

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2021

**TOMÁŠ
PINTÍŘ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

Ocelová rozhledna u Úlic

Steel lookout tower near Úlice

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Autor diplomové práce: Bc. Tomáš Pintíř

Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Pintíř	Jméno: Tomáš	Osobní číslo: 423809
Zadávatel katedra: K134		
Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství		
Studijní obor: (3607T009) Konstrukce a dopravní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Ocelová rozhledna u Úlic	
Název diplomové práce anglicky: Steel Lookout Tower near Úlice	
Pokyny pro vypracování: Konstrukční řešení, statický výpočet všech hlavních částí a spojů, technická zpráva s popisem montáže, dispoziční výkresy, výkresy hlavních detailů.	
Seznam doporučené literatury: Normy řady ČSN EN, skripta ČVUT.	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	
Datum zadání diplomové práce: 16.2.2021	Termín odevzdání diplomové práce: 17.5.2021 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

23.2.2021	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)



Název diplomové práce: Ocelová rozhledna u Úlic

Abstrakt:

Cílem diplomové práce je návrh zastřešené ocelové rozhledny poblíž obce Úlice a její statické posouzení. Obsahem práce je technická zpráva, statický výpočet a výkresová dokumentace.

Konstrukce má tvar rovnostranného pětiúhelníku. Sloupy jsou tvořeny ocelovými trubkami a vyhlídkové plošiny pomocí profilů tvaru I.

Výpočet vnitřních sil je proveden metodou konečných prvků na 3D modelu vytvořeném v studentské verzi programu Dlubal RFEM 5.

Výpočet je proveden dle současně platných norem ČSN EN.

Klíčová slova:

Rozhledna, ocelová konstrukce, spoj šroubový, metoda konečných prvků.



Thesis title: Steel lookout tower near Úlice

Abstract:

The aim of the thesis is the design of a roofed steel lookout tower near the village Úlice and its static assessment. The content of the thesis is a technical report, static calculation and drawing documentation.

The structure has the shape of an equilateral pentagon. The columns are made of steel tubes and viewing platforms using I-shaped profiles.

The calculation of internal forces is performed by the finite element method on a 3D model created in the student version of Dlubal RFEM 5.

The calculation is performed according to the currently valid ČSN EN standards.

Key words:

Lookout tower, steel structure, screw connection, finite element method.



PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Dr. Ing. Jakubu Dolejšovi, za čas strávený při konzultacích, odborné rady, trpělivost a vedení mého postupu při vytváření této práce.



PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Ocelová rozhledna u Úlic“ vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.


Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne

.....

podpis

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ FAKULTA STAVEBNÍ			
OBOR:	Stavební inženýrství		JMÉNO STUDENTA
KATEDRA:	K 134		Bc. Tomáš Pintíř
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš		
AKCE : Ocelová rozhledna u Úlic		DATUM 10.5.2021	
		Č. PŘÍLOHY 1	



Obsah:

1	Úvod	1
2	Základní údaje	1
2.1	Identifikační údaje	1
2.2	Použité normy	2
2.3	Software	2
3	Konstrukční a materiálové řešení	3
3.1	Popis konstrukce	3
3.2	Hlavní nosný systém	3
3.3	Zastřešení	4
3.4	Nosný systém plošiny	4
3.5	Podlahové rošty	4
3.6	Zábradlí	4
3.7	Schodiště	4
3.8	Spoje	5
3.9	Založení	5
4	Model	6
5	Doprava a montáž	7
5.1	Montáž	7
5.2	Doprava	8
6	Ošetření konstrukce	8
	Seznam Obrázků	9



1 Úvod

Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení konstrukce rozhledny umístěné nedaleko přehrady Hracholusky. Součástí práce je technická zpráva popisující okolnosti stavby, samotný statický výpočet a výkresová dokumentace stavby.

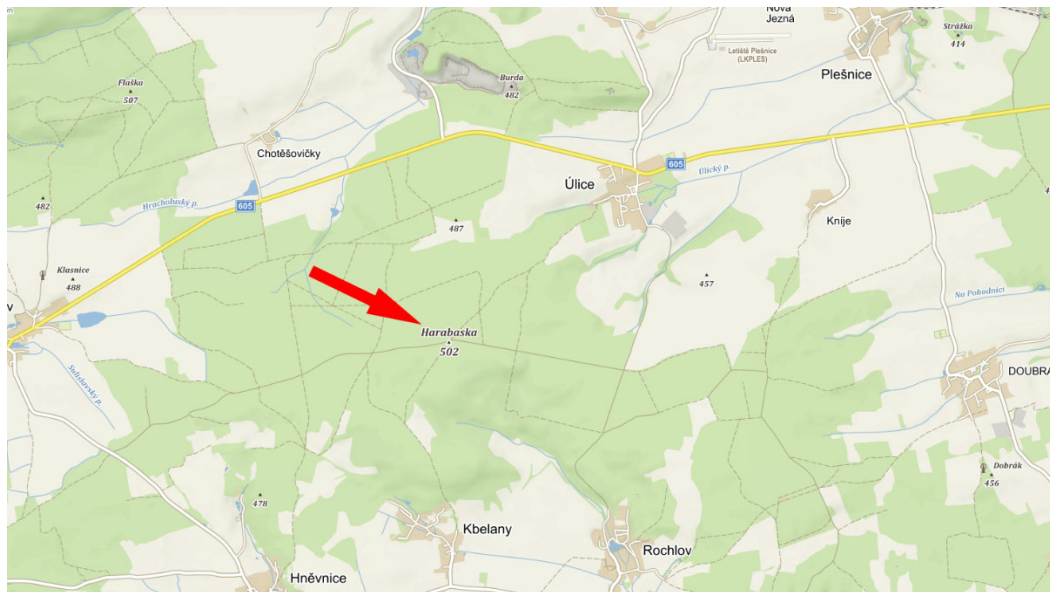
Konstrukce je převážně ocelová s výjimkou zastřešení a založení stavby, které ovšem v práci není posouzeno a je tedy navrženo jen orientačně. Většina konstrukčních prvků je spojována pomocí klasických nepředpjatých šroubů a styčnickových plechů. Některé spoje jsou řešeny jako svařované.

Výpočetní model byl vytvořen v studentské verzi programu Dlubal RFEM 5.25 a to jako trojrozměrný model. Vnitřní síly byly spočteny nelineárně, a to pomocí modifikované Newton-Rapsonovy metody.

2 Základní údaje

2.1 Identifikační údaje

Kraj:	Plzeňský kraj
Obec:	Úlice
GPS souřadnice:	49.7485547N, 13.1256378E
Výškové umístění stavby:	502 m.n.m.



Obrázek 1 - Umístění stavby

2.2 Použité normy

Pro posouzení a návrh byly použity platné normy:

- ČSN EN 1990 – Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1993 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

2.3 Software

- Dlubal RFEM 5.25
- AutoCad 2019
- SMath Studio Desktop
- Microsoft Office 365



3 Konstrukční a materiálové řešení

3.1 Popis konstrukce

Hlavní vyhlídková plošina rozhledny je zastřešená a nachází se ve výšce +27,570 metrů. Konstrukce má dále další tři plošiny sloužící jednak jako vyhlídkové plošiny, jednak jako odpočívadla. Maximální výška rozhledny pak činí 28,865 metrů.

Půdorys je ve tvaru pravidelného pětiúhelníku. Ve vrcholech pětiúhelníku jsou umístěny hlavní nosné sloupy a v těžišti obrazce je jeden sloup, který slouží převážně k vynesení sil od vřetenového schodiště. Každá z plošin má stejné uspořádání, jen je od plošiny předchozí pootočena o 144°.

Konstrukce není opláštěná, pouze jsou mezi hlavními sloupy ztužidla z ocelových trubek, zajišťující tuhost konstrukce.

Plošiny a schodišťové stupně jsou řešeny pomocí ocelových roštů. Díky tomu není potřeba řešit odtok vody z plošin a zároveň nedochází k usazování sněhu na plošinách.

3.2 Hlavní nosný systém

Hlavní nosný systém konstrukce je vyhotoven z oceli S355. Kromě zakřiveného trámu podesty a schodišťové konzoli, které jsou z důvodu atypických proporcí svařované, jsou všechny prvky z běžně vyráběných profilů ať už válcovaných profilů a nebo trubek.



3.3 Zastřešení

Nesoucí prvky rozhledny jsou tvořeny z nosníků o profilu IPE 160. Krokve přístřešku jsou vedeny od středového sloupu na sloup vnější a je jich tedy pět. Příčníky propojují krokve na čtyřech úrovních a tvoří tak čtyři pětiúhelníkové prstence. Krokve a příčníky jsou k sobě svařeny. Plášť střechy je z vnitřní strany tvořen OSB deskou o tloušťce 15 milimetrů, hydroizolační fólií a na vrchu je trapézový plech TR 50/260.

3.4 Nosný systém plošiny

Plošina je tvořena pomocí ocelových nosníků profilu I. Většina nosníků je přímých, pouze nosník lemující schodiště je zakřivený s poloměrem 1745 milimetrů. Tento zakřivený nosník je podepřen vzpěrami.

3.5 Podlahové rošty

Pro plošiny rozhledny je zvolen svařovaný rošt s rozměrem nosného pásu 50x3 milimetry. Pro schodiště je zvolen svařovaný rošt s rozměrem nosného pásu 20x3 milimetry.

3.6 Zábradlí

Zábradlí je tvořeno ocelovými trubkami připojenými ke sloupům a ztužidlům pomocí svaru. Výška zábradlí je 1200 milimetrů. Výplň zábradlí je svislá a osová vzdálenost příčlí činí 100 milimetrů. Zábradlí se nachází na vnější straně schodiště. Dále je zábradlím osazen vnější okraj vyhlídkové plošiny a také okraj schodišťového otvoru.

3.7 Schodiště

Schodiště rozhledny je levotočivé vřetenové, nesené vnitřním sloupem rozhledny. Poloměr schodišťového otvoru činí 1600 milimetrů a délka jednoho schodu je 1490 milimetrů. Šířka schodiště splňuje požadavek na dva únikové pruhy o šířce 550 milimetrů, za předpokladu, že je šířka počítána od minimální šířky schodu 150 milimetrů.



3.8 Spoje

Nejhojněji použitý spojovací materiál jsou šrouby jakosti 8.8. Většina spojů je řešena právě pomocí šroubů a styčnickového plechu, který může být navařen v mostárně. Výjimkou je přístřešek, kde jsou k sobě válcované nosníky přivařeny, a to převážně z estetických důvodů. Dále jsou pomocí svarů řešeny montážní spoje sloupů.

3.9 Založení

V rámci práce není řešeno posouzení základu stavby. Z toho důvodu je založení navrženo pouze orientačně.

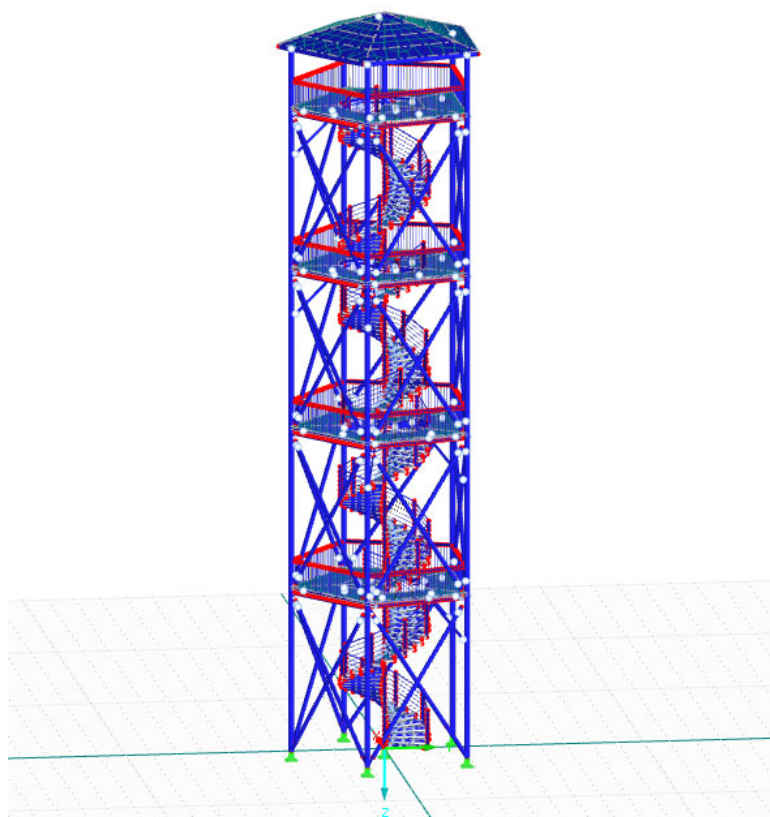
Vzhledem k tahovým silám je založení řešeno pomocí pilot. Stavba je založena na šesti vrtaných pilotách o průměru 800 milimetrů a délce 10 metrů. Pod každým sloupem konstrukce se nachází jedna pilota. Tyto piloty jsou spojeny podkladní betonovou deskou o tloušťce 300 milimetrů.

4 Model

Model je proveden ve studentské verzi programu Dlubal RFEM 5.25. Je zhotoven jako trojrozměrný model s prvky odpovídajícími výslednému návrhu. Jedinou výjimkou je založení, které není modelováno a je uvažováno jako kloubové a výplň zábradlí schodiště, která je pro zjednodušení modelována jako výplň vodorovná.

Výpočet je proveden pomocí druhého řádu, modifikovanou Newton-Rapsonovou metodou.

Zatížení je navrženo podle ČSN EN 1991 – Eurokód 1. Zatížení větrem je aplikováno na každou část konstrukce zvlášť včetně zatížení zábradlí a přístřešku. Vlastní tíha konstrukce je pak generována za pomoci výpočetního programu.



Obrázek 2 - Render výpočetního modelu konstrukce



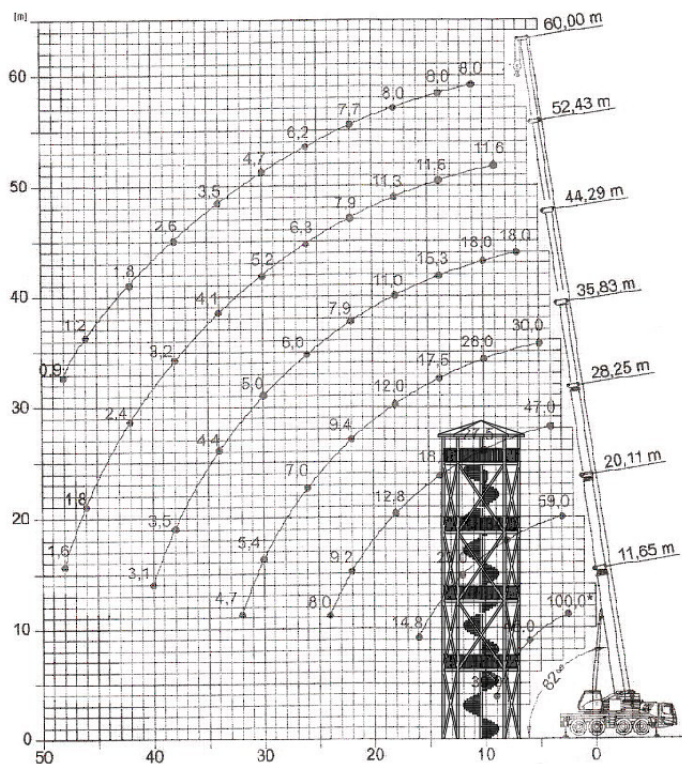
5 Doprava a montáž

5.1 Montáž

Samotná montáž bude probíhat pomocí autojeřábu z bloků konstrukce sestavených prutových prvků na předmontážní plošině. Většina spojů je řešena pomocí styčnickového plechu a šroubů. Tyto plechy budou připravené a navařené již z výroby, a tak většina spojů na místě bude pouze šroubovaná. Výjimkou jsou sloupy jejichž konstrukční detail je svařovaný a bude potřeba jej udělat přímo na konstrukci mimo předmontážní plošinu, a také ocelová konstrukce zastřešení která bude také svařena.

Montážní bloky jsou sestaveny z jedné podesty a části sloupů tento celý blok bude pomocí autojeřábu vyzvednut a upevněn na konstrukci pomocí svařovaných montážních spojů. Po uložení montážního bloku budou osazena ocelová ztužidla. Po osazení ztužidel bude následovat montáž a usazení bloku dalšího. Poslední blok, který bude osazen je ocelová konstrukce zastřešení. Po montáži zastřešení budou zhotovena zábradlí. Schéma montáže bude podrobněji popsáno ve výkresové dokumentaci pomocí Výkresu montáže.

Maximální hmotnost jednoho bloku je 4,6 tony a není tedy problém jej vyzvednout za pomoci autojeřábu.



Obrázek 3 – Zátěžový diagram autojeřábu Grove GMK 4100L s vyznačením proveditelnosti montáže konstrukce



5.2 Doprava

Jednotlivé prvky konstrukce budou na místo stavby dovezeny pomocí nákladního auta. Nejdelší prvek pro přepravu je část vnitřního sloupu, která je dlouhá 8.3 metrů. Šířka prvků pro převoz potom není rozhodující vzhledem k prutovému charakteru prvků.

Příjezdovou cestu ke staveništi je potřeba připravit tak aby bylo možné dopravení materiálu a také příjezd autojeřábu. Po celé délce od sjezdu z dopravní komunikace až ke staveništi (zhruba 3 kilometry) je potřeba příjezdovou cestu zkontrolovat a případně vyspravit tak aby odpovídala požadavkům. Dále je potřeba připravit prostor naproti staveništi tak aby ho bylo možné využít pro vytočení vozidel při zajištění do prostoru stavby.

6 Ošetření konstrukce

Všechny prvky konstrukce jsou opatřeny protikorozní ochranou včetně spojovacích materiálů. Vzhledem ke špatné přístupnosti některých prvků konstrukce je ošetření provedeno před montáží, a to pomocí žárového zinkování každého prvku. Povlak je uvažován podle třídy povozu 3 a jeho minimální požadovaná tloušťka je 25 nanometrů.



Seznam Obrázků

Obrázek 1 - Umístění stavby

Obrázek 2 - Render výpočetního modelu konstrukce

Obrázek 3 - Zátěžový diagram autojeřábu Grove GMK 4100L s vyznačením proveditelnosti montáže konstrukce