činí pohyb po objektu pohodlnějším.

Střešní plášť je tvořen sendvičovými panely KINGSPAN a je podporován soustavou vaznic na plnostěnných vaznicích. Část A je zastřešena sedlovou střechou se sklonem 3° . Část B zastřešuje střecha pultová se sklonem 3° v podélném směru budovy. Jelikož garáže se nacházejí v přízemí a ani jinak není střešní plocha využita, je osázena solárními panely KINGSPAN.

Na střeše se nachází sedlové světlíky s rozpětím 19,83 m na délce 27,0 m (tedy přes tři pole mezi sloupky). Spád světlíků je 10° a nejvyšší bod v hřebeni je ve výšce 15,61 m. Světlíky jsou opláštěny panely izolačního dvojskla. Zhruba uprostřed půdorysu budovy na střeše dominuje kopule o půdorysném průměru 27,0 m s vrchlíkem ve výšce 22,7 m. Opláštěná je také izolačním dvojsklem. V 1. NP se pod kopulí nachází prostorné vnitřní atrium.

Obvodový plášť se skládá ze sendvičových panelů KINGSPAN. Ten je ukotven na soustavu sloupů s mezilehlými sloupky a paždíky. Sloupky zkracují rozpětí paždíků na 4,5 m (tato hodnota se mění podle umístění v konstrukci) a mezi hlavními sloupky se nachází vždy jeden sloupek.

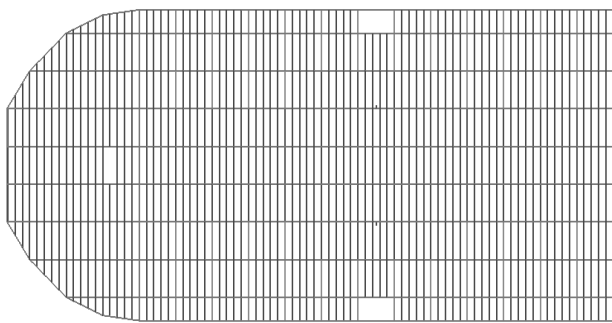
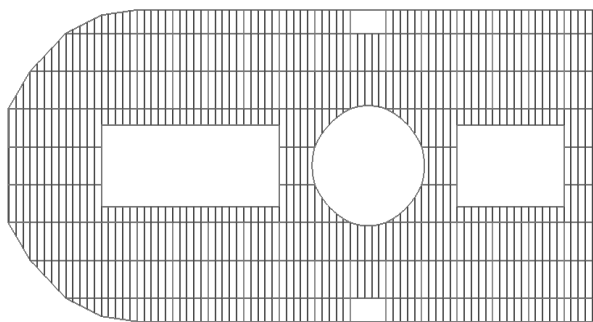
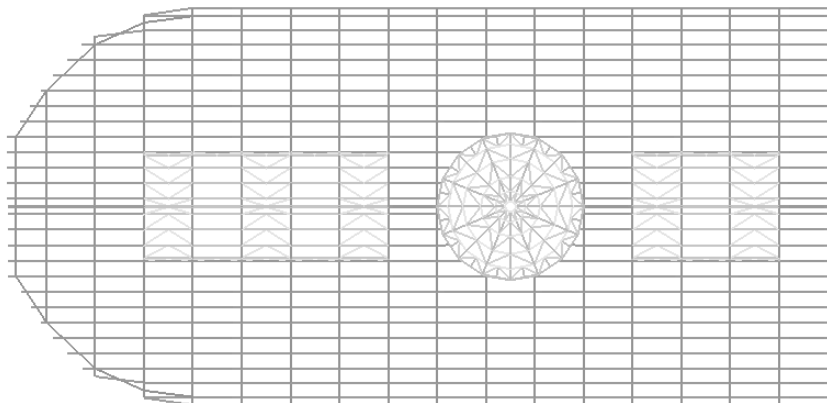
2.2 Varianta 2

Oproti první variantě je část B konstruována jinak. Nosný skelet není v radiálních vazbách, ale navazuje ortogonálními vazbami na část A. Stejně tak se sedlová střecha nemění na pultovou, ale probíhá po celé délce budovy. Díky tomu je přilehlý střešní světlík prodloužen až na 45,0 m (tedy přes 5 polí skeletu).

Část B kvůli ortogonálním vazbám je méně půlkruhová než u varianty 1. Také je u ní výraznější čelní rovinný štít. Šířka budovy a výšky hřebenů, kopule a podlaží jsou shodné s variantou 1, ale délka objektu je 149,6 m. Délka části B je 32,6 m, tedy o 1,85 m více než u varianty 1.

Větší osové vzdálenosti sloupů v oblastech štítu části B vyžadují zbudování dvou mezilehlých sloupků místo jednoho.

Vlivem prodlouženého světlíku v oblasti B se analogicky změnil i strop nad 2. NP. Kvůli tomu by se změnila i poloha a směr eskalátorů a sekundárních sloupů kolem nich.

*Schéma stropu nad 1. NP**Schéma stropu nad 2. NP**Schéma střechy*

2.3 Srovnání

Srovnávací kritéria mohou být různá, například hmotnost konstrukce a z ní vycházející odhad ceny, množství nátěrové plochy a z ní plynoucí údržba, náročnost montáže, složitost vyřešení detailů i architektonický vzhled.

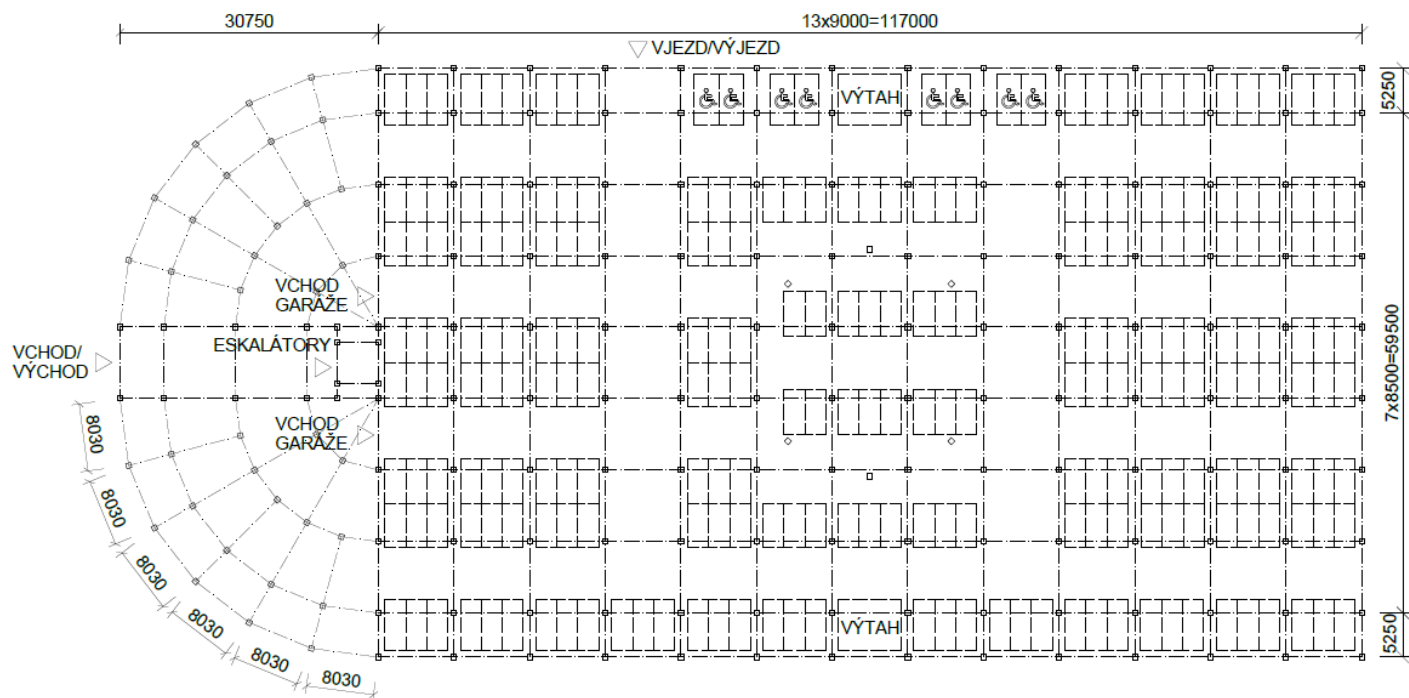
Průřezy prutů i materiály jsou u obou variant shodné, liší se pouze jejich počet a skladba. Program automaticky určil celkovou hmotnost konstrukce 2 045,35 tun a obvodovou plochu prutů 36 848,3 m² pro variantu 1, 2 036,63 tun a 36 702,2 m² pro variantu 2. Varianta 1 má náročnější řešení detailů stropních průvlaku a střešních nosníků v oblasti B, je nutné je řešit pomocí výměn. Oproti tomu radiální vazby tvoří konstrukci přirozenějším způsobem. Varianta 2 se zde potýká s problémem zejména u zakončení střechy a konstrukcí jejich přesahů, ale i poměrně ostrými úhly, pod kterými je potřeba napojit paždíky na hlavní sloup. Delší střešní světlík také zvětšuje vzdálenost mezi příčnými větrovými ztužidly, což není žádoucí. Architektonicky se jeví zajímavější varianta 1, rozmístění sloupů ale může být esteticky rušivé, oproti velkým vzdálenostem sloupů ve variantě 2.

2.4 Výběr varianty

Kritérium	Varianta 1	Varianta 2
Hmotnost		x
Nátěry		x
Provedení	x	
Detaily	x	
Estetika	x	

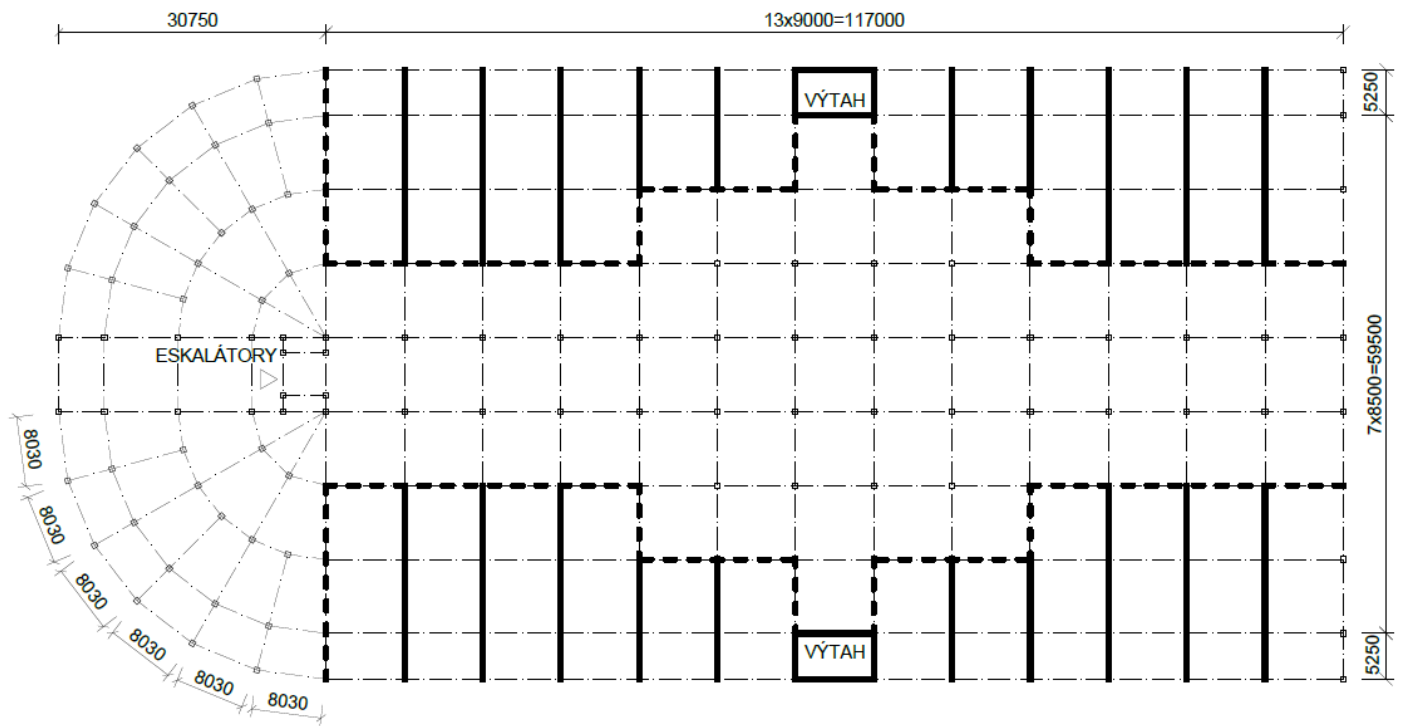
Obě varianty jsou velmi podobné. Po zvážení různých faktorů byla nakonec pro podrobnější zpracování vybrána **varianta 1**.

Podrobnější dispoziční řešení zvolené varianty:

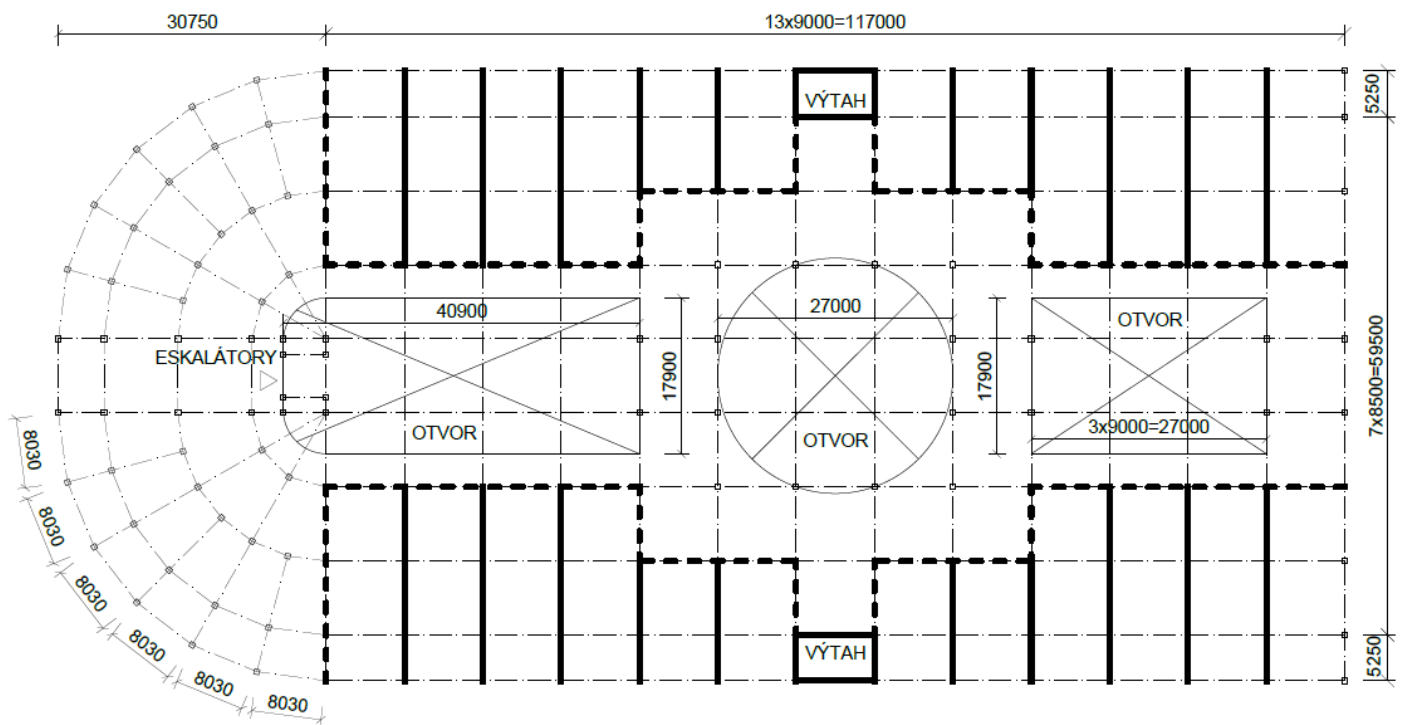


Půdorys 1. NP

Práce obsahuje pouze předběžný odhad typologického vnitřního rozdělení budovy, které bylo navrženo pro účely zatížení stropních konstrukcí. Půdorys bude obsahovat prodejní plochy, restaurace a stravovací zařízení, technologické zázemí a prostory zásobování, avšak přesné rozdělení by bylo třeba konzultovat s dalšími odborníky. Schéma rozdělujících konstrukcí je zvýrazněno na následujících půdorysech. Plnou čarou jsou naznačeny zděné příčky z tvarovek YTONG, čárkovaně pak skleněné výlohy:



Půdorys 2. NP



Půdorys 3. NP

3 Materiály

Na většinu ocelových konstrukčních prvků je použita ocel třídy S355J0+M. Jiné jsou konstruovány z ocele třídy S235J0+M. Ve statickém výpočtu je u každého prvku uvedena použitá pevnostní třída ocele. Šrouby použité na spoje a přípoje jsou z ocelí pevnostních tříd 4.6, 5.6, 6.8, na nejmáhanější spoje i 8.8. Systémové závěsy Macalloy jsou zhotoveny z oceli S460N. Podrobnosti lze dohledat ve statickém výpočtu, v kapitole věnované posudkům spojů.

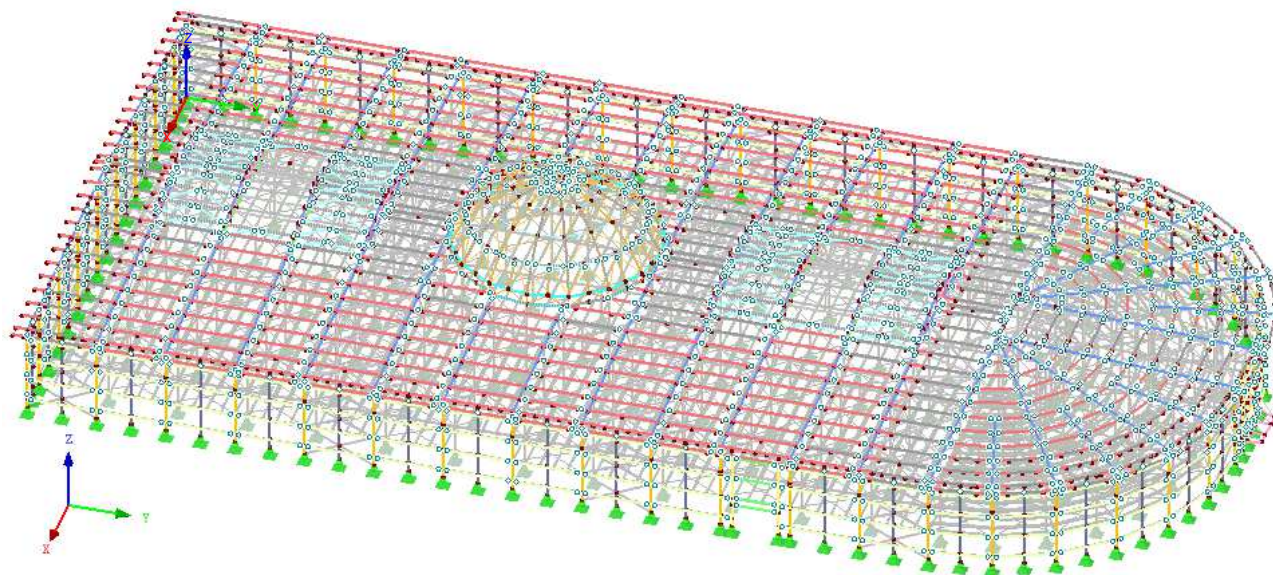
Svary jsou provedeny elektrodami E-R 117. Kotevní šrouby jak sloupů, tak i mezisloupků, jsou z ocele třídy 5.8 a jsou osazeny před betonáží patek. Přesný návrh a dimenzování základových patek nebyl proveden. Při výpočtu kotvení sloupů však byla stanovena třída betonu jako C25/30 u hlavních sloupů a C16/25 u sloupků (předpoklad patek z prostého betonu). Na podlití bude použita zálivková malta PCI Repaflow® pevnostní třídy M60.

Na stropní konstrukce byl použit beton C25/30 a trapézový plech z oceli S 220 GD. Na prosklené plochy bylo použito sodnovápenokřemičité tepelně tvrzené plavené sklo vrstvené s polyvinylbutyralovou fólií Stratobel.

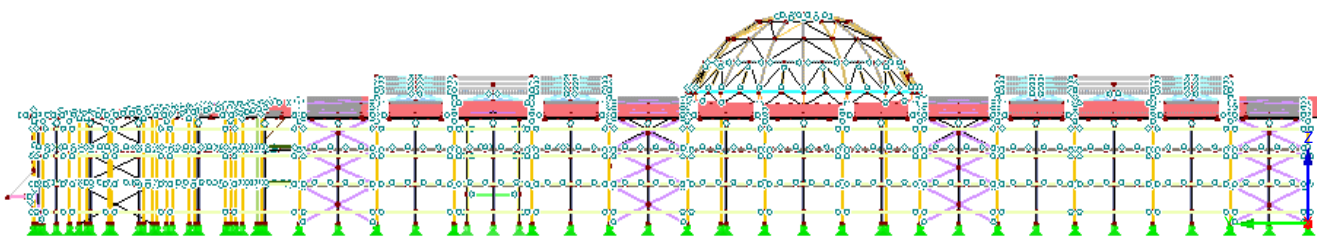
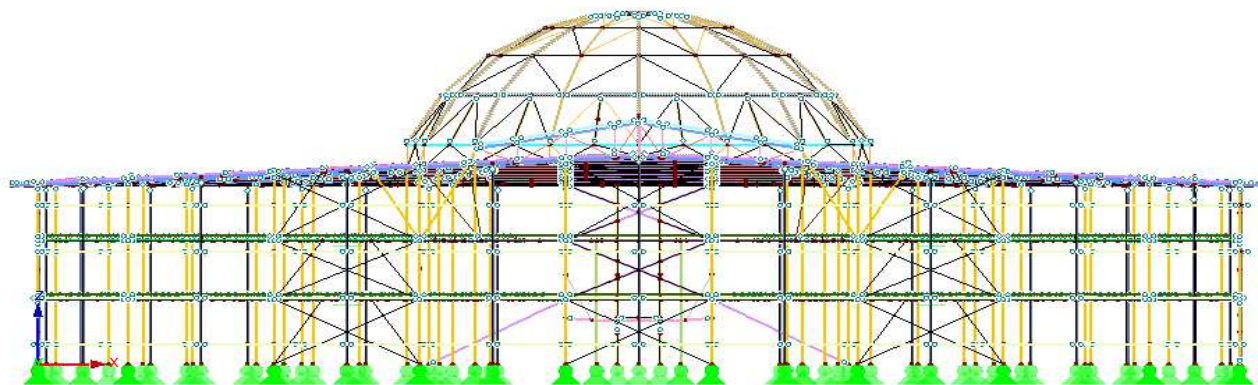
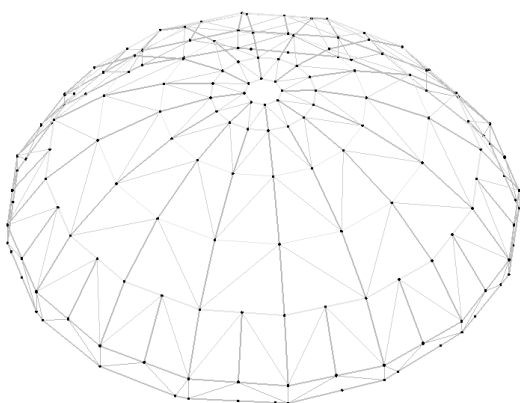
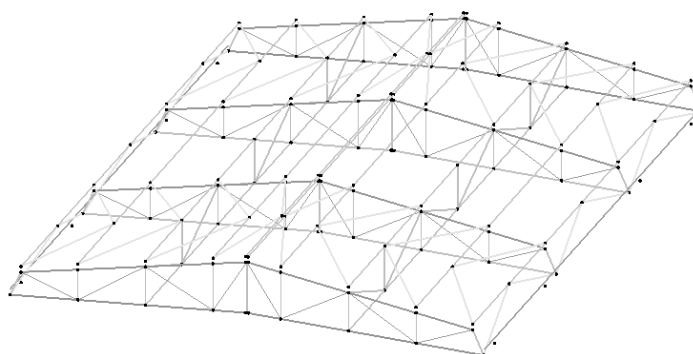
4 Metoda návrhu

4.1 Model

Byl sestaven prostorový prutový model pomocí programu Dlubal RFEM. Z něj byly získány vnitřní síly na prutech a orientačně hlídány deformace. Výpočet byl zvolen nelineární, kvůli vyloučení táhel z tlaku (táhla markýzy a stropní závěsy Macalloy). Prostorová stabilita je zajištěna v podélném směru systémem příčných ztužidel vzdálených od sebe 36 m. Jsou doplněna i vnitřními stěnovými ztužidly, která zajišťují konstrukci ve směru příčném. Složky zatížení působící ve směru střešní roviny přebírá okapové ztužidlo. Všechny ztužidla jsou příhradová. Výstupní protokol z programu je veden jako samostatná příloha, posudky byly provedeny ručně v prostředí tabulkového editoru MS Excel. Příslušné tabulky jsou vloženy přímo do statického výpočtu.



Celkový pohled na globální model

*Boční pohled na model**Čelní pohled na model**Detail kopule**Detail světlíku*

4.2 Zatížení

Zatížení je podrobně stanoveno ve statickém výpočtu. Vlastní tíha prvků je generována automaticky programem RFEM na základě systémové délky prutů, jejich průřezové plochy a objemové hmotnosti oceli. Jako ostatní stálé zatížení se uvažuje vlastní tíha sendvičových panelů tvořících střešní plášť. Obvodový plášť kvůli výšce stěny nemůže být samonosný.

Zbylá zatížení byla stanovena dle příslušných norem uvedených v seznamu literatury, případně ve statickém výpočtu v odpovídajících kapitolách. Užité zatížení bylo uvažováno pro střechy kategorie H (nepochozí, nepřístupné), působící na maximální ploše 10 m².

Dle mapy sněhových oblastí přísluší Hodonínu sněhová oblast I. Dle mapy větrových oblastí byla určena větrová oblast II. Jelikož je konstrukce nesymetrická, bylo potřeba ověřit účinky ze všech směrů. Na střeše nejsou uvažovány sněhové zachytávače.

Kromě stálých a proměnných zatížení se na modelu vyskytují i zatížení mimořádná, konkrétně náraz vozidlem do sloupu v garážích. U posudku spřažených stropů se v montážním stádiu vyskytuje i zatížení staveništní. Statický výpočet zmiňuje i seismická zatížení, ta ale na konstrukci aplikována nebyla. Stejně tak nebylo uvažováno zatížení účinky požáru.

Kombinace zatížení byly vygenerovány programem RFEM. I přes nastavená omezení generátoru bylo vytvořeno příliš mnoho kombinací. Byla tedy provedena ruční selekce a ponechány byly pouze takové kombinace, které měly velkou pravděpodobnost vyvolání nejnepríznivějších účinků. K získání návrhových účinků pro MSÚ použito kombinačních vět 6.10a a 6.10b z normy ČSN EN 1990. Pro hodnoty pro MSP se využila rovnice 6.14a a při mimořádných kombinacích rovnice 6.11b z téže normy.

Číslo	Název ZS
1	Vlastní tíha ocelové konstrukce
2	Ostatní stálá zatížení
3	Užitná zatížení
4	Náraz vozidla
5	Sníh - plný
6	Sníh - naváty zprava
7	Sníh - navátý zleva
8	Vítr - zepředu
9	Vítr - zezadu
10	Vítr - boční

Výpis kombinací zatížení je uveden ve výstupním protokolu z programu RFEM, který lze nalézt v přílohách.

5 Konstrukční řešení

5.1 Střešní prvky

5.1.1 Kopule

Příhradová kopule je navržena jako Schwedlerova báb II. stupně. Její prvky jsou tvořeny čtyřhrannými dutými průřezy, jednotlivé styčníky jsou svařované. Hlavními nosnými prvky jsou meridiány RHS 180x100x6,3 a prstence RHS 160x80x5. Všechny tyto prvky slouží jako liniové podpory skleněného opláštění. Kvůli tepelně-technickým požadavkům musí být tyto panely izolační. Navrženy byly jako dvojskla ze skleněných vrstvených tabulí (tedy tabulí skla spojených fóliemi a fungujících jako vrstvený kompozit). Skladba panelů je uvedena v posudcích panelů, které jsou vedeny jako samostatná příloha. Diagonály kopule SHS 60x8 skleněné panely nepodporují a uspořádání je provedeno tak, aby nedošlo k jejich kontaktu ani při deformacích.

Zatížení z kopule je na sloupy roznášen příhradovým prstencem. Průřezy jeho prvků jsou následující: horní i horní pásy RHS 180x100x5, diagonály a svislice SHS 120x5. Prstenec je podpírán hlavními sloupy.

5.1.2 Světlíky

Sedlové světlíky jsou také prosklené a platí zde stejné principy jako u kopule. Panely leží na vaznicích HEA 200 vzdálených 2,85 m. Ty fungují jako třípolové spojitě nosníky s rozpětím pole je 9,0 m. Podporovány jsou příhradovými vazníky, k nimž jsou uchyceny šroubovými spoji. Vazníky jsou tvořeny horními pásy RHS 100x8, dolními pásy RHS 80x120x8 (ve štítech vazníků pak běžnými střešními vazníky), diagonálami RHS 70x8 a svislicemi 50x5. V krajních polích je světlík stabilizován příčným ztužidlem skládajícím se z vaznic a diagonál RHS 60x5. A nakonec dolní pásy vazníků jsou přibližně ve třetinách rozpětí zajištěny podélnými svislými příhradovými ztužidly, jejichž dolní pásy, svislice i diagonály jsou průřezu RHS 70x5.

5.1.3 Střešní konstrukce

Opláštění se skládá ze sendvičových panelů KINGSPAN KS1000 X-DEK XM s tloušťkou plechu 0,9 mm a tloušťkou jádra 80 mm. Výrobce je uvádí jako tuhý střešní plášť. Na střeše jsou umístěny solární panely KINGSPAN FPW21 (jeden váží 37,2 kg a zabírá plochu 2,07 m²). Střešní vaznice HEB 200 jsou vzdáleny 2,85 m a jsou zhotoveny jako Gerberovy nosníky s rozpětím 9,0 m. V krajních polích je nutné kvůli redistribuci dodatečně vaznice zesílit přivařením plechu 6x80 mm. Stejně opatření je navrženo i v místech zvýšeného namáhání sněhovými návěji. Vaznice jsou pomocí šroubových spojů kloubově uloženy na plnostěnné střešní vazníky HEB 260. Ty jsou podporovány sloupy v proměnných vzdálenostech, ne však více než 8,5 m. Ze statického hlediska se jedná o spojitý nosníky. Ke sloupům jsou připojeny šroubovými spoji.

5.2 Stropní konstrukce

Stropy jsou spřažené ocelobetonové a fungují jako horizontální ztužující prvek budovy. Aby bylo toto působení vystiženo i v modelu, je nutné v úrovni stropu navrhnout fiktivní příhradová ztužidla. Tato operace je provedena ve statickém výpočtu. Jako ztracené bednění zde figuruje trapézový plech MASLEN T50 tloušťky 1,0 mm. Plech je uložen v pozitivní poloze, žebry kolmo ke stropnicím. V podélném směru tak plech působí jako spojitý nosník o pěti polích. Délka pole, a tedy i osová vzdálenost stropnic je 1,8 m. Stropnice IPE 300 jsou s ocelobetonovou deskou spřaženy pomocí spřahovacích trnů 22/100. Stropnice jsou prosté nosníky s rozpětím 8,5 m, připevněny šroubově ke stropním průvlakům, které tvoří prolamované nosníky HEB 600-900. Tyto průvlaky jsou kloubově připevněny ke sloupům, rozpětí je maximálně 9,0 m. Průvlaky nejsou se stropní deskou spřaženy.

5.3 Svislé prvky

5.3.1 Hlavní sloupy skeletu

Sloupy HEB 300 jsou konstruovány jako kyvné stojky, to znamená, že v patkách jsou uloženy kloubově ve všech směrech a s ostatními prvky konstrukce jsou spojeny také kloubově. Ve špičce jsou opatřeny čelními deskami, které jsou součástí šroubových přípojů střešních vazníků. Ve 3. NP se podle potřeby rozvětvují, aby lépe podpíraly střešní konstrukce. Celková výška sloupů se pohybuje mezi 11,6 – 13,21 m. V patkách sloupů nevzniká tah, smyk ani moment. Konstrukčně je však kotvení provedeno 4 předem zabetonovanými šrouby HILTI HIT-V-R M24. Patní plech má rozměry 500x500x20 mm. Výška podlití je 60 mm a je zhotovena ze závlčkové malty PCI Repaflow®. Předběžný návrh rozměrů patky je 1500x1500x1000 mm, její přesné posouzení nebylo provedeno.

5.3.2 Obvodové sloupky

Mezi obvodovými sloupy se nacházejí mezilehlé sloupky HEB 180, které zkracují rozpětí pažníků na polovinu. Maximální vzdálenost sloupků od sloupů je 4,5 m. Jeho celková výška je 11,6 m, ve štítu je proměnná a dosahuje až 13,43 m. V patce vzniká smyk vlivem větru, patní deska 400x400x10 mm je tedy zespodu vybavena přivařenou smykovou zarážkou RHS 90x50x5 výška 90 mm. Konstrukčně sloupek zajišťují 4 předem zabetonované šrouby HILTI HIT-V-R M16. Rozměry patky jsou navrženy 800x800x800 mm. Podlití je zhotoveno stejnou maltou o stejné mocnosti jako u hlavních sloupů.

5.3.3 Eskalátorové sloupy

Okolo eskalátorů jsou zřízeny sekundární sloupy HEA 180, které umožňují stropním průvlakům přenášet velmi zvýšené zatížení oproti ostatním stropním plochám. Stejně jako hlavní sloupy jsou jejich přípoje kloubové, patky taktéž. Patka a kotvení je stejná jako u obvodových sloupků, jen není opatřeno smykovou zarážkou.

5.4 Obvodové opláštění

Obvodový plášť se skládá ze sendvičových panelů KINGSPAN KS1000 AWP s tloušťkou jádra 60 mm. Panely jsou ukotveny na paždíky UPE 300 vzdáleny maximálně 3,0 m. Paždíky jsou spojitě nosníky se dvěma poli o rozpětí maximálně 4,5 m. Aby opláštění nezatěžovalo paždíky vlastní tíhou, je průběžně po výšce podepřeno pomocnými konzolkami přímo na sloupy. Je to z toho důvodu, že na výšku 11,6 m stěny už panely nejsou samonosné.

5.5 Ztužidla

5.5.1 Příčné větrové ztužidlo

V podélném směru je mezi ztužidly světlá vzdálenost 36,0 m. Ztužidla mají stěnovou a střešní část, diagonály jsou průřezu RO 76,1x5. Diagonály působí v tlaku i v tahu a jsou šroubovými spoji připojeny ke sloupům a ke střešním prvkům. Tvarově se jedná o polopříčkové příhrady tvořené diagonálami ztužidla a vaznicemi. Stejná skladba ztužidel je ve světlíku i ve střeše.

5.5.2 Okapové ztužidlo

Okapové ztužidlo RO 88,9x4 jednak roznáší účinky zatížení působící na střeše ve směru její roviny, jednak tvoří podporu špičky mezilehlých sloupků a spojuje je se zbytkem konstrukce. Stejně jako příčné ztužidlo jeho diagonály působí v tlaku i v tahu a jsou k ostatním prvkům připojeny šroubovými spoji. Jedná se o kosoúhluu příhradu se svislicemi.

5.5.3 Vnitřní stěnová ztužidla

Diagonály jsou tvořeny trubkami RO 88,9x5 a konstruovány na celou výšku podlaží mezi hlavními sloupy. Jedná se o složenou příhradovou soustavu.

5.6 Ostatní

5.6.1 Markýza

Nosná konstrukce markýzy je zhotovena z dutých průřezů RHS 120x60x5, jehož styčníky jsou svařované. Markýza je připojena na štítové sloupy šroubovým spojem, všechny její zbylé styčníky jsou však svařované. Totéž platí i o jejich vzpěrách, které ji podpírají při sání větru. Pokud zrovna sání nevzniká, je markýza podporována závěsy průřezu RD 8. Vyložení je 3,0 m.

5.6.2 Závěsy stropů

Vyložené části stropů jsou na svých převislých koncích drženy systémovými závěsy Macalloy RD 34. Přípoje jsou provedeny jako čepové. Závěsy jsou nahoře uchyceny ke špičkám rozvětvených sloupů.

6 Výroba a montáž

6.1.1 Výroba

Většina dílů není delších než 12 m. Delší dílce, případně rozměrově příliš velké sestavy, je nutné v dílně svařit do montážních dílců, které se spojí až na staveništi. To se týká některých sloupů, střešních vazníků, příhradových vazníků světlíků a jejich podélných svislých ztužidel, a příhradové kopule. Montážní dílce jsou navrženy tak, aby je bylo možné na stavenišť dopravit bez nutnosti použití speciálních opatření. Na staveništi budou dílce spojeny montážními tupými V svary s plným průvarem, které budou následně přebroušeny. Vzhledem k tomu, že při rozdělení příhradových vazníků na třetiny by byly montážní dílce dlouhé přibližně jen 7 m a narostl by počet montážních svarů, bude výhodnější dopravit vazníky na staveniště vcelku. Při jejich délce téměř 20 m budou nutná speciální opatření ohledně transportu nadměrného nákladu.

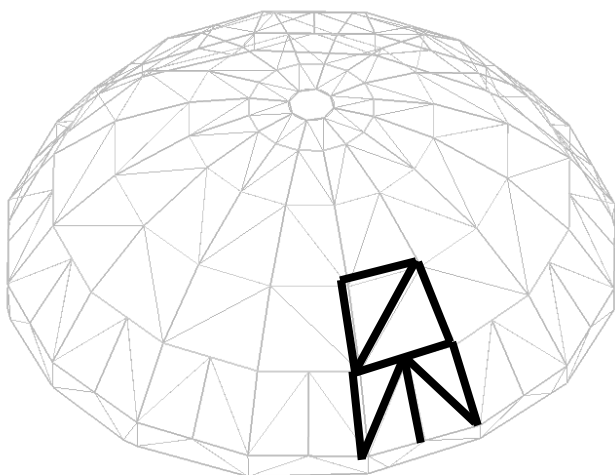
Na horních pásech světlíkových vazníků a na horních pásnicích střešních vazníků budou přivařeny úchyty pro upevnění vaznic. Sloupům se již při výrobě přivaří patní desky se smykovými zarážkami a přípojné plechy pro prvky stropů a ztužidel. Prvkům opatřenými čelními deskami se tyto čelní desky přivaří také ve výrobě. Prolamované nosníky budou rozřezány a svařeny v dílně z běžných válcovaných průřezů HEB 600. Při montáži opláštění (především skleněného) je třeba dbát předpisů od výrobce.

6.1.2 Postup výstavby:

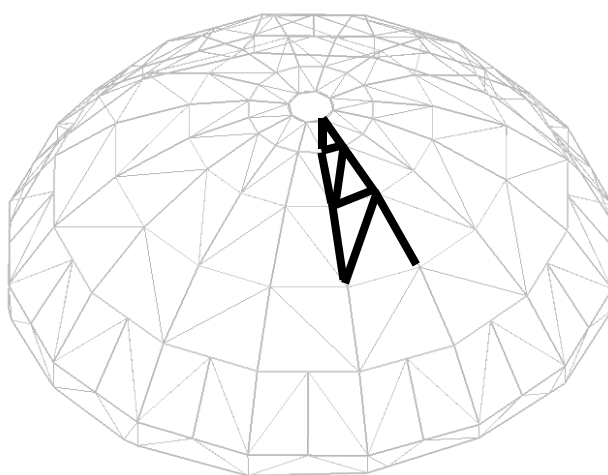
- a) Výkopové a betonářské práce, zhotovení základových patek. Při betonáži je nutné vytvořit kapsy pro budoucí smykové zarážky a zabetonovat kotevní šrouby.
- b) Na distanční podložky (aby bylo možné patní desky podlít) osadíme sloupy. Sloupy se vztyčují nejdříve ve ztužidlových polích.
- c) Zhotoví se podlití cementovou maltou. Proveďte se rektifikace a doladí se poloha sloupů. Dokud nebudou dotaženy kotevní šrouby po zatvrdnutí podlití, je nutné sloupy zajistit montážními podpěrami.
- d) Na zakotvené sloupy se přimontují stropní průvlaky a stropnice, čímž se vytvoří základ modulového rastru. Ten se zajistí svislými ztužidly a přimontuje se zbytek stropnic v poli. Tímto způsobem se smontuje celé štitové pole.
- e) Tento postup může souběžně probíhat na zbylých ztužidlových polích. Jakmile budou hotová, můžou se budovat pole mezilehlá, dokud nedojde k propojení.
- f) Osazení trapézových plechů na stropy. Spráhovací trny se ke stropnicím připevní průvarem skrz plech. Betonáž stropu.
- h) Podpěry můžeme odstraňovat teprve až je vazba spojena do celku.
- i) Po dokončení jednoho podlaží se začne budovat další.
- j) Střešní vazníky je nutné spojit ještě před osazením. Střecha se stejně jako podlaží montuje nejdříve ve ztužidlových polích.
- k) Jakmile je nosná konstrukce střechy hotová, přistoupí se k montáži světlíků a kopule. Bude potřeba podpírat prvky pomocí jeřábů nebo lešení, dokud nebudou propojeny.
- l) Montáž vyložených stropů, osazení závěsů Macalloy a jejich připnutí ke sloupům.
- m) Montáž markýzy.
- n) Po smontování skeletu se přimontují sloupky a paždíky. Na závěr se pokládá opláštění.

6.1.3 Schéma výrobních dílců:

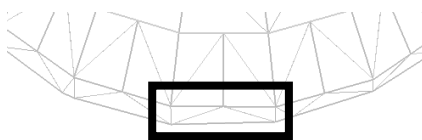
Kopule:



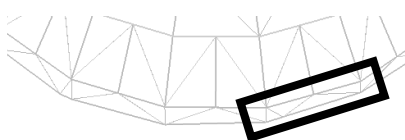
Dílec 1



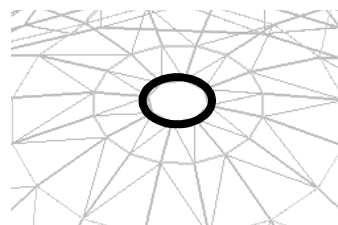
Dílec 2



Dílec 3



Dílec 4



Dílec 5

7 Povrchové úpravy

Konstrukční prvky budou chráněny dvojitým antikoročním nátěrem SikaCor Steel Protect VHS Rapid. Odstín povrchového nátěru bude upřesněn dle přání investora. Nátěry je nutné aplikovat ve výrobě, a to v maximálním rozsahu, jaký jen bude možný. V místě montážních svarů budou nátěry provedeny až při montáži.

Kotevní šrouby i další mechanické spojovací prostředky jsou chráněny žárovým pozinkem (min. 43 μm). Jelikož se práce nezabývá návrhem požární ochrany, nejsou specifikovány žádná speciální opatření. Použity by mohly být obklady nebo protipožární nátěry, zděné příčky mohou být opatřeny např. vermikulitovou omítkou.

8 Údržba

Konstrukce musí být pravidelně udržována po celou dobu životnosti. Minimálně jednou za 5 let je potřeba provést kontrolní prohlídky odbornou způsobilou osobou.

9 Výkaz materiálu s odhadem ceny

Ceny průřezů byly převzaty z cen vypočtených na webu společnosti FERONA vzhledem k zadanému celkovému množství materiálu. Dále byly upraveny a doplněny podle poznatků obsažených v přednášce Ing. Jakuba Cejnara ze společnosti METROSTAV (uvedena v Seznamu použitých zdrojů). Odhad ceny je velmi hrubý a nezahrnuje mnoho faktorů (např. dopravu materiálu, cenu práce, skladování, náklady spojeny se stavebním řízením a zpracováním projektové dokumentace a mnoho dalších), stejně tak neobsahuje kompletní podrobný výkaz materiálu. Všechny ceny určené z webových stránek jsou platné ke dni 4.1.2020.

Cena soustav Macalloy není veřejně uváděna a bylo by nutné požádat si o cenovou nabídku přímo výrobce. Vyšší náročnost výroby prolamovaných nosníků je uvažována navýšením jejich ceny o 30% oproti původnímu válcovanému profilu. Odhad objemu svařovaných spojů je uvažován 2% z celkové hmotnosti konstrukce. Svary budou prováděny elektrodami s cenou 80 Kč/kg. Prořez oceli je 5% u tyčových profilů a 15% u plechů (celková hmotnost konstrukce se o tyto hodnoty navýší, ale cena se sníží o výkupní cenu šrotu 5 Kč/kg). Množství plechů v hotovém tvaru bylo odhadnuto jako 5% hmotnosti tyčových profilů.

Počet spojovacích prostředků byl určen následovně (se systémovými délkami prvků):

Prvek	Délka [m]	Počet prvků	Počet šroubů na prvku	Celkem šroubů	Jakost šroubu	Typ šroubu
Stropnice	9131,83	1075	4	4300	6.8	M20x90
Stropní průvlak	4027,62	474	8	3792	8.8	M27x90
Ztužidla	3890,35	458	4	1832	5.6	M20x90
Vaznice	3707,21	437	1	437	6.8	M24x90
Sloupy	-	198	4	792	5.8	HILTI M24
Sloupky	-	56	4	224	5.8	HILTI M16

Spojovací prvek	Cena za kus	Celkem kusů	Cena celkem [Kč]
Šroub M20x90 5.6	38,48	1832	70496
Šroub M20x90 6.8	20,8	4300	89440
Šroub M24x90 6.8	32,27	437	14102
Šroub M27x90 8.8	59,76	3792	226610
Podložky M20	1,27	12264	15576
Podložky M24	2,45	874	2142
Podložky M27	2,95	7584	22373
Matice M20	3,94	6132	24161
Matice M24	8,65	437	3781
Matice M27	12,41	3792	47059
Kotevní šroub HILTI HIT-V-5.8 M24x300	155,5	792	123156
Kotevní šroub HILTI HIT-V-5.8 M16x300	76,18	224	17065
		celkem	759109

Jelikož nebyly ve statickém výpočtu spočteny detailně veškeré spoje, odhad zvýšení ceny spojovacích prostředků je 20%. Ceny byly zjištěny na webových stránkách Šroubyonline, povrchová úprava „zinek bílý“ (žárový zinek). Pro zjednodušení byly všechny šrouby uvažovány dlouhé 90 mm. Antikorozní nátěr je započítán ve dvou vrstvách s 10% rezervou. Ceny spojovacích prostředků jsou uvedeny včetně 21% DPH. Antikorozní nátěr byl uvažován ve dvou vrstvách včetně 3% podílu ředidla ve směsi. Ceny jsou z katalogu společnosti SIKA. Cena práce se uvažuje dvojnásobná než cena materiálu.

Celkové náklady jsou tedy odhadnuty takto:

Položka č.	Označení průřezu	Celk. délka [m]	Plocha [m ²]	Měr. hmotn. [kg/m]	Celk. hmotn. [t]	Ocel	Měrná cena [Kč/kg]	Celková cena [Kč]	Poznámka
1	HEA 260	1175,36	1739,55	68,15	80,101	S355	23,33	1868752	
2	HEB 300	2359,35	4081,67	117,04	276,138	S355	23,33	6442308	
3	HEB 600-900	4027,62	11760,67	211,95	853,654	S355	32,80	27999000	Prolamovaný nosník, 30% práce
4	UPE 300	1611,31	1559,74	44,43	71,591	S235	24,60	1761127	
5	HEB 180	541,34	562,98	51,22	27,727	S355	22,18	614995	
6	RD 36	105,83	11,97	8,01	0,848	S460	20 sestav	?	Macalloy táhlo, koncovka, plech, čep, napínák
7	RRO 180x100x10	298,47	158,19	39,96	11,927	S235	27,42	327035	
8	RRO 120x60x5	20,98	7,34	13,11	0,275	S355	26,34	7245	
9	RD 8	17,34	0,43	0,39	0,007	S355	28,42	193	
10	RRO 160x80x5	183,65	86,31	17,82	3,273	S235	22,80	74617	
11	QRO 60x8	387,82	84,94	12,56	4,871	S235	23,49	114421	
12	2UPE 300	24,00	32,06	88,86	2,133	S355	25,34	54037	Svařené 2xUPE
13	RO 76.1x5.0	1596,06	381,48	8,79	14,029	S235	33,65	472089	
14	SFBu HEB 200-6/80	933,71	1084,95	65,06	60,747	S355	47,66	2895095	HEB+plech (20,70 Kč/kg)
15	RRO 180x100x5	168,69	92,77	20,96	3,536	S235	25,10	88748	
16	QRO 120x5	118,99	55,56	17,82	2,120	S235	22,80	48346	
17	QRO 100x8	171,68	65,07	22,61	3,882	S355	24,84	96422	
18	QRO 70x8	188,06	48,70	15,07	2,834	S355	23,80	67451	
19	QRO 50x5	96,58	18,07	6,85	0,662	S235	24,07	15925	
20	HEA 200	540,00	615,60	42,26	22,820	S355	24,10	549972	
21	QRO 60x5	440,66	100,02	8,40	3,702	S355	23,80	88097	
22	RRO 120x80x8	79,43	30,19	22,61	1,796	S355	26,46	47520	
23	HEB 200	2773,50	3189,53	61,29	169,988	S355	22,57	3836625	
24	IS 260/160/8/12/5	2,82	3,23	44,96	0,127	S355	21,70	2752	Svařované I (plech 20,70 Kč/kg)
25	RO 88.9x4.0	402,12	112,19	8,40	3,378	S235	22,02	74393	Spočteno z 185,82 Kč/m
26	HEB 240	57,91	79,91	83,21	4,819	S355	23,33	112421	
27	RO 88.9x5.0	1451,51	404,99	10,36	15,038	S355	23,63	355345	Spočteno z 185,82 Kč/m
28	IPE 300	9131,83	10592,90	42,24	385,728	S355	22,57	8705893	
				celkem tun:	2027,749		odhad ceny práce:	113442000	(dvojnásobek ceny materiálu)

Položka	Celk. délka [m]	Plocha [m ²]	Celk. hmotn. [t]	Ocel	Měrná cena [Kč/kg]	Celková cena [Kč]	Poznámka
Celkem S235	4863,69	2549,25	115,386	S235	x	2976701	
Celkem S355	23937,10	34399,79	1911,515	S355	x	53744123	
Celkem S460	105,83	11,97	0,848	S460	x	?	systém Macalloy
Svary (2%)	x	x	40,555	x	80,00	3244399	elektrody 80 Kč/kg
Šroubové spoje	x	x	x	x	x	759109	včetně 20% rezervy šroubových spojů
Plech	x	x	101,387	x	20,70	2098721	odhad 5% hmotnosti profilů
Nátěry	x	36961,01	15,450	x	372,86	5760620	2 vrstvy, včetně 3% ředidla, 0,19 kg/m ²
Prořez profilů	x	x	101,387	x	5,00	-506938	výkup šrotu
Prořez plechu	x	x	15,208	x	5,00	-76041	výkup šrotu
		celkem tun:	2185,141	Celkem náklady		68583673	
				DPH 21%		14243159	(ceny šroubů už DPH zahrnují)
				Vývoz šrotu		-582979	
				Celkový odhad ceny		196851811	

Odhad ceny tedy činí přibližně **196,85 milionů Kč**. Pro srovnání při **zjednodušeném odhadu**, kdy se bude uvažovat cena stavby včetně práce 70 Kč/kg, při hmotnosti konstrukce 2185,141 tun činí odhad ceny **152,95 milionů Kč**. V odhadech není zahrnuta cena vrstvených dvojskel, které by se zadávaly jako atypická zakázka.

10 Seznam použitých zdrojů

Normy a směrnice

- [1] ČSN EN 1991-1-7: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení
- [2] ČSN EN 1998-1: Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- [3] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [4] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [5] ČSN 731401: Navrhování ocelových konstrukcí
- [6] ČSN EN 1993-2: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- [7] ČSN EN 1993-1-1 ed. 2: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1991-1-6: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění
- [9] ČSN EN 1993-1-3: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily
- [10] ČSN P ENV 1993-1-1 Změna A2: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [11] ČSN EN 1993-1-8 ed. 2: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- [12] ČSN EN 1993-1-10: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
- [13] DRAFT prEN 13474-1: Glass in buildings - Design of glass panes - Part 1: General basis of design
- [14] DRAFT prEN 13474-2: Glass in buildings - Design of glass panes - Part 2: Design for uniformly distributed loads
- [15] DRAFT prEN 13474-3: Glass in buildings - Determination of the strength of glass panes - Part 3: General method of calculation and determination of strength of glass by testing
- [16] DRAFT prEN 16612: Glass in buildings - Determination of the lateral load resistance of glass panes by calculation
- [17] DRAFT prEN 16613: Glass in buildings - Laminated glass and laminated safety glass - Determination of interlayer mechanical properties
- [18] BS EN 410:1998: Glass in buildings - Determination of luminous and solar characteristic of glazing
- [19] EN 673: Glass in buildings - Determination of thermal transmittance (U value) - Calculation method

[20] ETAG 001 Guideline for European technical approval of metal anchors for use in concrete: Annex C: Design method of anchorage (3rd Amendment)

[21] ČSN 01 3483: Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 1986.

Odborné publikace

[22] FALTUS, František. *Prvky ocelových konstrukcí*. 3. vydání. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1962. ISBN 978-807-6230-187.

[23] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-807-6230-187.

[24] PECHAR, J., J. STUDNIČKA a K. VRBA. *Prvky kovových konstrukcí*. Praha: STNL, 1985.

[25] MAREK, Pavel a kolektiv. *Kovové konstrukce pozemních staveb*. Bratislava: SNTL, 1985.

Webové zdroje

[26] Dlubal Software s.r.o.: *Oblasti zatížení sněhem, větrem a zemětřesením* [online]. [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <https://www.dlubal.com/cs/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim/zemetreseni-csn-en-1998-1.html#cer=49.8144610514808,15.476646999999957&zoom=6&marker=50.075865,14.434609000000023>

[27] Česká geologická služba: *Geologické mapy* [online]. [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?start_y=563714&start_x=1200888

[28] ZRZA, Stanislav. *Tzbinfo: Nedostatky při provádění ocelových konstrukcí dle požadavků ČSN EN 1090-2+A1* [online]. Technický a zkušební ústav stavební Ostrava [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-hruba-stavba/13547-nedostatky-pri-provadeni-ocelovych-konstrukci-dle-pozadavku-csn-en-1090-2-a1>

[29] INSTITUTE FOR THE PROTECTION AND SECURITY OF THE CITIZEN. *Guidance for European Structural Design of Glass Components: Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014 [cit. 2019-11-30]. ISBN 978-92-79-35093-1. ISSN 1831-9424. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/guidance-european-structural-design-glass-components>

[30] AGC [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <https://www.agc-yourglass.com/cz/cz/products/stratobel/strong>

[31] BUILDINGS DEPARTMENT. *Code of Practice: for Structural Use of Glass* [online]. 2018 [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/code-and-design-manuals/SUG2018e.pdf>

[32] HORÁČEK, Martin. *Podklady do cvičení z předmětu BO002 Prvky kovových konstrukcí* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/BO002/BO002_Podklady_do_cviceni.pdf

[33] *Kingspan* [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>

[34] *HILTI* [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/>

[35] *Čítanka výkresů ocelových konstrukcí* [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <http://citankaok.wz.cz/>

[36] *Ocelářské tabulky* [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <http://www.staticstools.eu/cs>

[37] HORÁČEK, Martin., PERHÁČ, Ondřej., *Detaily ocelových konstrukcí*; [online] Dostupné z: <http://detailyok.webnode.cz/>

[38] MACHÁČEK, Josef., *Navrhování nosných konstrukcí*; [online]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/>

[39] CEJNAR, Jakub., *Ocelové konstrukce - oceňování*; [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/68309868-Ocelove-konstrukce-ocenovani.html>

[40] FERONA [online]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/>

[41] ŠROUBYonline [online]. Dostupné z: <https://www.sroubyonline.cz/>

[42] AHES s.r.o. *obchodní a technický partner SIKA* [online]. Dostupné z: <https://eshop.ahes.cz/eshop/>

11 Seznam příloh

A) Průvodní dokument

B) Technická zpráva

C) Statický výpočet

D) Přílohy

E) Výkresová dokumentace

12 Závěr

Ocelová konstrukce byla navržena na stálá, proměnná zatížení a mimořádná zatížení (klimatická pro I. sněhovou a II. větrovou oblast) v souladu s platnými normami a předpisy. Posouzení bylo provedeno ručními výpočty podle norem a zdrojů uvedených v seznamu literatury. Dimenzování prvků a spojů bylo voleno tak, aby byl zajištěn dostatečné bezpečnostní rezervy a zároveň jistá úspornost a konstrukce vyhovovala všem požadavkům MSÚ i MSP.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Jakub Lorenc