

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

ROZHLEDNA V BESKYDECH

LOOKOUT TOWER IN BESKYDY MOUNTAINS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miroslav Prokop

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, 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. Miroslav Prokop
Název	Rozhledna v Beskydech
Vedoucí práce	Ing. Ondřej Pešek, 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

Předpisy a standardy upravující požadavky na stavby pro daný typ využití.

Bujňák, J. a Vičan, J.: Navrhovanie oceľových konštrukcií, Žilinská univerzita v Žiline, 2012.

da Silva, L. S., Simoes, R., Gervásio, H. Design of Steel Structures. 2nd edition, ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, 2016.

Ferjenčík, P. a kol. Navrhovanie oceľových konštrukcií, 1. časť + 2. časť, ALFA Bratislava / SNTL Praha, 1986.

Kozák, J. Ocelové stožáry a věže, SNTL Praha, 1990.

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí.

ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí.

a další související normy a technické dokumenty.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte několik variant statického návrhu nosné konstrukce rozhledny na vrcholu Smrku v Beskydech. Nosná konstrukce bude zhotovena z oceli, některé konstrukční prvky mohou být dřevěné a skleněné. Výška rozhledny bude 36 metrů. Konstrukce bude navržena na účinky klimatických zatížení odpovídajících umístění stavby. Nejvýhodnější variantu zpracujte podrobněji. Výstupem práce bude srovnání řešených variant konstrukce, statické posouzení hlavních prvků nosné konstrukce a vybraných spojů zvolené varianty, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy, výkresy hlavních konstrukčních dílců a charakteristických detailů), výkaz materiálu a technická zpráva.

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. Ondřej Pešek, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením rozhledny v Beskydech. Hlavní nosná část sloupu je tvořena ocelovým válcem o průměru 2,2 m a pevnosti S355. Uvnitř sloupu jsou ukryta dvě vřetenová schodiště. Na sloup jsou od výšky 21 m vynášeny podesty vyhlídky. Vyhlídka má v nejširším místě šířku 12,2 m a půdorys šestiúhelníku. Vnější obrys vyhlídky simuluje tvar koruny pomocí žeber z dřevěných lamelových nosníků pevnosti GL24h. Vyhlídka je tvořena čtyřmi podestami. Celková výška konstrukce je 37,5 m. Vnitřní síly jsou určeny programem RFEM a na jejich základě je proveden statický výpočet. Práce je vypracovaná dle platných norem ČSN EN.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rozhledna, lepené lamelové dřevo, ocel, vítr

ABSTRACT

This master thesis deals with the design of load-bearing capacity of the observation tower in Beskydy. The material used in main column is steel S355. The main column is a circular hollow construction with diameter of 2,2 m. Inside the column is located a double spiral staircase. The upper part of observation tower simulates shape of treetop by rip column. It is made of glue laminated timber GL24h. The tower has four platforms of hexagon shape. The largest platform is 12,2m wide. The height of struction is 37,5 m. Internal forces have been calculated in software RFEM and based that the structural assessment has been made. The thesis is drawn up pursuant to the standards of ČSN EN.

KEYWORDS

Observation tower, glue laminated timber, steel, wind

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Miroslav Prokop *Rozhledna v Beskydech*. Brno, 2020. 30 s., 134 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Rozhledna v Beskydech* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 8. 1. 2020

Bc. Miroslav Prokop
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 8. 1. 2020

Bc. Miroslav Prokop
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Ondřeji Peškovi, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady. Dále také za ochotu při konzultacích. Mé díky také patří mé rodině za podporu, kterou mi projevovali během celého studia. V neposlední řadě bych rád poděkoval mým kolegům za odborné debaty.

OBSAH PRÁCE

A. Průvodní dokument

1. Titulní list
2. Zadání VŠKP
3. Abstrakt a klíčová slova
4. Bibliografické citace
5. Prohlášení o původnosti VŠKP
6. Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy
7. Poděkování
8. Obsah práce

B. Technická zpráva

C. Statický výpočet

D. Výkresová dokumentace

E. Vizualizace

F. Výstup vnitřních sil



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

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miroslav Prokop

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

1	ÚVOD	3
2	POROVNÁNÍ VARIANT	5
2.1	Varianta 1	6
2.2	Varianta 2	7
2.3	Porovnání variant.....	8
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA VYBRANÉ VARIANTY	9
3.1	Popis objektu.....	9
3.2	Zatížení	9
3.3	Materiál	10
3.4	Popis konstrukce	10
3.5	Ochrana konstrukce	14
3.6	Postup montáže.....	14
3.7	Hrubý výkaz materiálu	17
3.8	Závěr	19
	ZDROJE	20
	SEZNAM TABULEK	22

1 ÚVOD

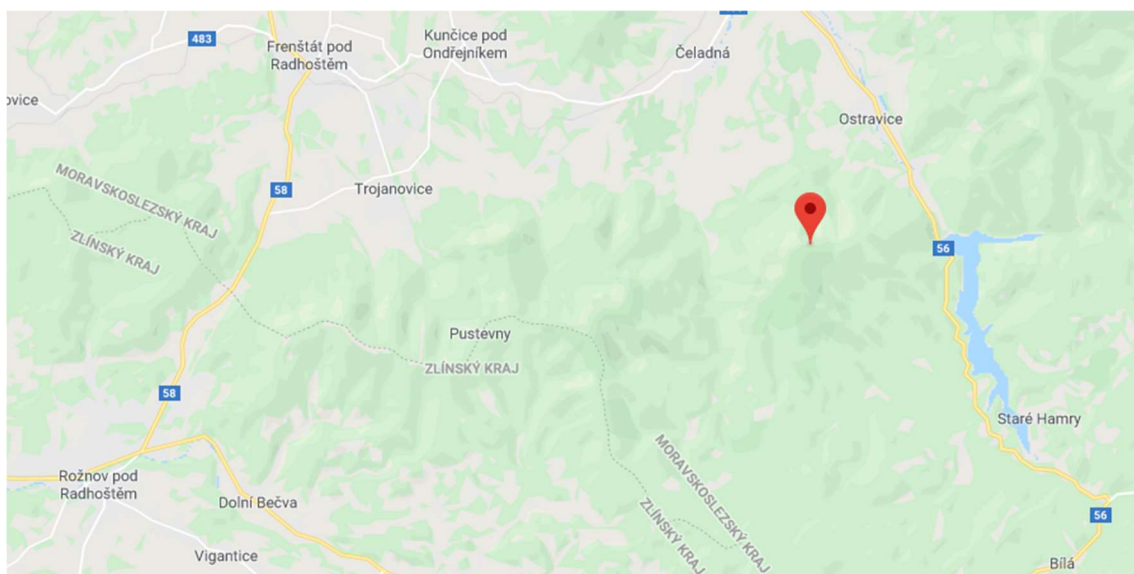
Cílem práce je navrhnout rozhlednu na vrcholu Smrku v Beskydech. Smrk je vzdálený 6 km od Starých Hamrů a má nadmořskou výšku 1275 m. n. m. Konstrukce rozhledny je vystavena mimořádným klimatickým zatížením, na které je posouzena. V konstrukci jsou využity stavební materiály sklo, dřevo, ocel, které jsou posouzeny příslušnými normami ČSN EN.



Obr. 1. Vizualizace



Obr. 2. Mapa lokace

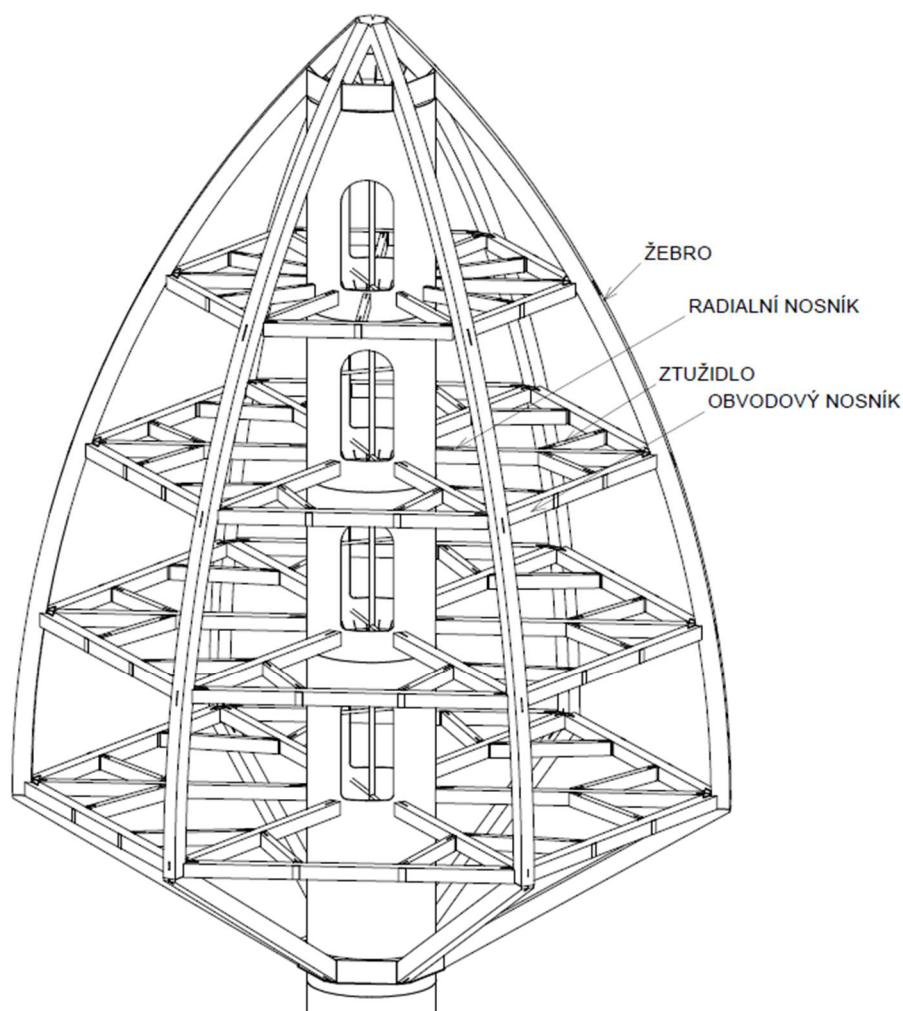


Obr. 3. Detailní mapa

2 POROVNÁNÍ VARIANT

Při tvorbě návrhu byla snaha o vytvoření takové konstrukce, která by svou geometrií připomínala strom. Vyhlídková část je ohraničena žebry tak, aby připomínala korunu stromu. Tato navržená architektonická podoba zůstala u obou variant stejná. Stejně tak sloup konstrukce zůstal nezměněný.

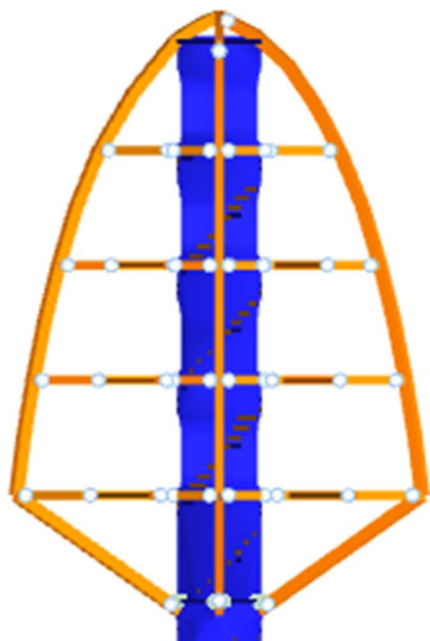
Snahou variant je najít takové řešení skladby pater vyhlídky, které nebude nadměrně zvyšovat konstrukční výšku pater a tím kazit estetický dojem. Samotný výsledný vzhled a soulad s okolním prostředím byl dalším a nejdůležitějším faktorem. Posledním kritériem byla cena konstrukce.



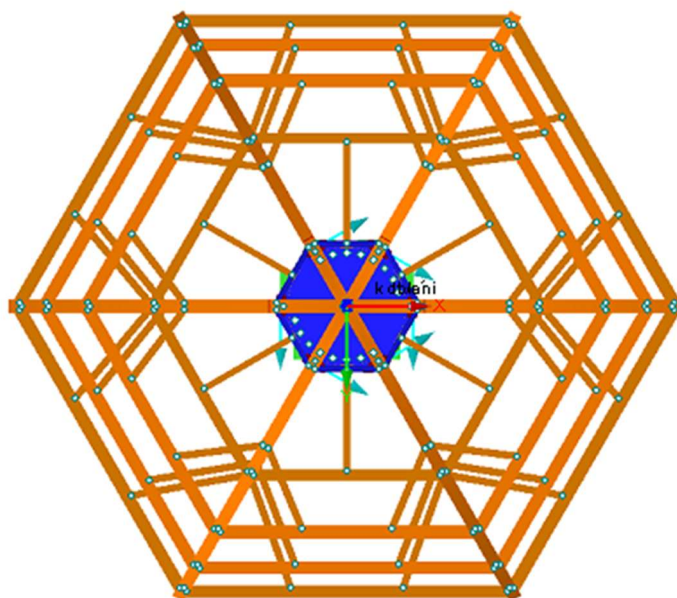
Obr. 4. Pohled na plošinu

2.1 Varianta 1

Ve dřevěné variantě jsou použity prvky různých dimenzí, ale se stejnou výškou 240 mm ve všech patrech. Na obvodové nosníky ve 3. a 4. patře je proto použité lepené lamelové dřevo GL32c. Tyto nosníky jsou nejvíce zatíženy, protože je na ně připevněna skleněná fasáda a přenáší tak zatížení větrem do konstrukce, dále také přenáší zatížení od podlahy. Tyto nosníky jsou podepřeny ztužidly ke snížení vzpěrné délky. Ztužidla také přenáší část horizontálních zatížení od větru do radiálních nosníků, na které jsou připojeny. To může esteticky připomínat rozšiřující se větev. Veškeré spoje dřevěných konstrukcí jsou provedeny pomocí žiletek tak, aby byla ocel spoje co nejvíce skryta a nerušila celodřevěný vzhled této varianty plošiny. Výpis prvků této varianty je uveden v kapitole 3.7.



Obr. 5. Pohled V1



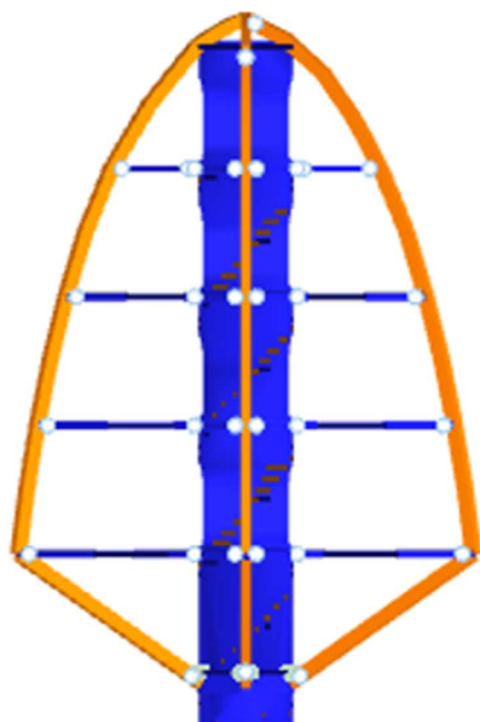
Obr. 6. Půdorys V1

2.2 Varianta 2

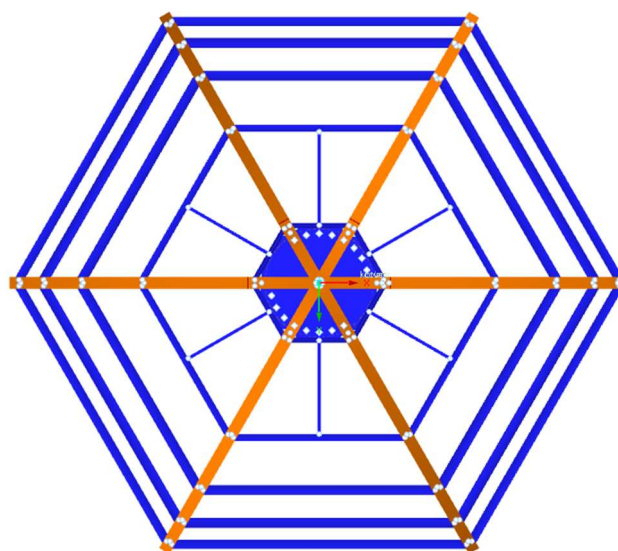
Veškeré nosníky druhé varianty jsou z oceli S235. Obvodové nosníky jsou z uzavřených čtvercových profilů TR, protože jsou namáhány ohybovými silami v obou osách. Radiální nosníky jsou namáhány především osovou silou, a proto jsou z profilů IPE. Z konstrukce byla také odstraněna ztužidla, protože ocel má vyšší únosnost než dřevo při podobných rozměrech.

Pozice		Profil	Kusy	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Celková hmotnost[kg]
Radiální nosník	1NP	IPE140	6	4680	60.250	362
	2NP	IPE160	6	4420	69.741	418
	3NP	IPE140	6	3645	46.926	282
	4NP	IPE120	6	2288	23.708	142
	4NP	IPE120	6	1763	18.269	110
Obvodový nosník	1NP	TR180x5	6	5647	58.516	351
	2NP	TR200x8	6	5387	250.354	1502
	3NP	TR200x8	6	4612	214.338	1286
	4NP	TR140x4	6	3232	54.042	324
					Σ	4777

Obr. 7. Výpis prvků V2



Obr. 9. Pohled V2



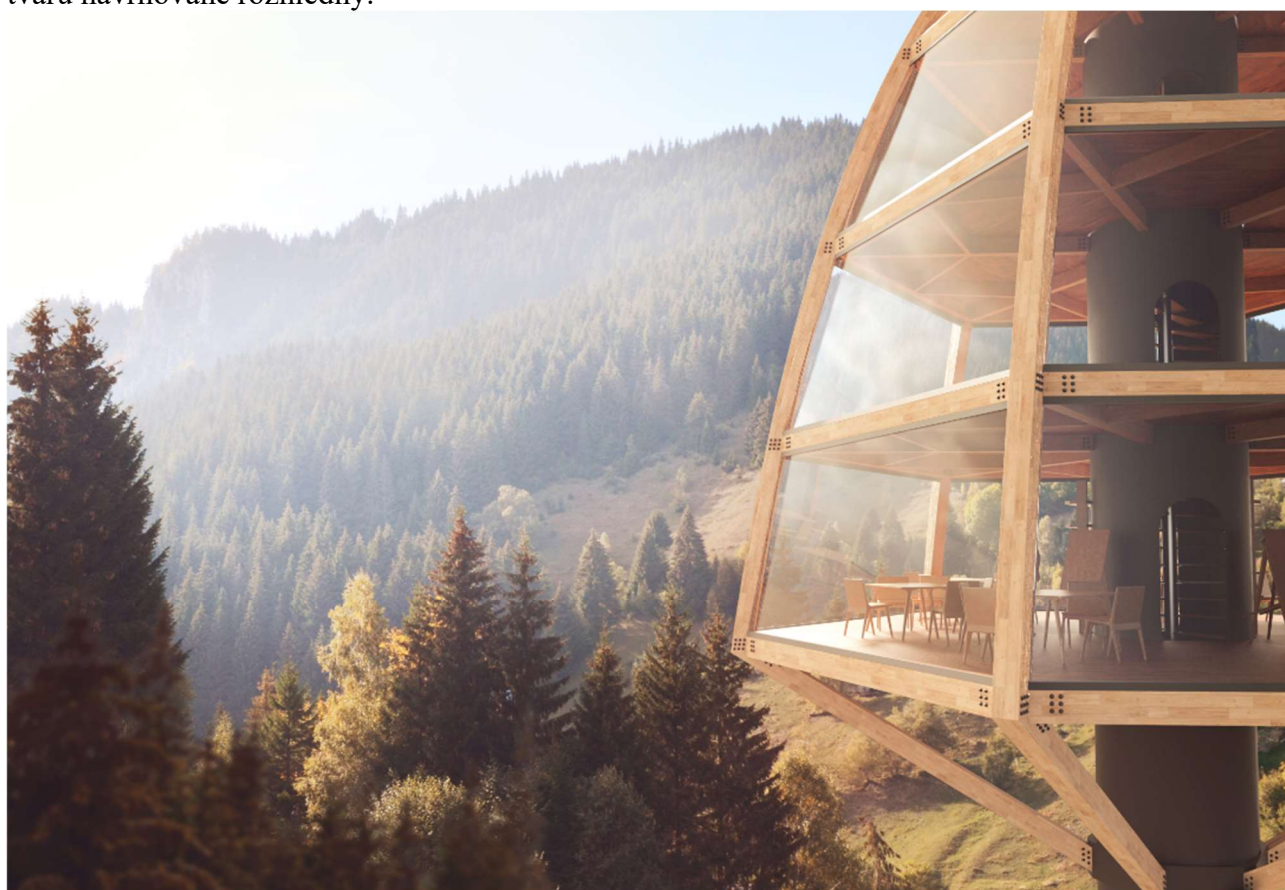
Obr. 8. Půdorys V2

2.3 Porovnání variant

Celková hmotnost dřevěných prvků první varianty byla stanovena na 547 kg. Celkový objem je 21,600 m³. Při předpokládané ceně 16 000 Kč/m³ vychází cena této varianty na 350 000 Kč. Ocelová varianta váží 4 777 kg. U ní byla uvažována cena 60 Kč/kg. Výsledná cena za materiál je 300 000 Kč.

Dřevěná varianta má konstrukční výšku všech pater 240 mm. Ocelová varianta má patra o něco štíhlejší, nicméně by zde bylo nutné umístit podhledy a ocelové prvky skryt dřevěnými obklady. Z tohoto důvodu vychází konstrukční výška přibližně stejně. Realizace dřevěných obkladů nosníků by ocelovou stavbu zkomplikovala, a ještě více zvýšila cenu díla.

Vzhledem k tomu, že je rozhledna situována do doposud člověkem nedotčené přírody, je hlavním kritériem výběru varianty vizuální dojem a splynutí technického prvku s přírodou. Estetický vzhled jednoznačně vyzdvihuje variantu 1 jako zajímavější a lépe zapadající k tomuto přírodnímu tvaru navrhované rozhledny.



Obr. 10. Výsledná varianta

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA VYBRANÉ VARIANTY

3.1 Popis objektu

Rozhledna dominuje svou výškou 37,5 m nad zalesněným kopcem Smrk v Beskydech. V této výšce nabízí mimořádných 230 m² užité plochy, kterou lze využít k environmentálnímu vzdělávání, pořádání výstav, pozorování přírody, popřípadě k přespaní těch, kteří vynaloží síly k její návštěvě. K výstupu jsou určena dvě vřetenová schodiště, jejichž konstrukce je ukryta uvnitř štíhlého kmene. Prostor schodiště je prosvětlen stoupajícími světlíky. Tvar ztužidel je inspirován větvemi, které se rozvíjejí po obvodu konstrukce a pomáhají vzdorovat poryvům větru.

3.2 Zatížení

3.2.1 Vlastní tíha ZS1

Vlastní tíha konstrukce byla vygenerovaná výpočtovým programem RFEM, dále do tohoto zatěžovacího stavu byla přidána tíha podlahy 0,25 kN/m² a tíha skleněné fasády 0,6 kN/m².

3.2.2 Užité zatížení ZS2 – ZS6

Charakteristická hodnota zatížení byla stanovena na 3 kN/m². Toto zatížení bylo naneseno na stupně schodiště a všechna patra podesty. Aby byly vystihnuty všechny varianty zatížení, bylo zatížení naneseno jako plné a další čtyři zatěžovací stavy podél kladných a záporných směr obou os.

3.2.3 Zatížení větrem ZS7 – ZS10

Součinitel vnějších tlaků u zatížení větrem byl stanoven na základě ČSN EN 1993-4-1 Zásobníky, aby bylo možné přesně vymodelovat zatížení na kruhový sloup. Šestiúhelníkový tvar plošin byl idealizovaný na kružnici, aby bylo možné použít stejný přístup k určení součinitele tlaku po celé výšce konstrukce. Směr větru se uvažoval ze 3 směrů. 0° od osy Y, 45° od osy Y a 90° od osy Y.

3.2.4 Zatížení námrazou

Zatížení námrazou bylo použito pouze k posouzení, zda nedochází u hlavního sloupu ke gallopingu v kombinaci s kritickou rychlostí větru. Žádný zatěžovací stav s námrazou nebyl použit.

3.3 Materiál

Hlavní sloup i jeho přivařené plechy pro montáž budou z oceli S355JR. Stejná ocel bude použita i na styčnickové plechy v patrech plošiny. Dřevěné prvky jsou z rostlého dřeva C24 a lepeného lamelového dřeva GL24h, GL28c, GL32c. Skleněná fasáda je tvořena vrstveným bezpečnostním sklem. Tabule jsou z plaveného tepelně tvrzeného skla. Mezi nimi je polyvinyl butyral folie. Do základní patky je použitý beton C25/30.

Použité spojovací prostředky dřevěných konstrukcí jsou svorníky tvořené závitovou tyčí 4.8 dle DIN 975, tesařskou maticí dle DIN1587 a podložkou DIN 7349, případně DIN 440.

3.4 Popis konstrukce

3.4.1 Sloup

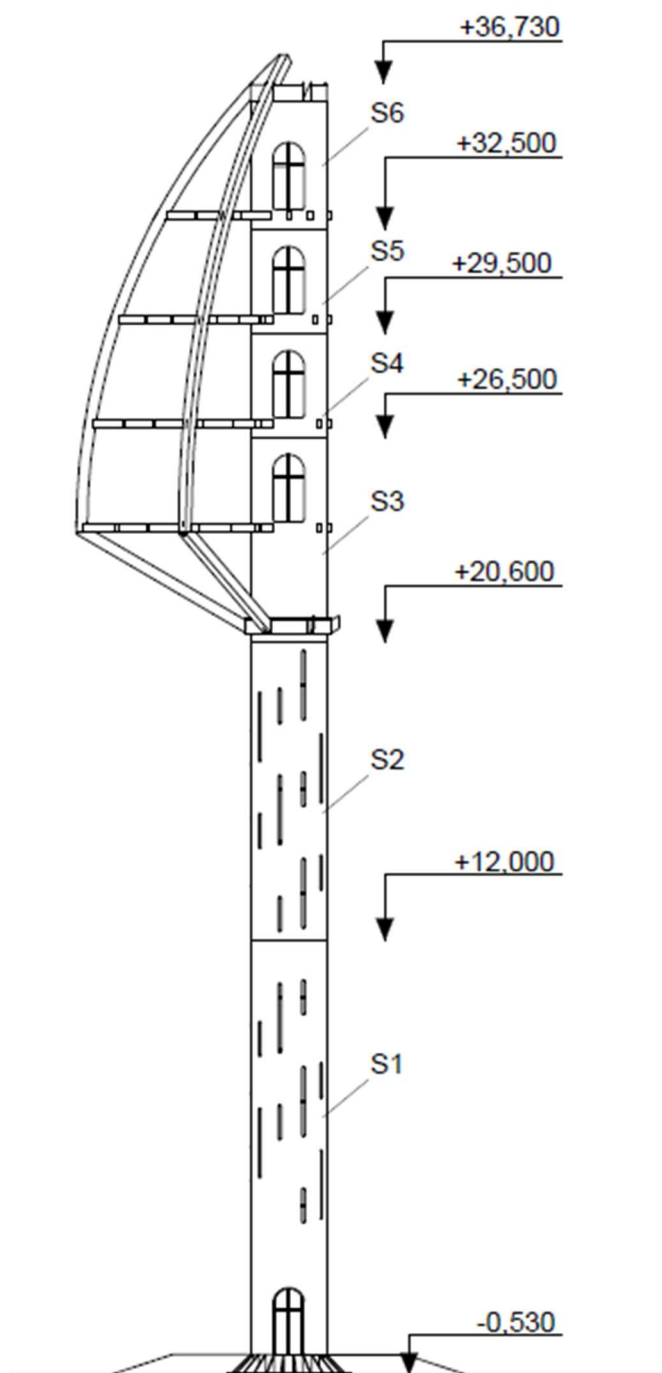
Sloup je z oceli S355JR, z důvodu montáže je rozdělen na 6 dílců, po celé výšce má konstantní průměr 2200 mm, tato šířka musela zůstat konstantní, protože je uvnitř sloupu umístěno vřetenové schodiště. První dva dílce S1 a S2 od výšky -0,530 do 20,600 mají tloušťku 30 mm. Plocha sloupu je v těchto místech prořezána světlíky. Jejich úkolem je prosvětlit prostor schodiště, ale také rozbít jednolitý ocelový ráz sloupu. U ostatních dílců je tloušťka snížena na 20 mm, tj. od 20,600 do 36,7300. Na dílce v prostoru vyhlídky jsou přivařeny žiletky, na připevnění radiálních nosníků a žeber. Vrchol sloupu S6 je uzavřen kruhovým plechem tloušťky 10 mm, na něm jsou přivařeny úchyty pro připevnění žeber a střechy konstrukce.

3.4.2 Vřeteno

Vřeteno je z profilů TR102x5 a oceli S355JR. Je dílensky přivařeno k hlavnímu sloupu pomocí profilů TR60x3. Ty zajišťují konstantní geometrii mezi sloupem a vřetenem, jsou z oceli S355JR. Vřeteno je tak rozděleno do stejně dlouhých dílů jako sloup.

3.4.3 Prstenec

Ke sloupu S3 je přivařen ocelový prstenec tvořený plechy z materiálu S355JR. Jeho úkolem je ztužení sloupu a rovnoměrný roznos osových sil z vyhlídky.



Obr. 11. Pohled na sloup

3.4.4 Žebro

Tvar žebra definuje tvar vyhlídky a celý ráz konstrukce. Použitý materiál je GL24h o průřezu 240/320. Je tvořen lineární částí o délce 5670 mm, funkce dolní části žebra je podepření plošiny. Z jedné strany je připevněno k prstenci a z druhé k zakřivené části žebra. To má výšku 13,5 m a vzezření 5,8 m. Je připojeno mezi přímým žebrem a vrchní částí sloupu. Žeber je šest a jsou od sebe vzdálena 60°, čímž vzniká půdorysný tvar šestiúhelníku. Žebra slouží jako podpěra vnější části plošin.

Pozice	Materiál	Profil	Kusy	Délka [mm]	Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]
Přímé	GL24h	240/320	6	5671	156.11	0.411	6.521
Zakřivené	GL24h	240/320	6	13657	397.94	1.047	15.78

Obr. 12. Žebro

3.4.5 Radiální nosníky

Radiální nosníky jsou rozpěry vyhlídkové části. Dále je na nich také uložena dřevěná podlaha. Jsou tvořeny dřevěnými profily výšky 240 mm. Uchyceny jsou z vnitřní strany na sloup a z vnější na žebra. V prvním a třetím patře jsou do sebe vzdáleny nosníky o 60°, ve čtvrtém jsou po 30° a tyto přidané nosníky podepírají obvodové nosníky v polovině délky.

Pozice	Materiál	Profil	Kusy	Délka [mm]	Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]	
Radiální nosník	1NP	C24	200/240	6	4680	93.88	0.224	4.456
	2NP	GL28c	240/240	6	4420	96.45	0.254	4.555
	3NP	C24	240/240	6	3645	73.12	0.174	3.538
	4NP	C24	120/240	6	2288	27.29	0.065	1.976
	4NP	C24	120/240	6	1763	20.97	0.050	1.602

Obr. 13. Radiální nosníky

3.4.6 Obvodové nosníky

Slouží jako nosníky obvodové fasády a je na nich také uložena podlaha vyhlídky. Obvodové nosníky jsou z obou stran přichyceny na žebra. Obvodové nosníky jsou také příčně podepřeny ztužidly a ve 4NP radiálními nosníky, aby bylo možné navrhnout jejich výšku na 240 mm.

Pozice	Mate-riál	Profil	Kusů	Délka [mm]	Hmot-nost[kg]	Ob-jem[m ³]	Plocha[m ²]
1NP	C24	240/240	6	5647	132.88	0.316	0.001
2NP	GL32c	240/240	6	5387	123.57	0.301	5.332
3NP	GL32c	240/240	6	4612	105.28	0.257	4.586
4NP	C24	200/240	6	3232	62.47	0.149	3.002

Obr. 14. Obvodové nosníky

3.4.7 Ztužidla

Jejich funkcí není pouze zajištění tuhosti, ale také snížení vzpěrných délek obvodových nosníků a přenos horizontálních sil na ně působící. Dále je na ně také uložena podlaha vyhlídky. Jsou tvořeny dřevěnými profily C24 o dimenzích 140/240.

Pozice	Mate-riál	Profil	Kusů	Délka [mm]	Hmot-nost[kg]	Ob-jem[m ³]	Plo-cha[m ²]
1NP	C24	140/240	12	2061	27.68	0.066	1.756
2NP	C24	140/240	12	1886	25.15	0.060	1.689
3NP	C24	140/240	12	1606	21.21	0.050	1.467

Obr. 15. Ztužidla

3.4.8 Patro vyhlídky

Každé patro je tak tvořeno nosníky o stejné výšce 240 mm, což nekaží estetický dojem stropní konstrukce, která není opatřena podhledem. Podlaha bude z dřevěných fošen tloušťky 50 mm. Konstrukční výška každého patra je 290 mm.

3.4.9 Schodiště

V konstrukci jsou umístěna dvě vřetenová schodiště pod sebou, jedno pro vzestup nahoru a druhé pro sestup dolů. Navržená šířka stupně je 307 mm a výška stupně je 160 mm. Průchodná výška je 1997 mm.

3.5 Ochrana konstrukce

3.5.1 Ochrana dřevěných prvků

Dřevěné prvky budou vystaveny povětrnostnímu vlivu, proto se jedná o konstrukci v třídě ohrožení biologickými činiteli 3. Z toho důvodu bude nanesena ochranná vrstva lazury proti biotickým škůdcům.

3.5.2 Ochrana styčnicků

Styčnickové plechy musí být chráněny před korozi žárovým zinkováním. Minimální tloušťka povlaku musí být 90 μm , minimální průměrná plošná hmotnost povlaku musí být 610 g/m^2 .

3.5.3 Ochrana sloupu

Sloup není možné kvůli jeho rozměrům pozinkovat, proto bude opatřen základním protikorozním nátěrem a vrchním nátěrem šedé barvy. Dle ČSN EN ISO 12944-5

3.6 Postup montáže

3.6.1 Přeprava

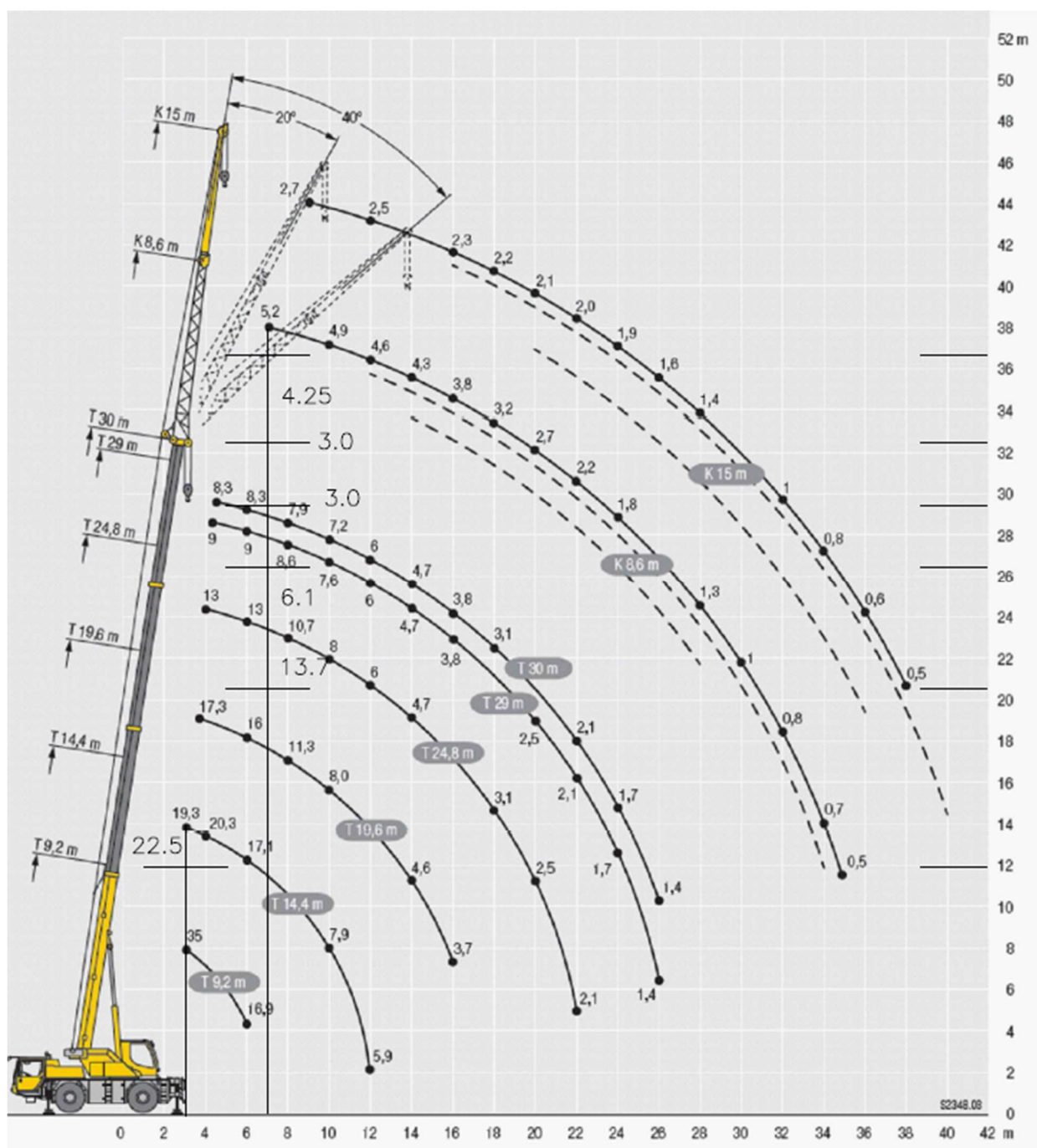
Pozice	Materiál	Kusy	Délka[mm]	Šířka[mm]	Hmotnost[t]	Plocha[m ²]
Sloup 1	S355	1	12530	3600	22.454	123.94
Sloup 2	S356	1	9359.4	2900	13.701	78.92
Sloup 3	S357	1	2419.2	2790	6.116	47.85
Sloup 4	S358	1	2769.5	2790	2.950	26.10
Sloup 5	S359	1	3000	2790	2.950	26.10
Sloup 6	S360	1	4230.1	2790	4.250	45.09

Obr. 16. Sloupy

Dílce splňují maximální hmotnost i délku na přepravu. Sloupy 3 až 6 mají maximální šířku 2790 mm, po natočení o 45° je jejich šířka 2500 mm, a proto splňují maximální šířku nákladu. Sloup 1 a 2 bude převezen jako nadměrný náklad.

3.6.2 Jeřáb

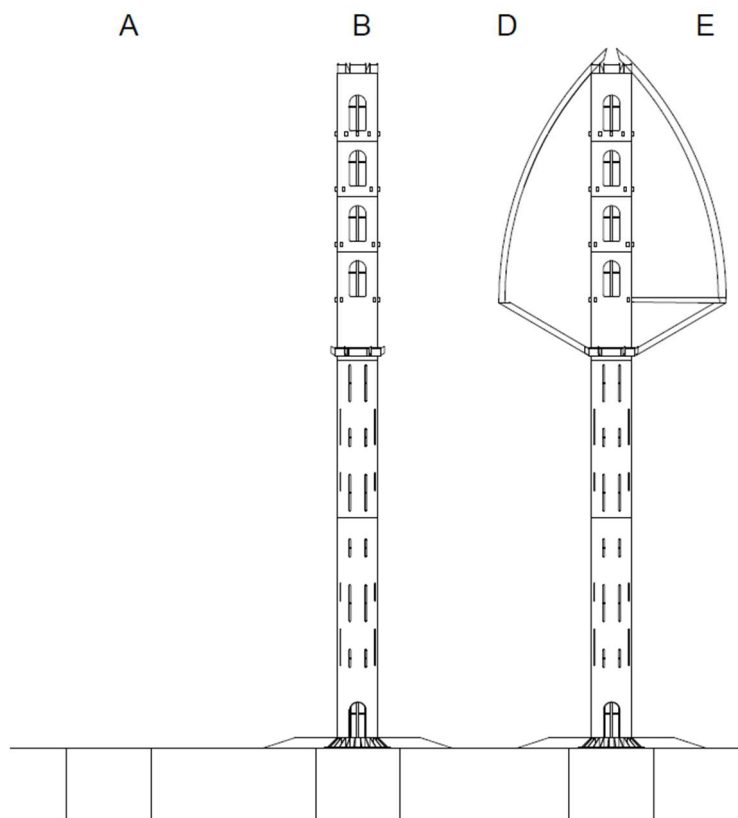
Pro montáž dílců byl zvolen autojeřáb LIEBHERR LTM 1030-2.1, na základě jeho únosnosti byly hmotnosti dílců sloupu.



Obr. 17. Jeřáb

3.6.3 Postup výstavby

- A. Vybudování základové patky a usazení kotev
- B. Ukotvení sloupu S1 a postupná montáž sloupů až po sloup S6 do výšky 36.730 m.
- C. Spojení lineární a zakřivené části žebra na zemi.
- D. Montáž celého spojeného žebra na prstenec a vrchní sloup
- E. Postupné připojování všech radiálních nosníků
- F. Připojení obvodových nosníků
- G. Připojení ztužidel
- H. Instalace skleněné fasády



Obr. 18. Postup výstavby

TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.7 Hrubý výkaz materiálu

Pozice	Materiál	Profil	Kusy	Délka [mm]	Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]	Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]	
Žebro	Přímé	GL24h	240/320	6	5671	156.11	0.411	6.521	937	2.466	39.124
	Zakřivené	GL24h	240/320	6	13657	397.94	1.047	15.78	2388	6.282	94.696
Radiální nosník	1NP	C24	200/240	6	4680	93.88	0.224	4.456	563	1.344	26.735
	2NP	GL28c	240/240	6	4420	96.45	0.254	4.555	579	1.524	27.330
	3NP	C24	240/240	6	3645	73.12	0.174	3.538	439	1.044	21.226
	4NP	C24	120/240	6	2288	27.29	0.065	1.976	164	0.390	11.858
	4NP	C24	120/240	6	1763	20.97	0.050	1.602	126	0.300	9.610
Obvodový nosník	1NP	C24	240/240	6	5647	132.88	0.316	0.001	797	1.896	0.003
	2NP	GL32c	240/240	6	5387	123.57	0.301	5.332	741	1.806	31.990
	3NP	GL32c	240/240	6	4612	105.28	0.257	4.586	632	1.542	27.517
	4NP	C24	200/240	6	3232	62.47	0.149	3.002	375	0.894	18.015
Obvodový nosník	1NP	C24	140/240	12	2061	27.68	0.066	1.756	332	0.792	21.070
	2NP	C24	140/240	12	1886	25.15	0.060	1.689	302	0.720	20.268
	3NP	C24	140/240	12	1606	21.21	0.050	1.467	255	0.600	17.605
							Σ	8628	21.600	367.047	

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Pozice		Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]
Podlaha	1NP	2125	5.059	202.369
	2NP	1785	4.250	169.981
	3NP	1319	3.140	125.607
	4NP	672	1.600	63.990
	Σ	5900	14.049	561.947

Pozice	Materiál	Kusy	Délka[mm]	Šířka[mm]	Hmotnost[t]	Plocha[m ²]
Sloup 1	S355	1	12530	3600	22.454	123.940
Sloup 2	S355	1	8600	2900	13.701	78.920
Sloup 3	S355	1	5900	2790	6.116	47.850
Sloup 4	S355	1	300	2790	2.950	26.100
Sloup 5	S355	1	3000	2790	2.950	26.100
Sloup 6	S355	1	4230	2790	4.250	45.090
Σ					52.421	348.000

Pozice (DETAIL)	Materiál	Kusy	Hmotnost[kg]	Plocha[m ²]	Hmotnost[kg]	Plocha[m ²]
A	S355	6	33.900	0.920	203.400	5.520
B	S355	6	25.200	0.690	151.200	4.140
C	S355	6	28.600	0.750	171.600	4.500
D	S355	6	30.000	0.810	180.000	4.860
I	S355	24	4.000	0.180	96.000	4.320
J	S355	24	4.600	0.210	110.400	5.040
K	S355	24	4.600	0.210	110.400	5.040
L	S355	6	5.000	0.220	30.000	1.320
M	S355	42	1.400	0.060	58.800	2.520
Σ					585.600	23.100

Detaily A-K dle výkresové dokumentace

L – připojení ztužidla na obvodový nosník

M – plech sloužící jako společná podložka svorníků u přípoje ztužidla na obvodový nosník

Pozice	Hmotnost[kg]	Objem[m ³]	Plocha[m ²]	
Sklo	1NP	5506	2.202	91.769
	2NP	5141	2.056	85.680
	3NP	4272	1.709	71.200
	4NP	3132	1.253	52.205
	Σ	18051	7.220	300.854

Materiál	Hmotnost[t]	Objem[m ³]	Cena [Kč]
Ocelová konstrukce	53.006	6.752369	3 180 366
Dřevěná konstrukce	14.529	35.649	570 379
Sklo	18.051	7.220	960 326
Beton	69.696	29.04	52 272
		Σ	4 763 343

Obr. 19. Hrubý výkaz materiálu

Celková cena čistého materiálu po ořezání bude 5 milionů.

3.8 Závěr

V diplomové práci byla navržena ocelová konstrukce s dřevěnými prvky vyhlídky. Konstrukce má výšku 37,5 m, v nejširším místě má 12,2 m. K návrhu byla vypracovaná technická zpráva, statický výpočet, výkresová dokumentace, výkaz materiálu a vizualizace.

ZDROJE

Použitý software

Ke statickému určení vnitřních sil na prutech a napětích na plochách byl využit výpočtový program RFEM, ve kterém byla konstrukce vymodelovaná a vypočtena metodou konečných prvků. Dále bylo využito přídatných modulů na posouzení prvků dle ČSN EN. K ručnímu ověření strojového výpočtu byl použit program PTC Mathcad pro demonstraci výpočtových postupů a MS Excel pro posouzení ostatních prvků. K vypracování výkresové dokumentace byla konstrukce importovaná do programu TEKLA, ve kterém byly doplněny detaily a vytvořena výkresová dokumentace a hrubý výkaz materiálu.

Normativní dokumenty

- ČSN EN 1990 Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení –
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód: Zatížení konstrukcí - Část 3: Obecná zatížení - Zatížení
sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód: Zatížení konstrukcí - Část 4: Obecná zatížení - Zatížení
větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná
pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-4-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 4-1: Zásobníky
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná
pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí

Literatura

- Bujňák, J. a Vičan, J. 2012. Navrhovanie ocelových konštrukcií, Žilinská univerzita v Žiline.
- da Silva, L. S., Simoes, R., Gervásio, H. 2016. Design of Steel Structures. 2nd edition, ECCS - European Convention for Constructional Steelwork.
- Ferjenčík, P. a kol. 1986. Navrhovanie ocelových konštrukcií, 1. časť + 2. časť, ALFA Bratislava/ SNTL Praha.
- Kozák, J. 1990. Ocelové stožáry a věže, SNTL Praha.
- Král, J. 2010. Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: Příručka k ČSN EN 1991-1-4. Praha: Informační centrum ČKAIT.
- Krämer, V. 2011. Dřevěné konstrukce: příklady a řešení podle ČSN 73 1702. Praha: Informační centrum ČKAIT.
- Kuklík, P. 1997. Navrhování dřevěných konstrukcí. Praha: Technický svaz stavebních inženýrů.
- Kuklík, P. 2005. Dřevěné konstrukce. Praha: Informační centrum ČKAIT.
- Kuklík, P. a Kuklíková A. 2010. Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1. Praha: Informační centrum ČKAIT.
- Macháček, J. 2009. Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8. Praha: Informační centrum ČKAIT.
- Wald, F., Kuhlmann, U., Hofmann, J. a kol. 2014. Připoje ocelových konstrukcí na betonové. Praha: ČVUT. Dostupné: <https://docplayer.cz/12641820-Pripoje-ocelovych-konstrukci-na-betonove-stycniky-ocelovach-konstrucki-na-betonove-frantisek-wald-ulrike-kuhlmann-jan-hofmann-a-kol.html>.

SEZNAM TABULEK

Obr. 1. Vizualizace	3
Obr. 2. Mapa lokace.....	4
Obr. 3. Detailní mapa.....	4
Obr. 4. Pohled na plošinu	5
Obr. 5. Pohled V1	6
Obr. 6. Půdorys V1	6
Obr. 7. Výpis prvků V2	7
Obr. 8. Půdorys V2	7
Obr. 9. Pohled V2	7
Obr. 10. Výsledná varianta	8
Obr. 11. Pohled na sloup.....	11
Obr. 12. Žebro.....	12
Obr. 13. Radiální nosníky	12
Obr. 14. Obvodové nosníky	13
Obr. 15. Ztužidla.....	13
Obr. 16. Sloupy.....	14
Obr. 17. Jeřáb.....	15
Obr. 18. Postup výstavby.....	16
Obr. 19. Hrubý výkaz materiálu	19

TECHNICKÁ ZPRÁVA