

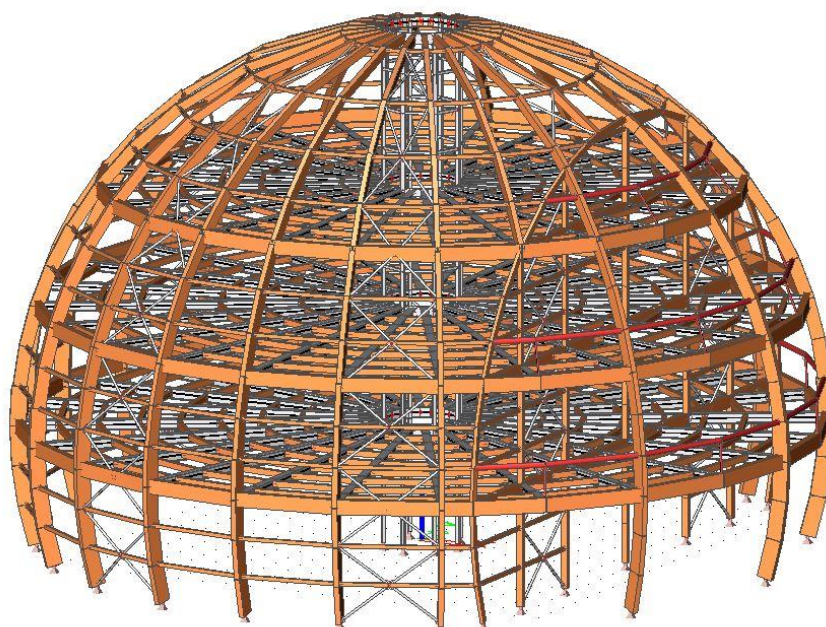


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMAVÁ PRÁCE

MULTIFUNKČNÍ OBJEKT V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PRŮVODNÍ ZPRÁVA K ŘEŠENÝM VARIANTÁM



AUTOR PRÁCE: Bc. EVA ŠPAČKOVÁ

ROK 2016

OBSAH

1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCE.....	3
1.1. GEOMETRICKÉ A DISPOZIČNÍ USPOŘÁDÁNÍ KONSTRUKCE.....	3
1.2. UMÍSTĚNÍ KONSTRUKCE.....	3
2. NORMATIVNÍ DOKUMENTY	3
3. PŘEDPOKLADY NÁVRHU VÍCEPATROVÉ KONSTRUKCE	4
4. POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ VÍCEPATROVÉ KONSTRUKCE.....	5
4.1. VARIANTA 1 – OCELOVÁ KONSTRUKCE	5
4.2. VARIANTA 2 – OCELOVÁ KONSTRUKCE	8
4.3. VARIANTA 3 – DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE	12
4.4. VARIANTA 4 – DŘEVĚNÁ A OCELOVÁ KONSTRUKCE.....	15
5. POROVNÁNÍ VARIANT – VÝKAZY VÝMĚR	18
5.1. VARIANTA 1	18
5.2. VARIANTA 2.....	18
5.3. VARIANTA 3.....	18
5.4. VARIANTA 4.....	19
5.5. SROVNÁNÍ VARIANT.....	19
6. VOLBA VARIANTY	19

1. Základní charakteristika konstrukce

1.1. Geometrické a dispoziční uspořádání konstrukce

Předmětem práce je návrh a statické posouzení objektu o více podlaží. Jednalo se o návrh multifunkčního objektu. Půdorysný tvar konstrukce je kruh o maximálním průměru 30 m. Tvar konstrukce vychází z koule o průměru 30 m, která je zespodu uříznutá, proto je výška konstrukce v nejvyšším bodě 19,5 m. Dále je koule v části rovně seříznutá a to tvoří svislou stěnu. Toto seříznutí jsem využila pro vytvoření balkónů a ponechala jsem tak konstrukci tvar koule.

Jedná se o čtyř-patrovou budovu s konstrukční výškou podlaží 4,5 m. Nosnou část vnější konstrukce tvoří zakřivená žebra, která jsou v horní části opřena o ocelový prstenec, který je součástí konstrukce pro výtahovou šachtu. Vnitřní nosná část je tvořena stropními nosníky.

1.2. Umístění konstrukce

Konstrukce se nachází v Českých Budějovicích, v nadmořské výšce 381 m.n.m. Z tohoto parametru vyplývají údaje o klimatických zatíženích konstrukce.

2. Normativní dokumenty

Dřevěná část multifunkčního objektu je navržena v souladu s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.
- ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitné 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 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- ČSN 73 2824-1: Třídění dřeva podle pevnosti. Část 1: Jehličnaté dřevo.
- ČSN EN 338: Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti.
- ČSN 73 2810: Dřevěné stavební konstrukce. Provádění.
- ČSN EN 1194: Dřevěné konstrukce – Lepené lamelové dřevo
- ČSN EN 386: Lepené lamelové dřevo
- ČSN EN 1912: Konstrukční dřevo

Ocelová část multifunkčního objektu je navržena v souladu s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.
- ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitné 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 1995-1-1: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- ČSN EN 10025: Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí
- ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce

3. Předpoklady návrhu vícepatrové konstrukce

Statické posouzení vícepatrové konstrukce multifunkčního objektu je provedeno na:

- Mezní stavy únosnosti s uvažováním vlivu ztráty stability prvků na nejnepříznivější z kombinací návrhových hodnot zatížení. Mezní hodnoty byly pro nosné dřevěné konstrukce brány z norem pro navrhování dřevěných konstrukcí pro rostlé jehličnaté dřevo třídy pevnosti C24 a pro lepené lamelové dřevo třídy pevnosti GL28h. Mezní hodnoty pro nosné ocelové konstrukce byly brány z norem pro navrhování ocelových konstrukcí třídy pevnosti S355.
- Mezní stav použitelnosti na nejnepříznivější z kombinací charakteristických hodnot zatížení. Mezní hodnoty přetvoření byly pro nosné dřevěné konstrukce brány z norem pro navrhování dřevěných konstrukcí pro rostlé jehličnaté dřevo třídy pevnosti C24 a pro lepené lamelové dřevo třídy pevnosti GL28h. Mezní hodnoty pro nosné ocelové konstrukce byly brány z norem pro navrhování ocelových konstrukcí třídy pevnosti S355.

Konstrukce vícepatrového objektu byla dimenzována na následující proměnná zatížení:

- Klimatické zatížení větrem s výchozí základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25$ m/s, odpovídající II. větrové oblasti a kategorií terénu III (podle ČSN EN 1991-1-4).
- Klimatické zatížení sněhem s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem na zemi $s_{k,0} = 1,0$ kN/m², odpovídající II. sněhové oblasti (podle ČSN 1991-1-3).
- Užitné zatížení na podlahách a na zábradlích. Charakteristická hodnota pro užitné zatížení na podlahách byla uvažována s hodnotou $q_k = 3,0$ kN/m² a užitné zatížení na zábradelní konstrukci bylo uvažováno s hodnotou $q_k = 1,0$ kN/m (podle ČSN 1991-1-1).

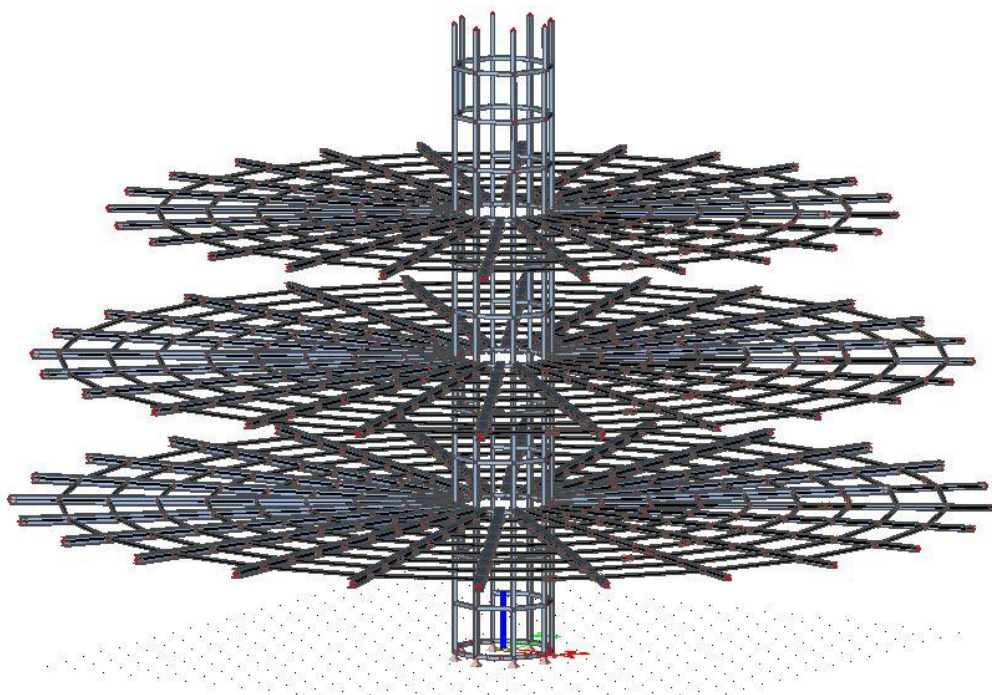
Žádná další proměnná zatížení nebyla ve statickém výpočtu uvažována a vícepatrová konstrukce tudíž není na jejich přenos dimenzována.

4. Popis konstrukčního řešení vícepatrové konstrukce

Konstrukce je navržena jako prostorový systém. Nosná konstrukce objektu je řešena ve 4 variantách.

4.1. Varianta 1 – ocelová konstrukce

Nosná konstrukce je navržena z oceli třídy S355. Konstrukce je řešena jako žebrová kupole. Žebra jsou k prstenci výtahové šachty upevněny tak, aby byl umožněn přenos sil do konstrukce výtahové šachty a tím se tak zajistilo jejich spolupůsobení. Opláštění je řešeno ze skleněných panelů z ohýbaného skla. Žebra jsou uložena na betonových základech pomocí kloubového ložiska s použitím ocelového čepu.

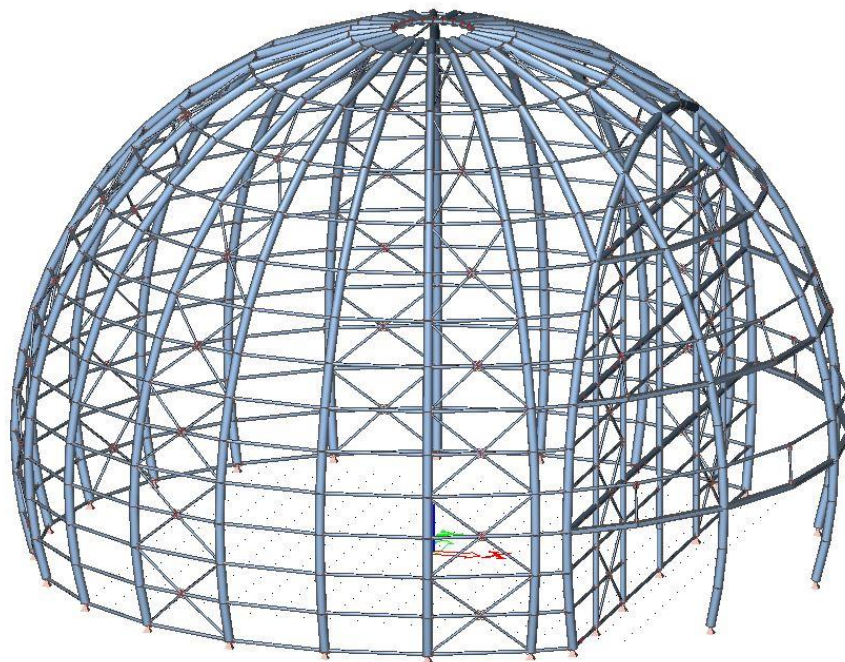


Obr. 1 – Vnitřní ocelová konstrukce – varianta 1

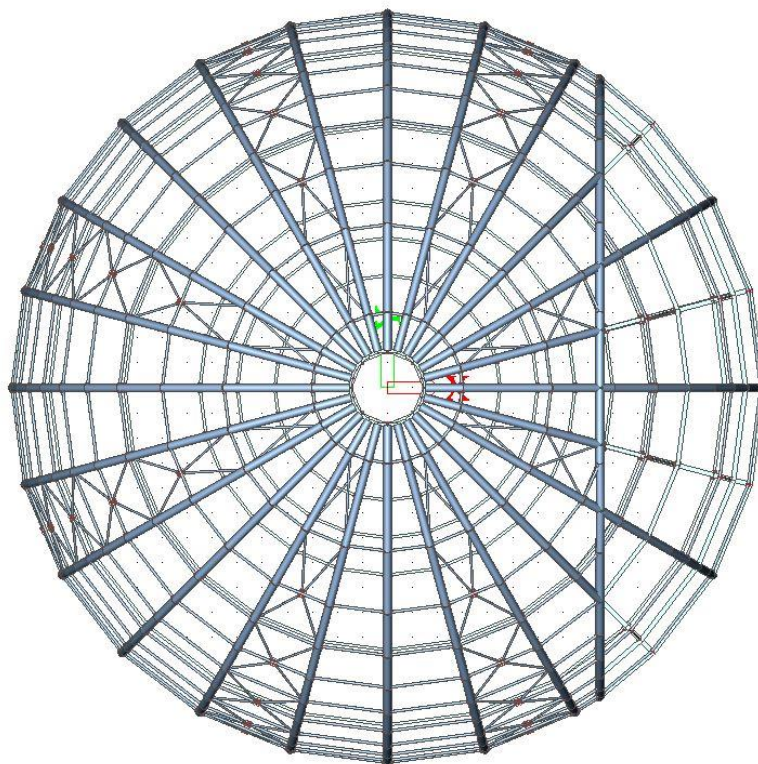
Konstrukce je nadimenzovaná a posouzena výpočetním programem Scia Engineer pouze na mezní stav únosnosti.

Tabulka použitých profilů:

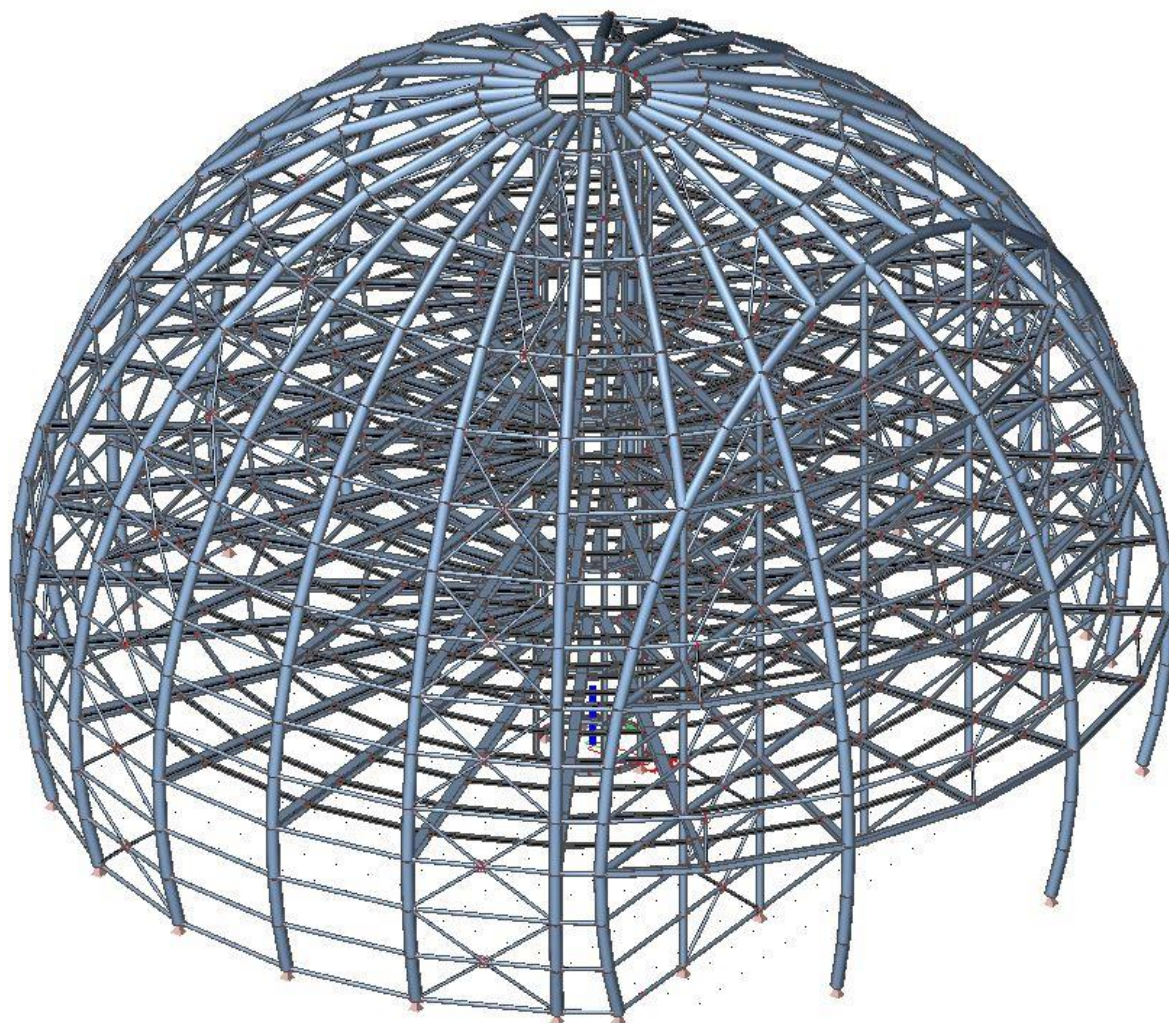
PRVEK	MATERIÁL	PRŮŘEZ	ROZMĚR [mm]
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x4
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x6
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x8
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x10
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x12,5
žebra vodorovná	S355	CFCHS	101,6x4
ztužidla	S355	CFCHS	76,1x4
seříznutí - oblouk	S355	CFCHS	323,9x4
seříznutí - vodorovné paždíky	S355	CFCHS	101,6x4
seříznutí - vodorovné paždíky	S355	CFCHS	219,1x10
seříznutí - sloupy	S355	CFCHS	193,7x5
Terasa 1.NP - svislé	S355	HEA	180
Terasa 2.NP - svislé	S355	HEA	180
Terasa 3.NP - svislé	S355	HEA	160
Terasa 1.NP - vodorovné	S355	HEA	100
Terasa 2.NP - vodorovné	S355	HEA	100
Terasa 3.NP - vodorovné	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (3.NP)	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (2.NP)	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (1.NP)	S355	HEA	100
strop - svislé pruty (3.NP)	S355	HEA	220
strop - svislé pruty (2.NP)	S355	HEA	260
strop - svislé pruty (1.NP)	S355	HEA	280
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	120x120x8,8
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	120x120x4
výtah - sloupy	S355	CFRHS	120x120x10
výtah - sloupy	S355	CFRHS	120x120x4
výtah - sloupy	S355	CFRHS	120x120x3
Terasa obvodo.paždík (1.NP)	S355	CFRHS	180x180x12,5
Terasa obvodo.paždík (2.NP)	S355	CFRHS	180x180x8,8
Terasa obvodo.paždík (3.NP)	S355	CFRHS	160x160x5
zábradelní sloupky	S355	CFCHS	60,3x4



Obr. 2 – Vnější ocelová konstrukce – varianta 1



Obr. 3 – Půdorys – varianta 1



Obr. 4 – Celá konstrukce – varianta 1

4.2. Varianta 2 – ocelová konstrukce

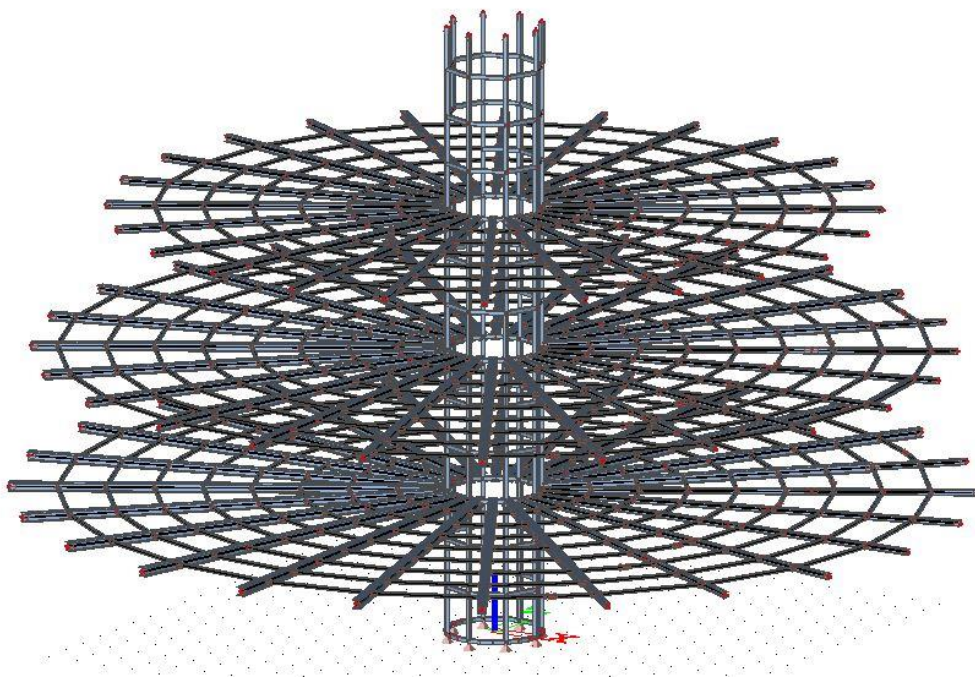
Nosná konstrukce je navržena z oceli třídy S355. Konstrukce je řešená jako žebrová kupole. Žebra a konstrukce výtahové šachty nespolutřebí. Přenos vodorovných sil je omezený. Opláštění je řešeno ze skleněných panelů z ohýbaného skla. Žebra jsou uložena na betonových základech pomocí kloubového ložiska s použitím ocelového čepu.

Průřezy se oproti variantě jedna změnili pouze v dimenzi sloupů výtahové šachty. Tento profil se zmenšil, protože konstrukce nemusí přenášet síly od žebířů.

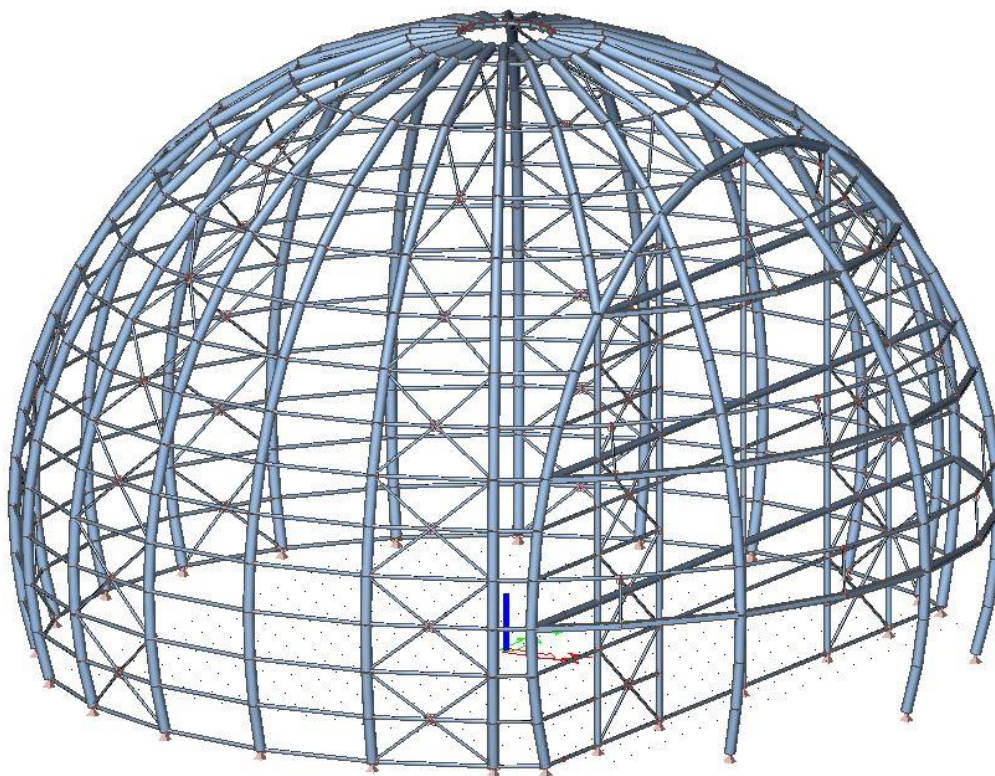
Konstrukce je nadimenzovaná a posouzena výpočetním programem Scia Engineer pouze na mezní stav únosnosti.

Tabulka použitých profilů:

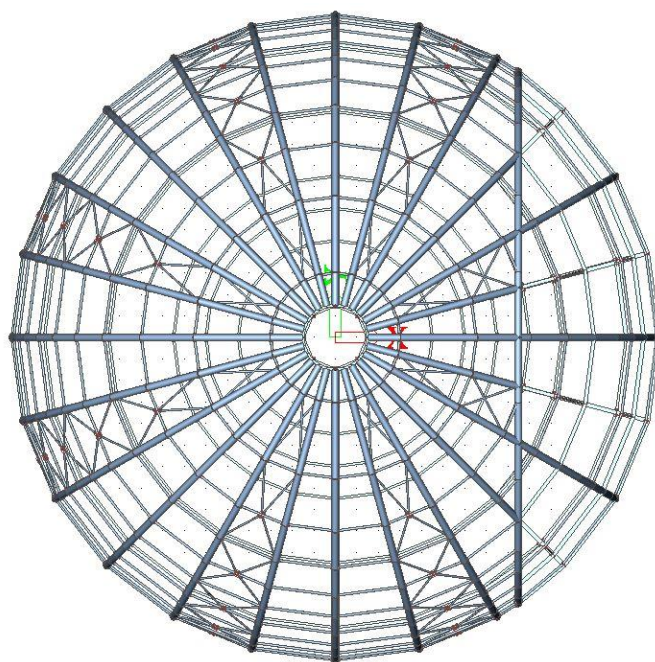
PRVEK	MATERIÁL	PRŮŘEZ	ROZMĚR [mm]
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x4
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x6
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x8
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x10
žebra svislá	S355	CFCHS	323,9x12,5
žebra vodorovná	S355	CFCHS	101,6x4
ztužidla	S355	CFCHS	76,1x4
seřiznutí - oblouk	S355	CFCHS	323,9x4
seřiznutí - vodorovné paždíky	S355	CFCHS	101,6x4
seřiznutí - vodorovné paždíky	S355	CFCHS	219,1x10
seřiznutí - sloupy	S355	CFCHS	168,3x5
seřiznutí - sloupy	S355	CFCHS	168,3x6,3
Terasa 1.NP - svislé	S355	HEA	180
Terasa 2.NP - svislé	S355	HEA	180
Terasa 3.NP - svislé	S355	HEA	160
Terasa 1.NP - vodorovné	S355	HEA	100
Terasa 2.NP - vodorovné	S355	HEA	100
Terasa 3.NP - vodorovné	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (3.NP)	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (2.NP)	S355	HEA	100A
strop - vodorovné pruty (1.NP)	S355	HEA	100
strop - svislé pruty (3.NP)	S355	HEA	220
strop - svislé pruty (2.NP)	S355	HEA	260
strop - svislé pruty (1.NP)	S355	HEA	280
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	120x120x8,8
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	120x120x4
výtah - sloupy	S355	CFRHS	120x120x10
výtah - sloupy	S355	CFRHS	120x120x4
Terasa obvodo.paždík (1.NP)	S355	CFRHS	180x180x12,5
Terasa obvodo.paždík (2.NP)	S355	CFRHS	180x180x8,8
Terasa obvodo.paždík (3.NP)	S355	CFRHS	160x160x5
zábradelní sloupky	S355	CFCHS	60,3x4



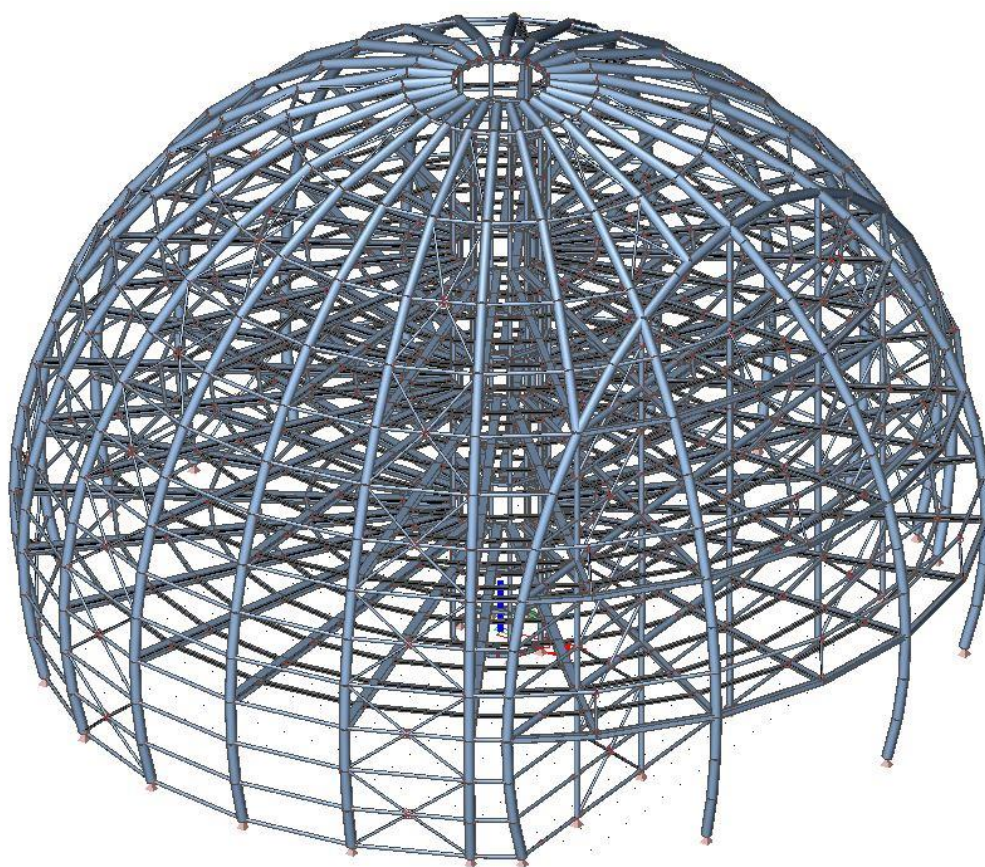
Obr. 5 – Vnitřní konstrukce – varianta 2



Obr. 6 – Vnější konstrukce – varianta 2



Obr. 7 – Půdorys – varianta 2



Obr. 8 – Celá konstrukce – varianta 2

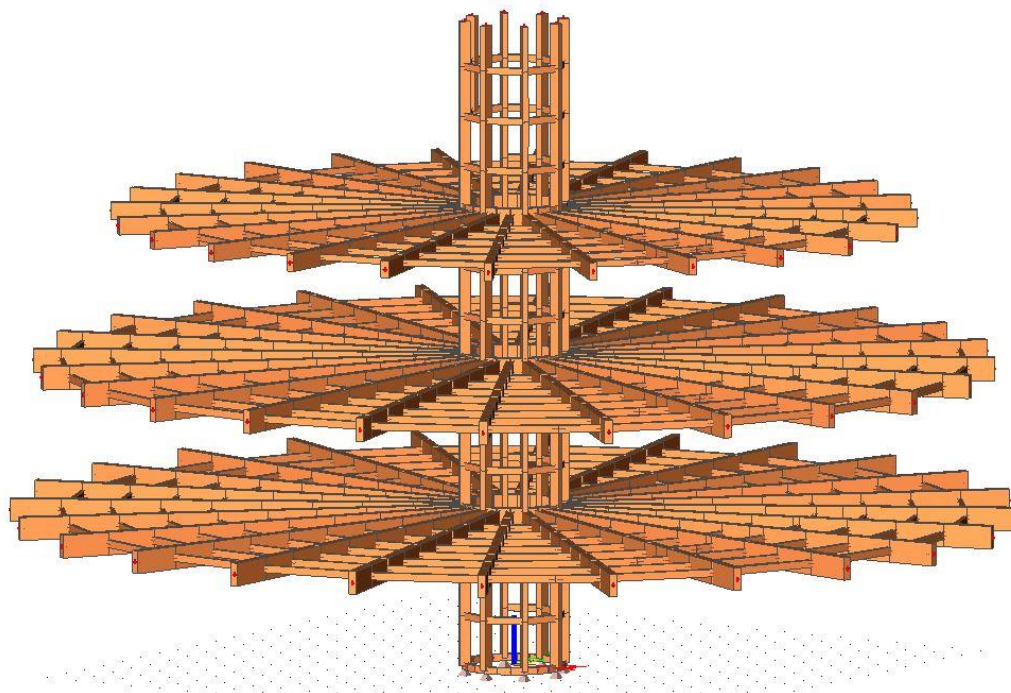
4.3. Varianta 3 – dřevěná konstrukce

Nosná konstrukce je navržena z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL28h a rostlého dřeva pevnostní třídy C24 (z tohoto materiálu jsou navrženy pouze kruhové profily). Konstrukce je řešená jako žebrová kupole. Žebra a konstrukce výtahové šachty nespolutpůsobí. Přenos vodorovných sil je omezený. Opláštění je řešeno ze skleněných panelů z ohýbaného skla. Žebra jsou uložena na betonových základech pomocí čepového ložiska. Žebra jsou zakřivená a po výšce odstupňována.

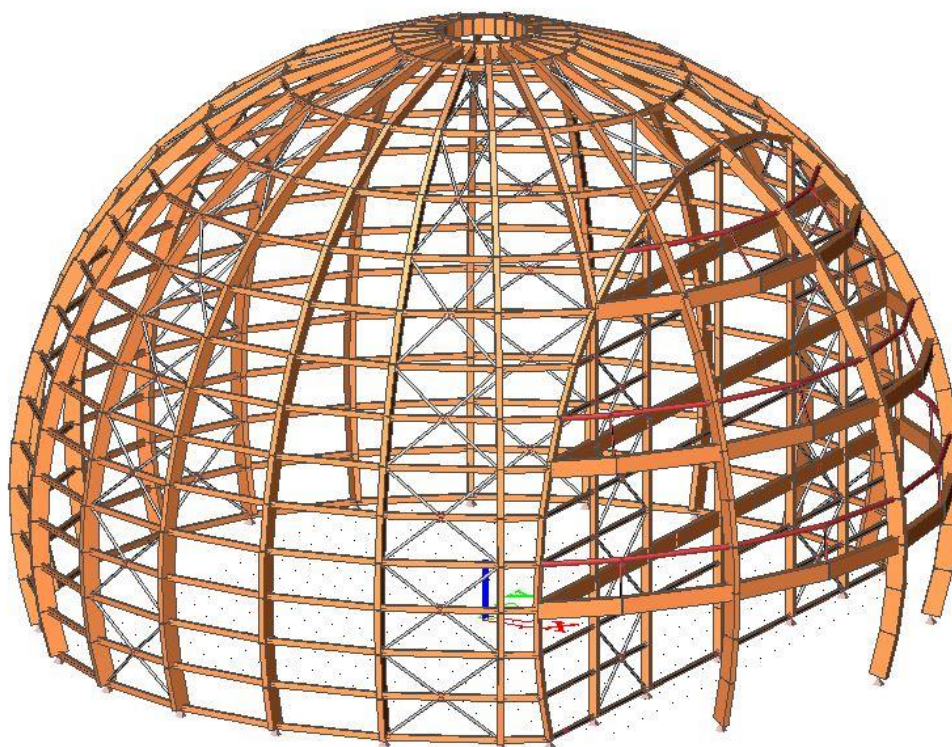
Konstrukce je nadimenzovaná a posouzena výpočtním programem Scia Engineer pouze na mezní stav únosnosti.

Tabulka použitých profilů:

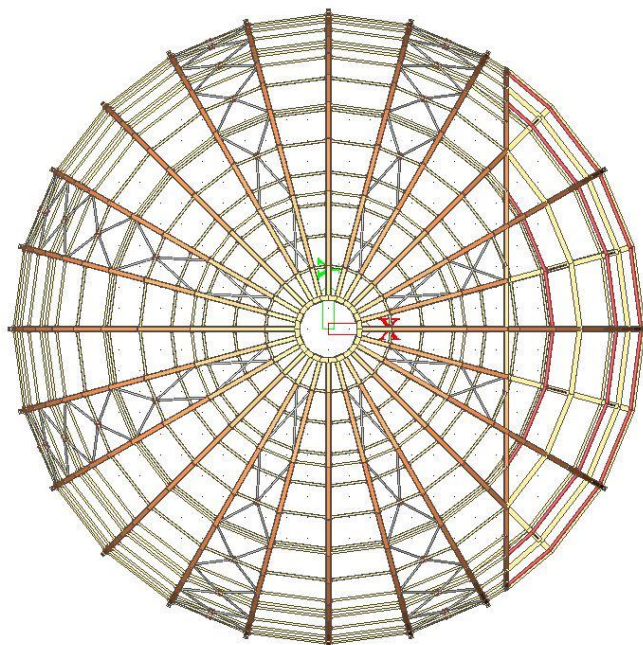
PRVEK	MATERIÁL	PRŮŘEZ	ROZMĚR [mm]
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x600
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x520
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x420
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x320
žebra vodorovná	GL28h	obdélník	100x200
žebra vodorovná	GL28h	obdélník	240x550
seřiznutí - oblouk	GL28h	obdélník	180x200
seřiznutí - vodorovné paždíkы	GL28h	obdélník	80x140
seřiznutí - vodorovné paždíkы	GL28h	obdélník	200x500
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	160x280
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	160x230
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	160x180
strop - vodorovné pruty (1.NP)	GL28h	obdélník	120x220
strop - vodorovné pruty (2.NP)	GL28h	obdélník	120x220
strop - vodorovné pruty (3.NP)	GL28h	obdélník	100x180
strop - svislé pruty (3.NP)	GL28h	obdélník	240x520
strop - svislé pruty (2.NP)	GL28h	obdélník	240x700
strop - svislé pruty (1.NP)	GL28h	obdélník	240x680
výtah - vodorovné pruty	GL28h	obdélník	120x200
výtah - vodorovné pruty	GL28h	obdélník	240x800
výtah - sloupy	GL28h	obdélník	180x320
ztužidla	S355	CFCHS	88,9x3
zábradlí	C24	kruh	155
zábradelní sloupky	C24	kruh	65



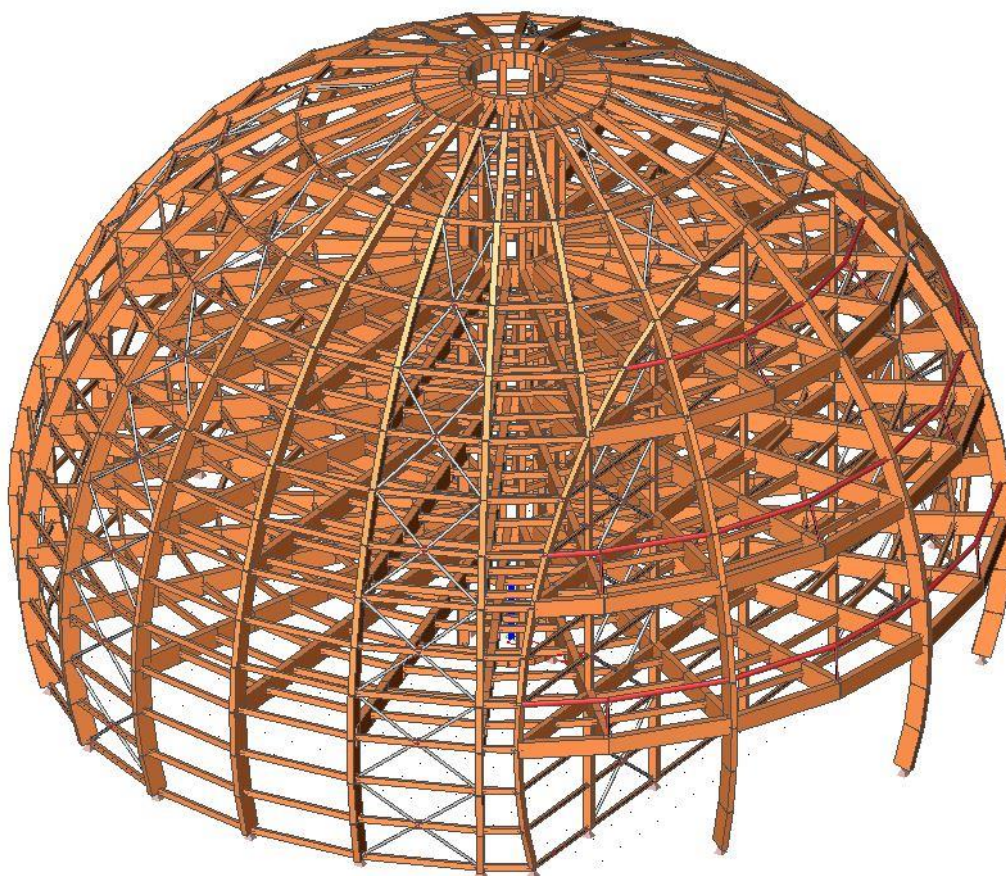
Obr. 9 – Vnitřní konstrukce – varianta 3



Obr. 10 – Vnější konstrukce – varianta 3



Obr. 11 – Půdorys – varianta 3



Obr. 12 – Celá konstrukce – varianta 3

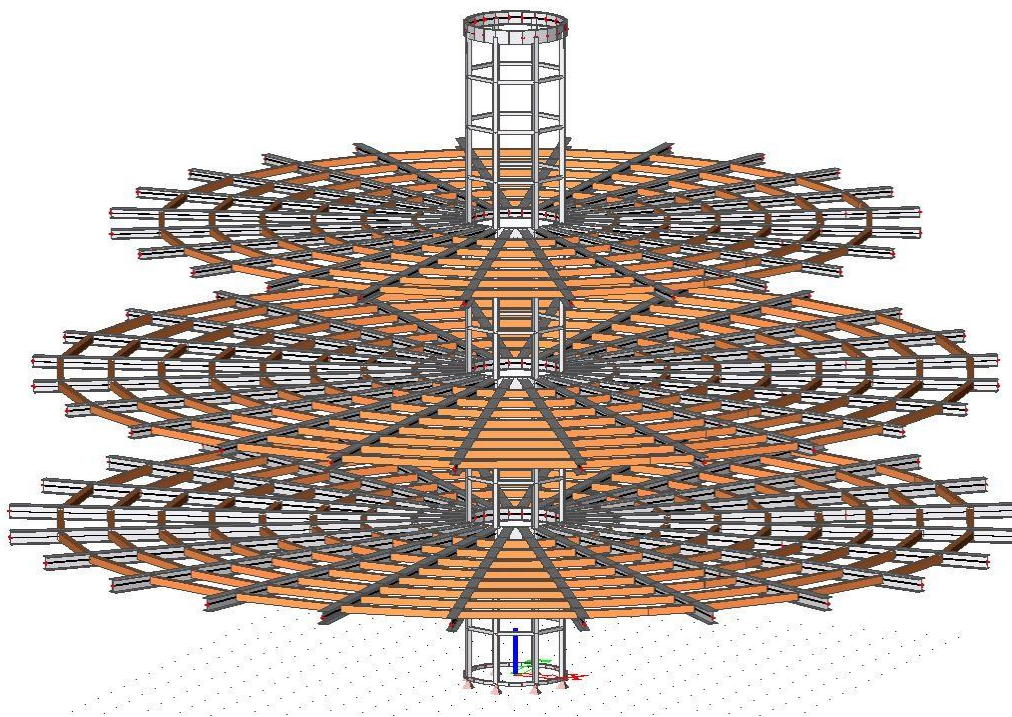
4.4. Varianta 4 – dřevěná a ocelová konstrukce

Nosná konstrukce je navržena z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL28h, rostlého dřeva pevnostní třídy C24 (z tohoto materiálu jsou navrženy pouze kruhové profily zábradlí a zábradelních sloupků) a z oceli třídy S355. Konstrukce je řešená jako žebrová kupole. Žebra a konstrukce výtahové šachty nespolutupůsobí. Přenos vodorovných sil je omezený. Opláštění je řešeno ze skleněných panelů z ohýbaného skla. Žebra jsou uložena na betonových základech pomocí čepového ložiska. Žebra jsou zakřivená a po výšce odstupňována.

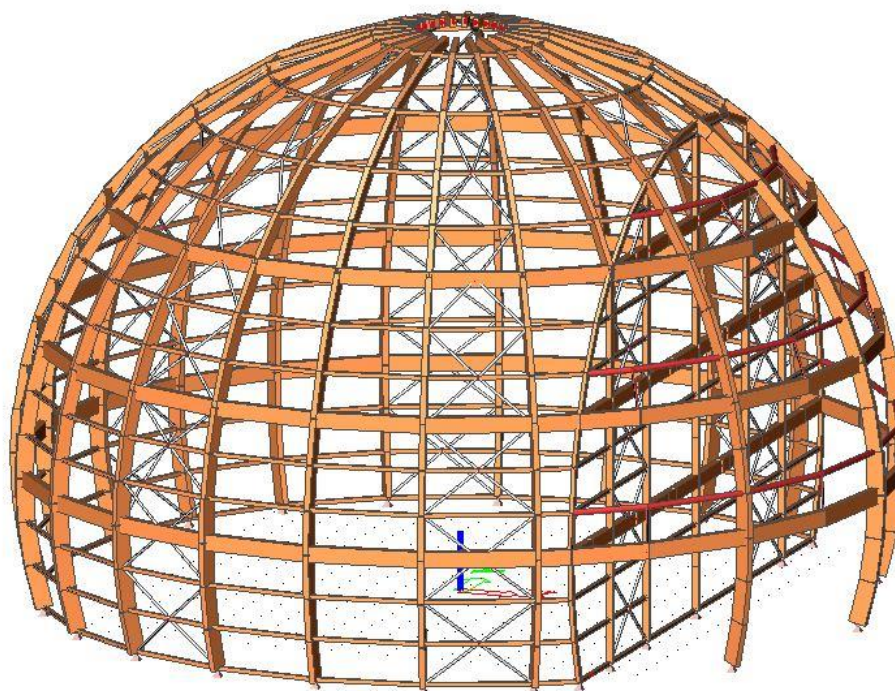
Konstrukce je nadimenzovaná a posouzena výpočetním programem Scia Engineer na mezní stav únosnosti i mezní stav použitelnosti.

Tabulka použitých profilů:

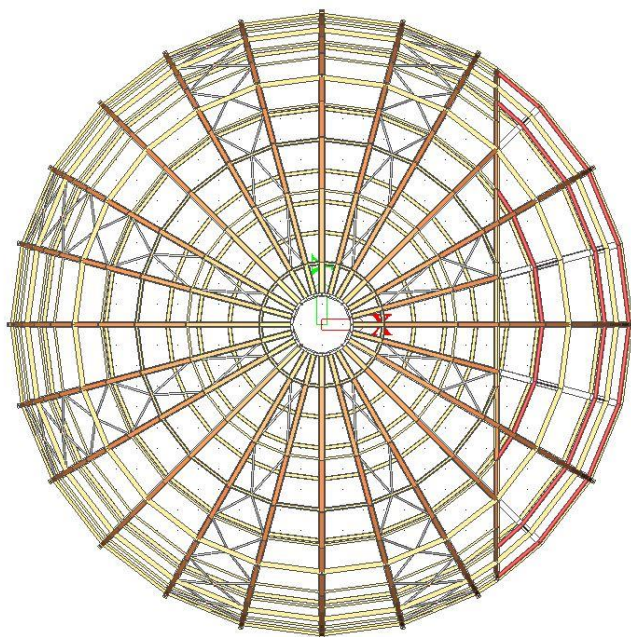
PRVEK	MATERIÁL	PRŮŘEZ	ROZMĚR [mm]
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x600
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x520
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x420
žebra svislá	GL28h	obdélník	200x320
žebra vodorovná	GL28h	obdélník	100x140
žebra vodorovná	GL28h	obdélník	240x550
seřiznutí - oblouk	GL28h	obdélník	140x220
seřiznutí - vodorovné paždíkы	GL28h	obdélník	100x140
seřiznutí - vodorovné paždíkы	GL28h	obdélník	240x460
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	180x240
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	180x210
seřiznutí - sloupy	GL28h	obdélník	180x180
strop - vodorovné pruty	GL28h	obdélník	190x220
strop - vodorovné pruty	GL28h	obdélník	180x220
strop - vodorovné pruty	GL28h	obdélník	160x200
strop - svislé pruty	S355	HEA	400
strop - svislé pruty	S355	HEA	340
strop - svislé pruty	S355	HEA	280
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	100x100x6
výtah - vodorovné pruty	S355	CFRHS	100x100x3
výtah - vodorovné pruty	S355	UPE	400
výtah - vodorovné pruty	S355	UPE	360
výtah - vodorovné pruty	S355	UPE	300
výtah - sloupy	S355	CFRHS	140x140x8
výtah - sloupy	S355	CFRHS	140x140x6
výtah - sloupy	S355	CFRHS	140x140x4
zábradlí	C24	kruh	190
zábradelní sloupky	C24	kruh	65



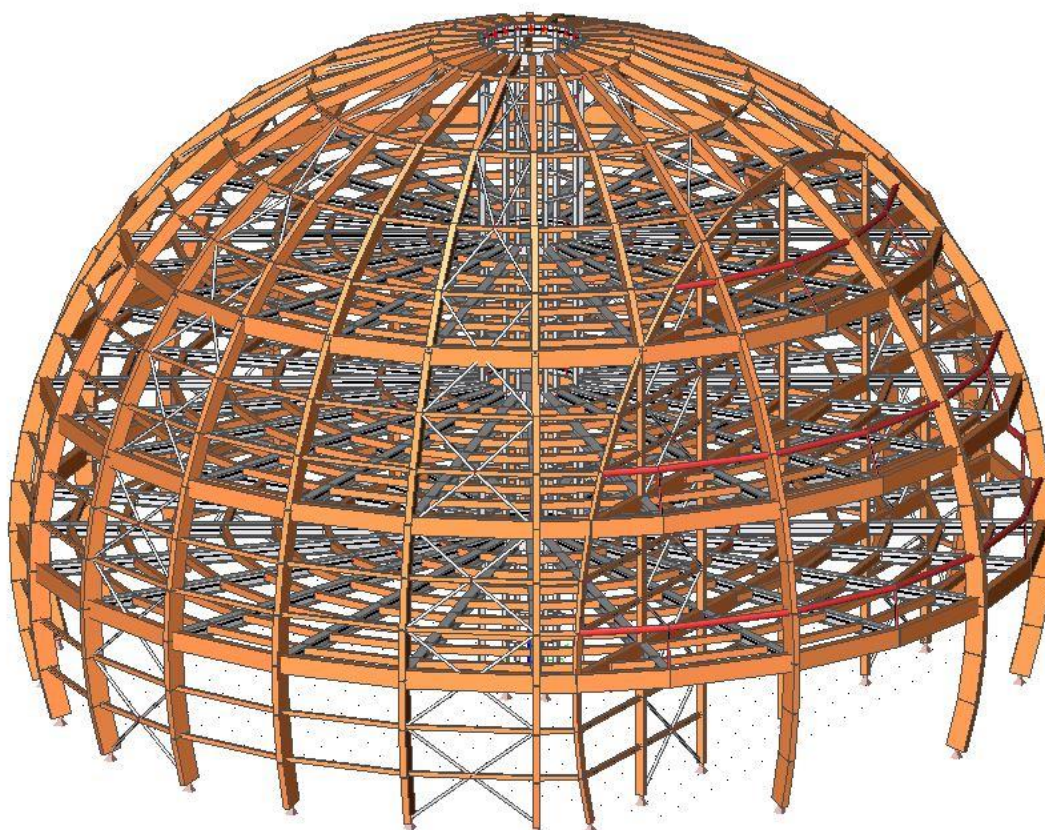
Obr. 13 – Vnitřní konstrukce – varianta 4



Obr. 14 – Vnější konstrukce – varianta 4



Obr. 15 – Půdorys – varianta 4



Obr. 16 – Celá konstrukce – varianta 4

5. Porovnání variant – výkazy výměr

5.1. Varianta 1

Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stuc</i>			
Celkový součet :	123278,1	3146,233	1,5704e+01

Materiál	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stua</i>				
S 355	123278,1	3146,242	7850,0	1,5704e+01

5.2. Varianta 2

Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stuc</i>			
Celkový součet :	123465,3	3139,944	1,5728e+01

Materiál	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stua</i>				
S 355	123465,3	3139,948	7850,0	1,5728e+01

5.3. Varianta 3

Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stuc</i>			
Celkový součet :	113917,8	4293,350	2,7031e+02

Materiál	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stua</i>				
S 355	3344,9	146,766	7850,0	4,2610e-01
C24	465,4	36,261	350,0	1,3297e+00
GL28h	110107,0	4110,323	410,0	2,6855e+02

5.4. Varianta 4

Výkaz materiálů

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i>			
Celkový součet :	163913,8	4454,973	1,6345e+02

Materiál	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i>				
S 355	102365,5	1873,064	7850,0	1,3040e+01
C24	689,8	43,694	350,0	1,9707e+00
GL28h	60858,4	2538,206	410,0	1,4843e+02

5.5. Srovnání variant

MATERIÁL	VARIANTA			
	1	2	3	4
S355 [kg]	123278,1	123465,3	3344,9	102365,5
C24 [m³]	-	-	1,3	2,0
GL28h [m³]	-	-	268,6	148,4

6. Volba varianty

Pro podrobné řešení ručním výpočtem volím 4. variantu. Tuto variantu volím především z estetického hlediska. Ocelové varianty jsou strohé a na první pohled až tak nezaujímou. U celodřevěné varianty vychází velké dimenze a bylo by obtížné tuto variantu nadimenzovat na mezní stav použitelnosti, hlavně u průhybů stropních nosníků.

Poslední varianta, čtvrtá, nahrazuje masivní dřevěné stropní nosníky ocelovými profily. Tato konstrukce na první pohled hned zaujme kombinací lepeného lamelového dřeva, rostlým dřevem a ocelí. Konstrukce, díky použitým dřevěným profilům, nepůsobí tak stroze a lze ji zasadit i do parkového terénu.