

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Systemy dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních
Čech

Bakalářská práce

Autor: Pavel Henzl

Vedoucí práce: Ing. Martin Sviták, Ph.D.

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Henzl

Dřevařství
Zpracování dřeva

Název práce

Systemy dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních Čech.

Název anglicky

Systems of wooden watchtowers in Central and South Bohemia.

Cíle práce

Cílem této práce je analýza systémů dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních Čech. První část práce bude zaměřena na rešerši historických a novodobých dřevěných rozhleden. Druhá část práce bude zaměřena na základní diagnostiku vybrané konstrukce. Konstrukce bude podrobně popsána. V rámci diagnostiky budou sledovány parametry související s životností této stavby. Nalezená poškození budou definována. Bude navržen návrh pro sanaci a zlepšení ochrany vůči biotickým a abiotickým činitelům.

Metodika

6. – 9. 2023 – Rešerše literatury historických a novodobých rozhleden.

8. – 10. 2023 – Výběr vhodné konstrukce a provedení diagnostiky.

9. – 12. 2023 – Vyhodnocení provedené diagnostiky a dokončení BP.

4. 2024 – Vytisknutí a odevzdání BP.

V rámci práce budou využity tuzemské i zahraniční literární zdroje. Pro diagnostiku bude použito standardních metod pro sledování vlhkosti a mechanických vlastností. Pro výkresovou dokumentaci se doporučuje využití CAD softwarů.

Doporučený rozsah práce

50-60 stran

Klíčová slova

rozhledna, dřevěná konstrukce, diagnostika, životnost, údržba

Doporučené zdroje informací

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná pravidla zatížení – Zatížení větrem.

ČSN EN 1995-1-1: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

FOJTÍK, R., LOKAJ, A., GABRIEL, J.: Dřevěné mosty a lávky, ČKAIT, 2017, ISBN: 978-80-88265-04-7.

MIŠKOVSKÝ, Pavel. 2008. naše rozhledny. Praha : Dokořán, s.r.o., 2008. str. 326. 978-80-7363-189-5.

Odborné časopisy – Konstrukce, Stavitel, WoodResearch

RITTER M. A. 2005: Timber bridges: Design, Construction, Inspection and Maintenance – Part 1, Honolulu Hawaii: University Press of the Pacific, p 478, ISBN: 1-4102-2191-1.

RITTER M. A. 2005: Timber bridges: Design, Construction, Inspection and Maintenance – Part 2, Honolulu Hawaii: University Press of the Pacific, , p 453, ISBN: 1-4102-2191-X.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Martin Sviták, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 8. 8. 2023

Ing. Radek Rinn, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 8. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 26. 09. 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Systémy dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních Čech vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Kralupech nad Vltavou dne:

27.3.2024

Podpis autora:

Pavel Hensl

Poděkování

Rád bych poděkování panu Ing. Martinu Svitákovi, Ph.D. za jeho vedení během tvorby této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům za jejich podporu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem ostatním, kteří mi poskytli pomoc, podporu a povzbuzení během mého studia a tvorby této práce.

Abstrakt:

Zaměřením této práce je základní popis a kategorizace jednotlivých systémů rozhleden nacházejících se ve Středních a Jižních Čechách a následné provedení diagnostiky stavu nosné konstrukce vybrané rozhledny.

V první části práce je popsán historický a současný vývoj rozhleden. Následně jsou představeny základní kategorie a jejich kritéria, podle kterých se dají jednotlivé skupiny rozhleden rozdělit. U každé kategorie je vždy představena konkrétní rozhledna z oblasti Středních a Jižních Čech.

Druhá část práce je zaměřena na provedení základní in-situ diagnostiky na konstrukci dřevěné rozhledny Veselov u Družce. Podle naměřených dat a nalezených poškození degradačními činiteli, je popsán jejich rozsah a závažnost na jednotlivých prvcích konstrukce. Podle výsledků diagnostiky jsou navrženy sanační opatření pro ošetření chemickými látkami a zpevňování poškozených prvků.

Tato práce tak může sloužit jako úvod do historie a současnosti druhů konstrukcí a možností rozdělení rozhleden v České republice. Zároveň představuje i několik druhů poškození, která se na konstrukcích rozhleden mohou nacházet, spolu s metodami sloužícími k jejich zjištění a řešení.

Klíčová slova: rozhledna, dřevěná konstrukce, diagnostika, životnost, údržba

Abstract:

The focus of this work is the description and categorization of individual observation tower systems located in Central and South Bohemia region and diagnosis of the state of the supporting structure of the selected observation tower.

The first part of the work describes the historical and current development of observation towers. Subsequently, the basic categories and their criteria are presented, according to which the individual groups can be divided. For each category, a specific observation tower from the regions is presented.

The second part of the work is focused on performing in-situ diagnostics on the construction of the wooden observation tower Veselov u Družce. Based on the measured data and found damage caused by degradation agents, their extent and severity on individual elements of the structure is described. According to the results of the diagnostics, remedial measures are proposed for treatment with chemical substances and strengthening of damaged elements.

This work can thus serve as an introduction to the history and the present, the types of constructions and the possibilities of dividing observation towers in the Czech Republic. At the same time, it also presents several types of damage that can be found on the structures of lookouts, together with the methods used to detect and solve them.

Keywords: observation tower, wooden structure, diagnostics, service life, maintenance

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíl práce	10
3. Metodika	11
4. Rozhledny	12
4.1 Charakteristika rozhleden	12
4.2 Historický vývoj rozhleden	14
4.2.1 Počátky rozhleden	14
4.2.2 Doba rozmachu rozhleden	15
4.2.3 Období stagnace	16
4.2.4 Obnovení zájmu	16
4.3 Současný vývoj rozhleden	17
4.4 Popis rozhleden ve Středních a Jižních Čechách	19
4.4.1 Střední Čechy	19
4.4.2 Jižní Čechy	20
4.4.3 Klasifikace podle typu konstrukčního řešení	21
4.4.4 Klasifikace podle půdorysného tvaru	33
4.4.5 Klasifikace podle lokality	38
4.4.6 Klasifikace podle tvaru	41
5. Diagnostika dřevěných konstrukcí	45
5.1 Diagnostické metody	45
5.1.1 Smyslové měření	46
5.1.2 Měření vlhkosti	46
5.1.3 Měření pomocí akustických vln	46
5.1.4 Měření pomocí odporového zarážení trnu	47
5.1.5 Měření pomocí odporového vrtání	47
5.1.6 Odběry vzorků pro laboratorní měření	47
5.2 Metodika diagnostiky dřevěných konstrukcí	48
6. Diagnostika rozhledny Veselov	49
6.1 Popis rozhledny	49
6.2 Popis konstrukce rozhledny	50
6.3 Diagnostika	50
6.3.1 Vizuální prohlídka	50
6.3.2 Měření vlhkosti	57
6.3.3 Měření pomocí ultrazvukových vln	58

6.4	Celkový stav konstrukce rozhledny	63
6.4.1	Severní strana	64
6.4.2	Východní strana	65
6.4.3	Jižní strana	66
6.4.4	Západní strana	67
7.	Sanační opatření	68
7.1	Sanace prvků napadených plísní	68
7.2	Sanace prvků napadených dřevokaznými houbami	68
7.2.1	Statický výpočet pro jihozápadní nosný trám	69
7.3	Sanace prvků se zvýšenou vlhkostí	72
7.4	Sanace prvků poškozených trhlinami	72
8.	Diskuse	73
9.	Závěr	75
	Seznam literatury	
	Seznam obrázků	
	Seznam tabulek	
	Seznam grafů	

1. Úvod

Na území dnešní České republiky existovala už v minulosti překvapivě rozsáhlá popularita rozhlednových staveb. Po útlumu zájmu o tyto stavby začala jejich popularita opět stoupat po roce 2000, jak udává Nouza (1999). Od roku 2010 jejich výstavba začala strmě stoupat. Problematice rozhleden se mnoho publikací nevěnuje. Vznikají práce zaměřené na navrhování těchto staveb, které jsou v České republice překvapivě rozšířené. Dosud poslední publikace, která by celkově shrnovala nebo popisovala současný stav rozhlednových staveb v České republice byla kniha Naše rozhledny od Pavla Miškovského, vydaná v roce 2004.

Tématem první části práce je charakterizování rozhleden samotných a popis jejich vývoje. A dále představení různých způsobů dělení rozhleden podle využívaných konstrukčních systémů, půdorysů, lokalit a tvarů. Ke každé skupině je následně představena konkrétní rozhledna nacházející se ve Středních nebo Jižních Čechách.

Nejvýznamnějším materiálem pro stavbu rozhleden je v dnešní době dřevo, jak uvádí Chroust (2007). Výhodou využití dřeva v konstrukcích rozhleden je jeho dobrá dostupnost, pevnostní vlastnosti, opracovatelnost, vzhled, a i jeho ekologičnost, jelikož se jedná o přírodní obnovitelný materiál. Dřevo se díky svým vlastnostem může ve stavebnictví využít jako materiál v mnoha konstrukčních systémech. Díky tomu mohou vznikat různorodé a oproti minulosti rozsáhlé stavby.

Dřevo jako materiál má ale i své nevýhody které se musí brát v potaz při navrhování a následné údržbě konstrukce. Jako přírodní materiál mohou být jeho vlastnosti ovlivňovány různými biotickými a abiotickými vlivy. Faktory jako změny vlhkosti, teploty, UV záření, působení hmyzu a dřevokazných hub mohou ovlivňovat a poškozovat strukturu. Tím jsou následně ovlivňovány jeho vlastnosti. Pokud následně vznikající poškození není odhaleno a ošetřeno, může dojít k nenávratnému poškození celé konstrukce.

Nejúčinnějším způsobem, jak dosáhnout co nejdelší životnosti dřevěné konstrukce je provádění pravidelných stavebně technických průzkumů a následných sanačních opatření. Diagnostika stavu rozhleden je důležitá vzhledem k tomu, že se jedná o stavby, které jsou často navštěvované vyššími počty lidí, ale jejich kontroly mohou být provozovateli podceněné. Dřevo využívané pro dřevěné konstrukce je při zajištění vhodných podmínek dobrým stavebním materiálem, v nevhodném prostředí ale může docházet k rapidní degradaci jeho mechanických a fyzikálních vlastností, jak uvádí Kloiber a Drdácký (2015).

Tyto průzkumy nemusí sloužit pouze k posouzení, zda je konstrukci možné dále využívat. Ale mohou sloužit i jako podklady pro návrh sanačního opatření poškozených prvků, vylepšení využívaných konstrukčních systémů a způsobů konstrukční a chemické ochrany dřeva. V druhé části této práce je provedena diagnostika stavu konstrukce vybrané rozhledny. Výsledky této diagnostiky jsou využity k návrhu sanačních opatření.

2. Cíl práce

Cílem této práce je analýza systémů dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních Čech a provedení základní diagnostiky dřevěné nosné konstrukce vybrané rozhledny.

V teoretické první části práce bude popsán historický a současný vývoj rozhleden v České republice. Následně budou popsány jednotlivé skupiny a jejich kritéria podle kterých je možné rozhledny kategorizovat. U každé kategorie bude uveden příklad konkrétní rozhledny z oblasti Středních nebo Jižních Čech.

Druhá, praktická část práce bude zaměřena na provedení základní in-situ diagnostiky na vybrané konstrukci dřevěné rozhledny, při které budou sledovány parametry související s životností této stavby. Budou představeny využití diagnostické metody. Konstrukce kontrolované rozhledny bude popsána a lokalizovaná poškození budou definována. Nakonec budou navrženy možnosti sanace a zlepšení ochrany vůči dalšímu vzniku a působení degradačních činitelů, které by mohly ovlivnit stabilitu nebo bezpečnost rozhledny.

3. Metodika

Informace k teoretické části práce o charakteristice, historickém a současném vývoji rozhleden, typech využívaných nosných konstrukcí a konstrukčních prvků byly čerpány z odborné literatury.

Informace o konkrétních rozhlednách, které se týkají například využitého materiálu, použitého systému nosné konstrukce, případně provedených kontrol stavu a oprav poškození, které na stavbě již byly provedeny a dále byly získávány konzultacemi s jejich majiteli, zřizovateli a architektonickými studii, které je navrhovaly.

V praktické části budou představeny využívané diagnostické metody a postupy kontroly dřevěné konstrukce. Pro posouzení stavu kontrolované rozhledny budou využita data získaná při vizuálním průzkumu a výsledky z přístrojového měření pomocí hrotového vlhkoměru a ultrazvuku.

Podle zjištěných defektů budou navržena opatření pro sanaci a zlepšení ochrany vůči dalšímu vznikaní a působení degradačních činitelů, které by mohly ovlivnit stabilitu nebo bezpečnost rozhledny.

4. Rozhledny

V 90 letech minulého století začala znovu po téměř 40 letech popularizace rozhleden prostřednictvím nově vydávaných průvodců, ale i dokumentárního seriálu *Rozhlédni se, člověče*, jak uvádí Chroust (2012). Začala snaha nově založených turistických sdružení, obcí, ale i jednotlivců o opravy a znovu zpřístupnění dlouho zanedbávaných rozhleden. Ale i úsilí o budování úplně nových rozhleden, jejichž počet po roce 2000 začal strmě narůstat. Každým rokem byly otevírány nové rozhledny a tento trend pokračuje dodnes.

Chroust (2012) popisuje nebývalý a neutuchající zájem veřejnosti o tyto stavby, trvající už přes 222 let, který vytvořil na území České republiky nebývalý fenomén. Ten je viditelný v regionu celé střední Evropy. Česká republika by se tak dala spolu s Německem označit za rozhlednovou velmoc. Tuto skutečnost dokazuje například Miškovský (2004), který uvádí, že na území dnešní České republiky stálo nebo dodnes stále stojí, kolem 450 staveb, které se mohou označit jako vyhlídková věž, z toho se za rozhledny může považovat kolem 350 objektů.

Na stavbu rozhleden je možné využít různé druhy materiálů. Rozhledny byly a jsou stále stavěny kamenné, zděné, ocelové a dřevěné. V minulosti hodně využívané dřevo od roku 2000 zastává při stavbě rozhleden stále významnější podíl. V následujících kapitolách jsou rozhledny charakterizovány, je popsán jejich historický vývoj a jednotlivé skupiny s konkrétními příklady dřevěných rozhleden na území Středních a Jižních Čech.

4.1 Charakteristika rozhleden

Pojem rozhledna nemá dosud žádnou ucelenou definici. Různé turistické průvodce, mapy i cestovatelské blogy s tímto termínem pracují velmi liberálně, podle úsudku autora. Jako nejjednodušší definice by se mohlo říct, že rozhledna je objekt umožňující vyvýšený rozhled na okolí.

V některých publikacích jsou za rozhledny uváděny objekty jako altány, gloriety, zpřístupněné radniční a kostelní věže a přírodní vyhlídky. V jiných se zase uvádějí pouze stavby vyvýšené nad okolní terén. Nehledě na to, jestli byly stavěny pouze za tímto účelem, nebo mají i jiné praktické využití a byly opatřeny veřejnosti přístupnou plošinou, jako například uvádí Novák (2019).

Asi nejnámější a nejvíce akceptovanou definici rozhleden představil Nouza (1999) ve své knize, ve které navrhl pět kritérií, které by objekt měl splňovat pro jeho zahrnutí do skupiny rozhleden. Kritéria, která musí stavba splňovat, aby se stavba mohla řadit mezi rozhledny jsou:

1. musí být vytvořená lidskou činností,
2. je určená či dodatečně upravená k účelům rozhlížení,
3. s vyhlídkovým prostorem umístěným alespoň několik metrů nad zemí,
4. je přístupná široké veřejnosti (buť jen v určitém časovém nebo historickém období),
5. a je všeobecným povědomím jako rozhledna uznávána.

Definicí těchto pěti kritérií je nám poskytnuta první možnost vymezení množiny staveb, které se dají kategorizovat jako rozhledny. Rozsah je to ale stále velký a mohou nastat sporné příklady, kdy je zařazení objektu mezi rozhledny nejisté. Jednotlivá kritéria jsou proto pro účely této práce níže podrobněji rozepsána.

První kritérium vylučuje objekty, které nebyly rukou člověka vybudovány nebo významně přetvořeny. Jsou to vyhlídková místa v přírodě, jako například různé vrcholy kopců nebo skalní útvary, které byly případně i doplněny o schodiště a zábradlí.

Druhým kritériem můžeme vymežit stavby, které byly navrženy a vystavěny výhradně pro účely rozhlížení a turistiky. Nebo ty, u kterých došlo k významné úpravě objektu, kterým tak byla znemožněna nebo významně omezena jejich původní funkce. Podle těchto podmínek by se proto za rozhledny neměly označovat různé telekomunikační, vodárenské, kostelní, geodetické, hradní a radniční věže. Tyto objekty nebyly vystavěny primárně za účelem rozhlížení a turistiky, ale mají jiný praktický účel a obsahují funkční prostory a celky, které mohou sloužit jako vysílače, zvonice, k akumulaci vody, hlídkování a dalším.

Podle třetího kritéria by vyhlídková plošina rozhledny měla být umístěna několik metrů nad zemí. Touto podmínkou dochází k vyčlenění rozhleden od objektů jako altány, pergoly, pavilony a gloriety. Není však stanovena konkrétní míra. Rozhledna by měla poskytovat rozhled z vyvýšeného místa. Měla by tedy umožňovat rozhled z větší výšky, než které je schopen dosáhnout člověk. Budeme-li uvažovat, že průměrná výška člověka je 180 cm, můžeme dojít k závěru, že minimální výška vyhlídkové plošiny rozhledny by měla být umístěna alespoň 2 metry nad zemí.

Smyslem rozhleden je poskytovat rozhled jejich návštěvníkům z široké veřejnosti. Což zohledňuje čtvrté kritérium. Za rozhledny by tedy měly být považovány objekty, které v průběhu jejich existence tuto službu poskytují nebo před jejich zánikem poskytovaly.

Poslední páté kritérium Nouza (1999) ve své knize vysvětluje tak, že za rozhlednu můžeme považovat rozhlednu až tehdy, kdy je tak i označována odbornou turistickou veřejností. To znamená, že je tak uváděna v turistických průvodcích a mapách.

Uvedená kritéria jsou a mohou být poněkud svobodnější a autoři odborné literatury se jimi ve svých publikacích také stoprocentně neřídí. Tato práce a rozhledny v ní popisované se tedy budou dále pohybovat v okruhu výše popsaných a rozvedených definic.

4.2 Historický vývoj rozhleden

Výstavba a rozmach rozhlednových staveb na území České republiky, jak uvádí Nouza (1999) za posledních 222 let neprobíhal lineárně. S nedobrovolnými přestávkami způsobenými oběma světovými válkami a stagnací během hospodářské krize a nástupem komunistického režimu. Po roce 1990 nastalo nečekané oživení zájmu o rozhledny, které odstartovalo renesanci těchto staveb, která pokračuje dodnes.

Podobné popularity se rozhledny těší také hlavně v Německu, ale i v Rakousku, na Slovensku a částečně i v Maďarsku, vytvářejí tak podivuhodný fenomén v regionu střední Evropy.

4.2.1 Počátky rozhleden

Jako první k rozhlížení využívali pravěcí lidé různé skalní vrcholy a vrcholy kopců k orientaci v krajině, vyhledávání lovné zvěře a hlídkování před nebezpečím. Lidé ve starověku začali stavět a využívat první vyvýšené stavby a věže k praktickým účelům. Například byly stavěny obranné věže na vrcholcích valů u keltských oppid. V podobném stylu po konzultacích s historiky byla vybudována v roce 2009 rozhledna Stradonka u Peruce (Dvořáková, 2013). Dále se např. budovaly dřevěné strážní a signalizační věže, nazývané limes, stavěné Římskou říší podél hranic tehdejší říše.

V dobách středověku se věže stávaly významnou součástí opevnění hradů, bašt a obranných zdí měst. Mikoláš (2012) zmiňuje že součástí těchto opevnění mohli být i masivní kamenné věže zvané bergfrity, sloužící k obraně a skladování zásob nebo donjony, které umožňovaly i trvalé obývání. Stavěly se i samostatné kamenné nebo tzv. dřevěné hlásky na panstvích feudálních pánů, sloužící jako hlídkovací, strážní a signalizační věže, které mohly být samostatně stojící nebo součástí většího opevnění k dohledu nad důležitými komunikacemi a přilehlým okolím.

Postupným vývojem a příchodem období osvícenství, klasicismu a romantismu začaly šlechtické rody budovat na svých panstvích komfortnější, honosnější a reprezentativnější zámky. Jak uvádí Miškovský (2004) často k nim patřily i rozsáhlé pozemky, na kterých si nechávaly stavět prvky zahradní architektury, umělé zříceniny a nejspíše se takto začaly budovat i první věže určené primárně k rozhlížení. Podle výše rozepsané definice tedy šlo o první rozhledny. Tyto stavby však stále nebyly pro širokou veřejnost, ale pouze pro pány těchto pozemků.

Jako příklad uvádí Nouza (2003) jednu z nejstarších známých rozhleden zvanou Belvedere na vrcholku kopce Klausberges v severní části parku Sanssouci u Postupimi. Tu nechal vybudovat pruský král Fridrich II. Veliký mezi roky 1769 až 1772. Belvedere byl vybudován, jako součást rozsáhlého parku u přilehlého města Postupim. Na úlohu budovy odkazuje i přímo její název složený z italských slov bel – krásný a vedere – vidět, dal by se přeložit jako krásný výhled. Osoba krále byla současně do určité míry i módní ikonou, kterou se okolní šlechta ráda inspirovala a byla navíc stále více umocňována postupujícím romantismem. Na dalších panstvích tak poté začaly růst podobné stavby. Tato móda se začala přelévat i přes hranice, a to významně do tehdejšího Rakouského mocnářství.

4.2.2 Počátky rozhleden na území dnešní České republiky

Za nejstarší a zároveň nejdéle stojící rozhlednu na území dnešní České republiky se dá považovat kamenná rozhledna v zámeckém parku u Uherčic na Znojemsku. Vystavěná byla v letech 1801 až 1802. Rozhledna zázračně přežila až do dnešních dnů, kdy byla v roce 2022 po dlouhodobém zanedbávání zrekonstruována a znovu zpřístupněna, jak zmiňuje Truhlář, 2022. O dva roky později byl dokončen Minaret v Lednicko-valtickém areálu tehdejšího Lichtenštejnského panství. U Minaretu ovšem není zcela jasné, jestli se mělo jednat o věž určenou k rozhlížení nebo měla sloužit i k jinému účelu, jak uvádí Beránková (2020).

Se společenskými změnami a stále působícím vlivem romantismu, který často zobrazoval hrdiny trávící čas v přírodě, anebo ztracené na cestách a krajinářské scenérie lesů, hor, zřícených hradů a mýtických míst často s pochmurnou atmosférou. Narůstal tak zájem o objevování těchto lokací. To znamenalo, že se hlavně měšťanské obyvatelstvo začínalo více zajímat o okolní přírodu a tyto motivy začali sami vyhledávat. Tento vliv romantismu byl na našem území dále také umocňován osobnostmi Českého národního obrození. Cestování přestávalo být doménou vyšších vrstev a začalo se stávat zábavou i méně zámožných obyvatel, kteří se následně začínali sdružovat a zakládat různá turistická sdružení. Sledování takovýchto scenérií umožňovaly výhledy z kopců a hor. Ty se samozřejmě ale nenachází všude a výstupy na ně nemusí být nejkomfortnější. Všechny tyto vlivy začaly vytvářet poptávku po budování staveb, které by sloužily pouze k rozhlížení.

Prvními stavbami, které mohly turisté využívat, byly tzv. měřické věže, které se využívaly za účelem vyměřování pozemků. Jak uvádí Pohorecký (2017) jejich výstavba probíhala od roku 1821 v Rakouském císařství až do roku 1958 v Československu. Po skončení měření byly věže opouštěny, a často volně přístupny veřejnosti. Pro mnohé turisty tak tyto věže mohly sloužit jako první rozhledny a později mohly sloužit jako první předlohy pro budoucí rozhledny.

4.2.3 Doba rozmachu rozhleden

Vznikajícího zájmu o rozhledny začala využívat lázeňská a nato i ostatní města, která se tak snažila přilákat více návštěvníků. Dle Miškovského (2004) tak vznikla první známá dřevěná rozhledna Klínovec I., na hoře Klínovec, vystavěná v roce 1817. Nechalo ji vybudovat město Jáchymov a byla navštěvována lázeňskými hosty z Karlových Varů a Jáchymova. Ostatní města ve výstavbě rozhleden následovala.

S rostoucí popularitou turismu ve společnosti začala v druhé polovině 19. století vznikat hlavně v horských a příhraničních oblastech různá turistická sdružení. Mezi nimi bylo například sdružení Pohorská jednota Radhošť, Svaz dělnických turistů v Praze, Naturfreunde Touristenverein, Hauptverband deutscher Gebirge und Wandervereine, Klub českých turistů, později Klub československých turistů, Klub rakouských turistů a další (Historie KČT, 2010).

Spolky byly zakládány s cílem rozšíření zájmu a podpory turistiky, ale i odborné a vzdělávací činnosti. Jejich boom a velký počet, často i několik v jedné oblasti, však mezi nimi mohl vytvářet rivalitu. Rivalita příslušníků České, Německé a Rakouské národnosti, která se v té době stupňovala, se podepsala také do této oblasti. Toto soupeření, jak zmiňuje Nouza (1999) vyústilo v rozmach výstavby rozhleden na turistických trasách. Jednotlivým spolkům tak rozhledna začala poskytovat i určitou prestiž. Protože dokazovala, že byly schopny získat potřebné finance, pozemky a projektanty. Rozhledny byly převážně dřevěné konstrukce jako např. rozhledna Hýlačka u Tábora, protože byly nejdostupnější variantou. Movitější spolky si mohly dovolit i propracovanější a masivnější rozhledny kamenné a ocelové.

Události první světové války a následné politické změny rozmach rozhleden ve střední Evropě pozastavily. Klub českých turistů byl rozšířen na Klub československých turistů, který navázal na předchozí činnosti klubu.

4.2.4 Období stagnace

Obnovené období rozmachu zastavila až Velká hospodářská krize a následný začátek druhé světové války. Na dlouhou dobu se stala poslední nově otevřenou rozhlednou dřevěná rozhledna Blaník II. vystavěná spolkem KČT na Velkém Blaníku v roce 1941 (Miškovský, 2004).

Po konci války a nástupu komunistického režimu byla činnost nezávislých turistických spolků potlačována a jejich majetky byly vyvlastněny, jak zmiňuje Plesník (2023). Stát neměl zájem o výstavbu ani snahu o údržbu nově nabytých rozhleden. Všechny dřevěné rozhledny kromě Blaníku II. tedy zanikly. V letech 1948 až 1989 bylo vystavěno, hlavně díky úsilí dobrovolníků, pouze sedm rozhleden: Babí lom u Lelekovic, Žaltman v Jestřebických horách, Varhošť u Litoměřic, Svatý kopeček v Olomouci, Jezerní slat' u Kvildy, Třemšín v Brdech a Kohout u Českého Krumlova.

4.2.5 Obnovení zájmu

Po změně politické situace v roce 1989 se začínají obnovovat samostatná turistická sdružení včetně Klubu českých turistů a začíná také obnovování zájmu o rozhledny. Jsou opět vydávány turistické publikace, z toho některé zaměřeny přímo na rozhledny, což je ve světě unikátní. Dlouho zanedbávané rozhledny se začínají rekonstruovat, případně budovat nové, nově i za účasti obcí a jednotlivců.

4.3 Současný vývoj rozhleden

Od obnovení zájmu o rozhledny v devadesátých letech minulého století se do budování a udržování rozhleden kromě turistických sdružení nově zapojují i obce, kraje a občanská sdružení, ale i jednotlivci. Často takto vznikají rozhledny na místech, kde se v minulosti mohla rozhledna nacházet a navazují tak na historickou tradici. Často může být i důvodem výstavby rozhledny snaha podpořit turismus do dané oblasti. Jak zmiňuje Chroust (2012) novým trendem se stala i výstavba telekomunikačních věží a vysílačů, sloužící hlavně k pokrytí oblasti mobilní sítí. K těmto stavbám bývá někdy přidána vyhlídková plošina a bývá pak označována za rozhlednu. Oproti minulosti, kdy se rozhledny budovaly hlavně v hornatých krajinách Severních a Západních Čech, nové rozhledny vznikají i v rovinných oblastech a na Moravě a ve Slezsku, což je viditelné na obr. č.1.



Obrázek 1: Mapa v současnosti stojících dřevěných rozhleden v České republice (Zdroj: Autor práce)

Při výstavbě nových rozhleden je podstatným faktorem cena. Zřizovatelé proto často volí konstrukce tvořené především ze dřeva, které jsou mnohdy nejdostupnější a z dnešního pohledu i neekologičtější. Dřevěné rozhledny tak začaly tvořit nejvýznamnější typ nově budovaných rozhleden. V současnosti stojící dřevěné rozhledny jsou zobrazeny na mapě na obr. č. 1. Výstavby mohou být financovány jako v minulosti za podpory veřejnosti, ale nově i pomocí různých dotačních fondů pro místní rozvoj, jak od státu, tak i od Evropské unie, jako např. Jurkovičova rozhledna (Jurkovičova rozhledna v Rožnově p. R., 2023). Podpora financování ale zároveň může napomáhat vzniku rozhleden různorodých tvarů, složitějších konstrukcí a dosahovat větších výšek.

O kategorizaci a poskytnutí aktuálních informací o současně stojících rozhlednách na území České republiky se snaží weby Rozhledny.webzdarma.cz a Rozhlednovymrajem.cz. Nouza (1999) a Miškovský (2004) se ve svých publikacích snažili shrnout a poskytnout informace i o již zaniklých rozhlednách.

Název kraje	Počet rozhleden v kraji	Počet dřevěných rozhleden
Hlavní město Praha	11	3
Středočeský kraj	59	23
Jihočeský kraj	41	25
Plzeňský kraj	43	18
Karlovarský kraj	26	5
Ústecký kraj	53	12
Liberecký kraj	37	9
Královehradecký kraj	35	19
Pardubický kraj	31	19
Kraj Vysočina	22	8
Jihomoravský kraj	57	28
Olomoucký kraj	25	13
Zlínský kraj	38	30
Moravskoslezský kraj	46	22

Tabulka 1: Seznam současných rozhleden na území České republiky (Zdroj: Autor práce)

Díky informacím z těchto zdrojů byl vytvořen seznam současně stojících rozhleden na území České republiky v tabulce č. 1. Podle seznamu můžeme získat přehled jaký podíl z rozhleden v každém kraji tvoří ty s dřevěnou konstrukcí. Podle tohoto seznamu byla následně vytvořena mapa na obrázku č. 1.

4.4 Popis rozhleden ve Středních a Jižních Čechách

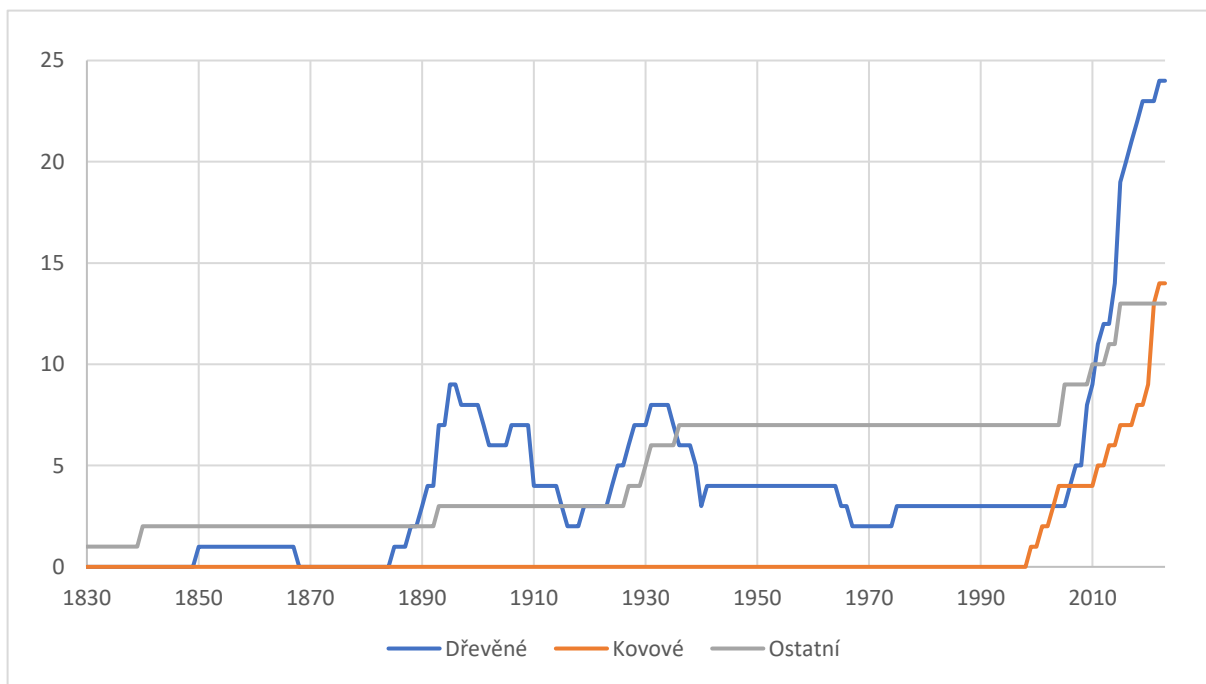
Díky zdrojům uvedených v předešlé kapitole mohly být vytvořeny grafy č. 1. a 2. z kterých získáme přehled o počtu rozhleden, které v těchto krajích v minulosti stávaly a o jejich současném stavu.

4.4.1 Střední Čechy

Středočeský kraj je největším krajem v České republice. V minulosti v této oblasti nevznikalo mnoho rozhleden. Zvýšení zájmu o toto území začíná až po roce 1918 díky činnosti Klubu československých turistů, který začíná podporovat výstavbu rozhleden, především v oblastech kolem Berouna, Příbrami a Benešova, kde je krajinný reliéf členitější. V severní a východní části, kde je reliéf krajiny méně členitý, významnější výstavba rozhleden započala až po roce 2010.

Z grafu č. 1. vidíme že v letech 1890 až 1933 převažovali rozhledny dřevěné konstrukce. Část z nich, ale kvůli zanedbání v pozdějších letech zanikala. V současnosti už jsou ale opět nejpočetnější skupinou. Mezi lety 1945 až 1990 v tomto kraji byla postavena pouze jedna dřevěná rozhledna Třemšín v Brdech. Obnovení a výstavby znovu započalo až v devadesátých letech minulého století.

Graf 1: Vývoj počtu rozhleden na území Středočeského kraje (Zdroj: Autor práce)



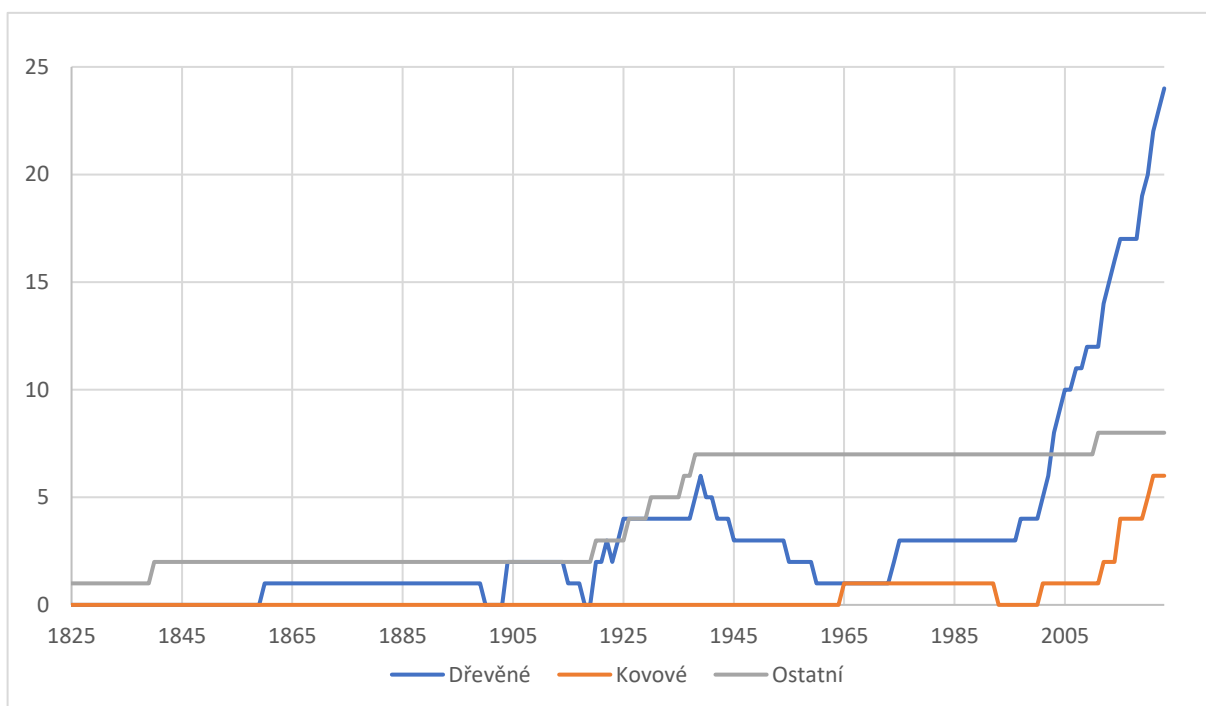
Nejstarší stále stojící rozhlednou v kraji je Velký Blaník u Louňovic pod Blaníkem, která byla postavená v roce 1941 Klubem českých turistů. Je to zároveň nejstarší stojící dřevěná rozhledna na území České republiky. Naopak nejmladší dřevěná rozhledna je Rozhledna na Závisti u Dolních Břežan zpřístupněná v roce 2022.

4.4.2 Jižní Čechy

V minulosti v Jihočeském kraji byly budovány hlavně kamenné rozhledny v oblasti Šumavy, kde působily Rakouské turistické spolky. Poté co zde začal působit Klub českých turistů v roce 1891, se začaly budovat dřevěné rozhledny hlavně v oblasti kolem města Tábor, Prachatic a Jindřichova Hradce. Nejznámější rozhlednou byla Hýlačka u Tábora, zpřístupněná v roce 1920 a zaniklá v roce 2012.

Významnější výstavba rozhleden započala až po roce 2000, kdy bylo zpřístupněno 26 nových rozhleden. V současné době se nejvíce rozhleden nachází v oblasti Šumavského pohoří a podhůří. Nejstarší stále stojící dřevěnou rozhlednou v kraji je rozhledna Granátník z roku 2003. Nejnovější dřevěnou rozhlednou je Hradiště v Písku zpřístupněná v roce 2022.

Graf 2: Vývoj počtu rozhleden na území Jihočeského kraje (Zdroj: Autor práce)



Na grafu č. 2. vidíme že v současnosti nejvýznamnější skupinou v této oblasti představují rozhledny dřevěné konstrukce. V minulosti se v Jižních Čechách budovaly méně než ve Středních. Je zde ovšem výjimka v roce 1965, kdy byla vybudována rozhledna Kohout u Českého Krumlova a v roce 1974 rozhledna Jezerní slat' u Kvildy.

4.4.3 Klasifikace podle typu konstrukčního řešení

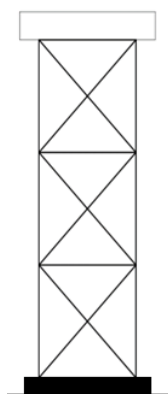
V minulosti první dřevěné rozhledny byly většinou jednoduché trámové konstrukce, které si jejich zadavatelé, se skromným rozpočtem, nechali vypracovat u místních tesařů. Tyto první rozhledny mohly být složené ze tří nebo čtyř o sebe opřených trámů, které se na vrcholu spojily a vytvořily tak stavbu ve tvaru jehlanu, nebo ze čtyř svislých trámů které se na vrcholu spojily malou plošinou z fošen, na kterou se vystoupávalo pomocí žebříků. Svými tvary tak připomínaly spíše myslivecké posedy. Tyto stavby nemívaly dlouhou životnost a po čase byly nahrazovány většími a složitějšími konstrukcemi.

Konstrukce současných rozhleden jsou mnohem rozmanitější. Existuje několik typů konstrukčních řešení, podle kterých může být rozhledna vybudována. Tato různorodost ale způsobuje určitou nejednotnost v definování jednotlivých typů konstrukcí. Existuje několik typů konstrukcí, řada materiálů a nepřeborné množství kombinací při projektování a realizaci dřevostaveb, jak uvádí Kuthan (2019).

4.4.3.1 Příhradové konstrukce

Typ nosné konstrukce složené z prutů, tedy pásů, svislic a diagonál, které jsou spolu spojovány ve styčných bodech – styčnicích, a tím vytváří příhradu, jak vysvětluje Jelínek (2012), je zobrazena na obr. č. 2. Smyslem příhradových konstrukcí je dle Jelínka (2012) přenesení a rozložení mechanického zatížení mezi jednotlivé pruty s cílem ušetření materiálu, celkové hmotnosti a spotřebovaného materiálu celé stavby. Na rozdíl od konstrukcí tvořených z masivních plnostěnných stěn je tak dosahováno dostatečné tuhosti a odolnosti bez snížení celkové pevnosti konstrukce. Vznikne tak konstrukce, která šetří materiál, je lehčí a ekonomičtější.

Výhodou je, že díky otevřené konstrukci s využitím prutů s menšími rozměry, působí na celkovou plochu konstrukce menší zatížení větrem. Další výhodou je, že je potřeba na místo stavby dopravit menší objem materiálu. Díky svým vlastnostem jsou příhradové konstrukce jedny z nejčastěji využívaných konstrukcí u rozhleden.



Obrázek 2: Návrh příhradové konstrukce (Zdroj: Autor práce)

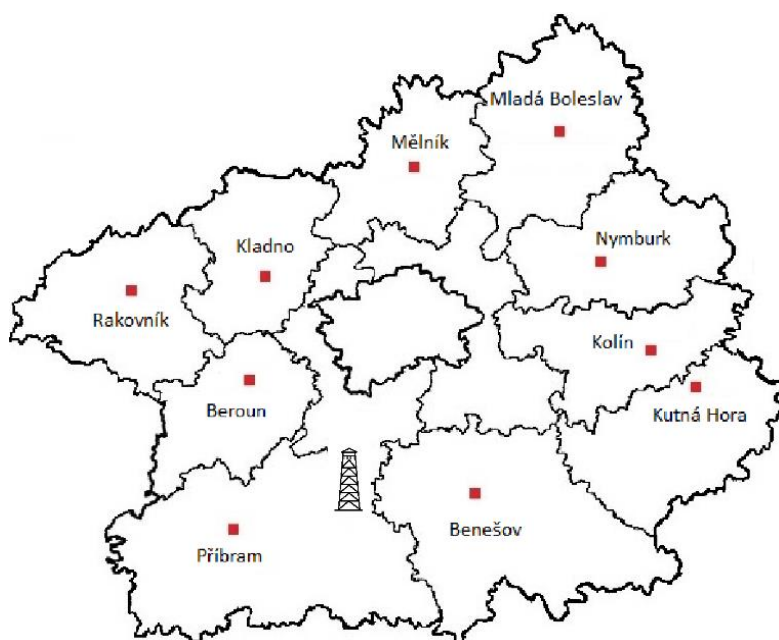
Příkladem těchto konstrukcí jsou rozhledny U Jakuba, Babina u Tábora, Haniperk, Boubín a Drtinova.

4.4.3.1.1 Drtinova rozhledna

Nachází se ve Středočeském kraji, severovýchodně od Příbrami, u obce Chotilsko, na vrchu Besedná ve výšce 496 m. n. m., který je součástí Benešovské pahorkatiny. Lokace rozhledny je zobrazena na obr. č. 3.

Výstavba rozhledny začala v roce 2014 a zpřístupněna byla 4. dubna 2015. Na stejném místě stávala mezi lety 1926 až 1967 dřevěná rozhledna, pojmenovaná stejně jako ta současná po Františku Drtinovi, který se nedaleko narodil a působil jako významný politik, jak uvádí Marounek (2020).

Celková výška rozhledny je 24 m s vyhlídkovou plošinou ve výšce 21 m. Vyhlídková plošina o rozměrech 4 x 4 m je zastřešená. Vystoupá se na ní po dvouramenném schodišti sestaveném ze 109 dřevěných schodů.



Obrázek 3: Lokace Drtinovy rozhledny (Zdroj: Autor práce)

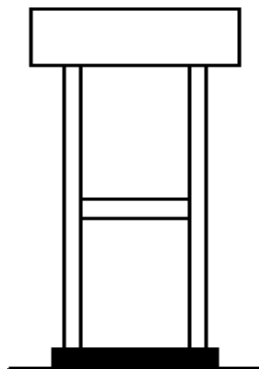


Obrázek 4: Drtinova rozhledna (Marounek, 2020)

Půdorysný tvar rozhledny je čtvercový. Nosná konstrukce je příhradová ze smrkové kulatiny. Čtyři nosné pásy jsou tvořené vždy dvěma spojenými kulatinami a jsou ukotveny v kamenných základech, které na místě zůstaly z původní rozhledny. Diagonální výztuhy jsou uspořádány do tvaru V. Rozhledna je zobrazena na fotografii v obr. č. 4.

4.4.3.2 Trámová konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena svislými stojkami, které jsou na vrcholu spojeny vazníky, na kterých se usazuje vyhlídková plošina. Jako je zobrazeno na obr. č. 5. Výhodou je, že tyto systémy jsou jednoduché na výrobu a díky malé spotřebě materiálu i cenově dostupné. Nevýhodou je jejich omezená výška.



Obrázek 5: Nákres trámové konstrukce (Zdroj: Autor práce)

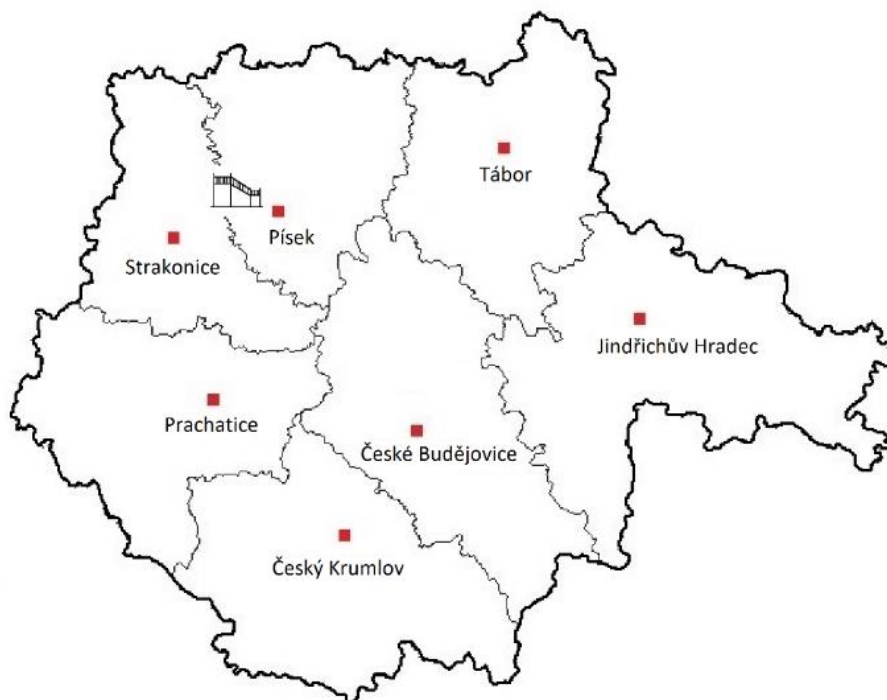
Rozhledny tvořené těmito systémy, se díky své nenáročnosti stavěly především před rokem 1900 a v současnosti již minimálně. Příkladem těchto rozhleden je Hradiště v Písku, Vestec u Chocerad, Zvonička, Na Veselově a Vysoký vrch.

4.4.3.2.1 Rozhledna Hradiště v Písku

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, 1 km jižně od města Písek, viz. obr. č. 6. Vznikla jako součást projektu na revitalizaci bývalého prostoru skládky, ve výšce 410 m. n. m.

Výstavba a zpřístupnění rozhledny proběhlo v lednu v roce 2023. Půdorysný tvar rozhledny tvoří dva čtverce. Celková výška rozhledny je 6 m. Výhled poskytují dvě vyhlídkové plošiny. Větší hlavní, ve výšce 4 m a menší ve výšce 3 m, na kterou se vystoupá po dohromady 19 schodech.

Nosná konstrukce je tvořena osmi trámy, odkorněné kulatiny z akátového dřeva, které podpírají dvě vyhlídkové plošiny. Každá vyhlídková plošina je podepřena čtyřmi trámy. Na první vyhlídkovou plošinu se vystoupá přímým jednoramenným schodištěm s devíti schody. Hlavní vyhlídková plošina je s menší spojena přímým jednoramenným schodištěm o osmi schodech. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 7.



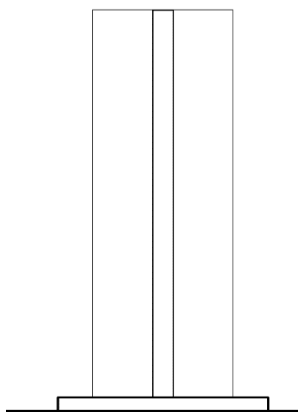
Obrázek 6: Lokace rozhledny Hradiště (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 7: Rozhledna Hradiště v Písku (Rozhledna Hradiště, 2023)

4.4.3.3 Válcové konstrukce

Konstrukce je tvořena centrálním nosným pilířem, okolo kterého je vystavěno točité schodiště a na vrcholu nese vyhlídkovou plošinu. Rozhledna tak získává tvar válce, jako je zobrazeno na obr. č. 8. Díky využití centrálního nosného pilíře, o který se opírá schodiště, může stavba zabírat menší půdorysnou plochu, a dosahovat větších výšek.



Obrázek 8: Nákres válcové konstrukce (Zdroj: Autor práce)

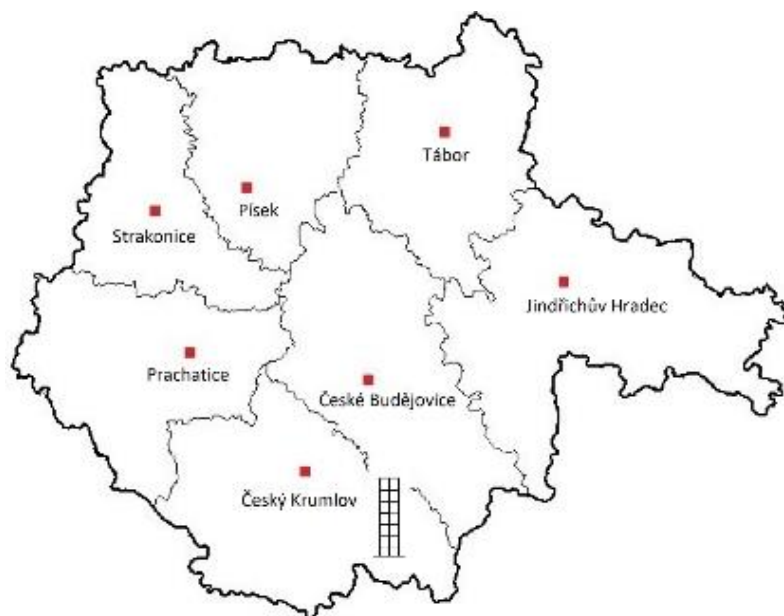
U konstrukcí tohoto typu je však nutné počítat se silným zatížením větrem na centrální pilíř. Konstrukce se proto může dále vyztužit přidáním podpůrných pilířů po obvodu pláště. Příkladem těchto rozhleden je Cihelka a Hradišťský vrch.

4.4.3.3.1 Rozhledna Hradišťský vrch

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, v oblasti Novohradského podhůří, u obce Hradiště v okrese Český Krumlov, na vrcholu kopce Hradišťský vrch ve výšce 780 m. n. m, viz. obr. č. 9.

Výstavba byla zahájena v roce 2018 podle návrhu architekta Pavla Jury, a veřejnosti byla zpřístupněna 23. března 2019. Celková výška rozhledny je 28 m s vyhlídkovou plošinou ve výšce 27 m, na kterou se vystoupá po 149 točitých dřevěných schodech. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 10.

Půdorysným tvarem je kružnice. Vyhlídková plošina je nezakrytá, se zábradlím z tenkých ocelových prutů a podlahou z ocelového mřížkového roštu. Nosnou konstrukci tvoří centrální ocelový pilíř spojený diagonálními ocelovými profily s dřevěným obvodovým pláštěm. Obvodový plášť je tvořen deseti dřevěnými modřínovými pilíři, které jsou spolu dále spojené ocelovými táhly. Dřevěné pilíře jsou spojeny křížícími se horizontálními trámy a ty tak vytváří tvar pěticípé hvězdy. Pilíře jsou usazené na ocelových patkách v betonovém základu.



Obrázek 9: Lokace rozhledny Hradištský vrch (Zdroj: Autor práce)

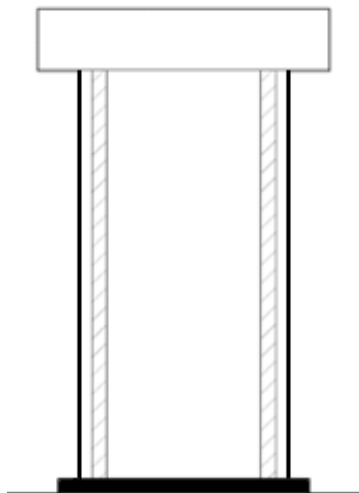


Obrázek 10: Rozhledna Hradištský vrch (Rozhledna Hradištský vrch, 2023)

4.4.3.4 Opláštěné konstrukce

Do této kategorie se řadí rozhledny jejichž nosná konstrukce je doplněna opláštěním. Konstrukce je tvořena vnitřní nosnou konstrukcí libovolného typu, která je z vnějšku opláštěna vhodným materiálem. Jako je zobrazena na obr. č. 11.

Opláštění může mít funkci estetickou, kdy rozhledně poskytuje určitý tvar a vzhled, ale zároveň ochrannou, kdy chrání vnitřní nosnou konstrukci proti povětrnostním vlivům, jako je sluneční UV záření anebo působení vlhkosti. Tím se zvyšuje životnost samotné nosné konstrukce.



Obrázek 11: Nákres opláštěné konstrukce (Zdroj: Autor práce)

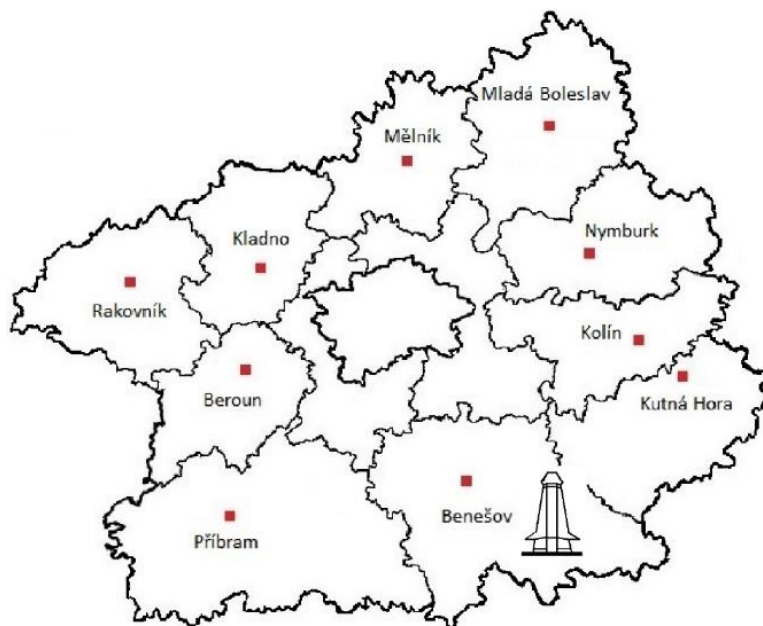
Nevýhodou je že plná stěna tvoří velkou plochu, na kterou mohou působit silné nárazy větru a s tím zvýšené zatěžující síly působící na nosnou konstrukci. Přidané opláštění také významně zvětšuje celkovou hmotnost stavby. Má to i další související faktory, například musí být zajištěno adekvátní odvětrávání vnitřních prostor, aby nedocházelo k akumulaci vlhkosti, při odtávání sněhu nebo po dešti. Příkladem těchto rozhleden je např. Blaník II. a Hradišť u Kadlína.

4.4.3.4.1 Rozhledna Blaník II.

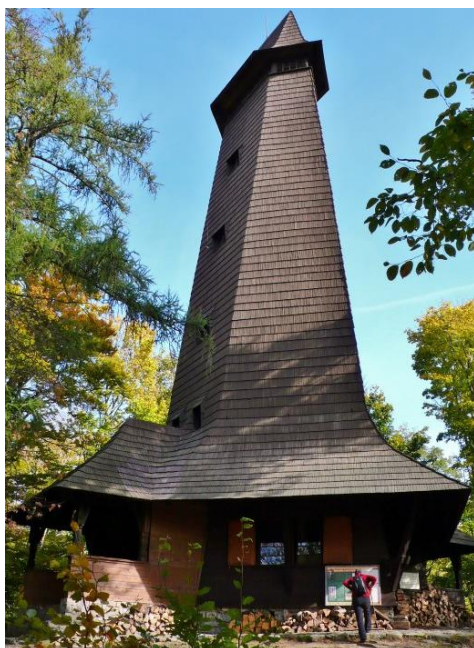
Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Benešov, na kopci Velký Blaník ve výšce 638 m. n. m., který je součástí Středočeské pahorkatiny, u obce Louňovice pod Blaníkem, viz. obr. č. 12.

Na stejném místě, kde dnes stojí současná rozhledna, stála mezi lety 1895 až 1931, dřevěná rozhledna Blaník I., otevřená trémová konstrukce. Po stržení první rozhledny, inicioval výstavbu a financování současné rozhledny Klub českých turistů v letech 1940 až 1941, kdy byla otevřena pro veřejnost. Miškovský (2004) poukazuje na to, že stavba je o to zajímavější, že výstavbu rozhledny bylo KČT schopno realizovat i přes probíhající události druhé světové války a získat potřebná povolení od tehdejší Protektorátní správy, která nakonec rozhlednu po roce 1943 veřejnosti uzavřela. Rozhledna byla po konci války zestátněna a ponechána bez údržby až do

70. let, kdy byla rekonstruována a díky tomu se dochovala v dobrém stavu dodnes. Jedná se tak o nejstarší dřevěnou rozhlednu v České republice.



Obrázek 12: Lokace rozhledny Blaník II. (Zdroj: Autor práce)



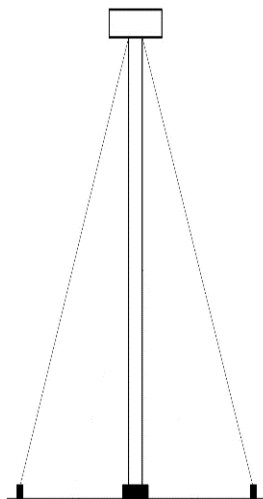
Obrázek 13: Rozhledna Blaník II. (Benedikt, 2023)

Rozhledna o celkové výšce 30 metrů, je usazena na kamenné základové desce. Půdorysný tvar rozhledny je tvořen nepravidelným šestiúhelníkem a vytváří tvar šestibokého jehlanu, má tak napodobovat podobu tzv. husitské hlásky. Na vrcholu rozhledny je zastřešená vyhlídková plošina, ke které vede 107 schodů. Vnější strana nosné konstrukce je zakryta dřevěnými šindelovými deskami. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 13.

4.4.3.5 Kotvená konstrukce

Do této kategorie se řadí rozhledny k jejichž nosné konstrukci jsou přidána táhla a lanové výztuže za účelem stabilizace a zpevnění celkové konstrukce. Jako je zobrazeno na obr. č. 14.

Konstrukce je většinou menšího štíhlého rozměru, která by sama hůře odolávala zatížení a je tak po obvodu vyztužena, k zemi ukotvenými nosnými lany, které přenášejí zatížení na základovou konstrukci nebo kotevní podklad.



Obrázek 14: Nákres kotvené konstrukce (Zdroj: Autor práce)

Díky ukotvení může mít celková konstrukce malou hmotnost a zabírat menší půdorysnou plochu. Nevýhodou je, že kotvení zabírá velkou plochu v okolí rozhledny. Příkladem této konstrukce je rozhledna Závist.

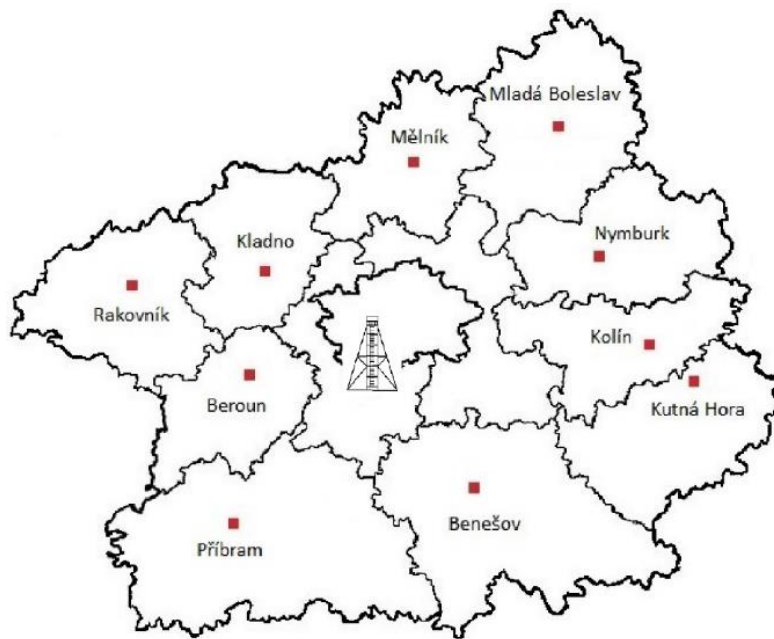
4.4.3.5.1 Rozhledna Závist

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, jižně od Prahy u obce Dolní Břežany v Břežanském údolí na levém břehu řeky Vltavy, stavba stojí v archeologickém nalezišti Hradiště Lhota-Točná, ve výšce 389 m. n. m, viz. obr. č. 15.

Rozhledna byla vybudována a zpřístupněna v roce 2022. Vznikla podle návrhu architektonického studia Huť architektury Martin Rajniš s.r.o., jako součást snah o zvelebení prostoru, ve kterém probíhal archeologický průzkum keltského oppida (Rajniš, 2022).

Půdorysný tvar rozhledny je rovnostranný trojúhelníkový s vepsanou kružnicí. Celková výška rozhledny je 28 m a výška vyhlídkové plošiny 24 m, na kterou se vystoupá po 128 dubových točitých schodech.

Nosná konstrukce rozhledny je tvořena třemi nosnými pilíři z modřínové kulatiny, spojené horizontálními trámy. Prostor schodiště je obestaven svislými trámy spojenými obručemi, ty okolo schodiště vytváří ohrazení a tvoří tak centrální válcové těleso stavby.



Obrázek 15: Lokace rozhledny Závist (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 16: Rozhledna Závist (Rozhledna Na Závisti, 2023)

Rozhledna stojí na základech z ocelových patek zapuštěných v zemi. Vertikální a horizontální trámy jsou dále vyztuženy ocelovými táhly ve tvaru x. Celá konstrukce je ze tří stran ukotvena ocelovými lany do podkladů v zemi. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 16.

4.4.3.6 Konstrukce s opěrami

Podobný případ jako u kotvených konstrukcí. Do této skupiny patří rozhledny, u kterých se pro zpevnění nosné konstrukce využilo vyztužení pomocí nosných podpěr namísto kotevních lan, jako je zobrazeno na obr. č. 17. Stabilitu nosné konstrukce zajišťují opěry, do kterých se rozkládají zatěžující síly. Díky opěrným prvkům může být rozhledna vyšších a složitějších tvarů. Přitom však zabírá větší půdorysnou plochu.

Nevýhodou oproti kotveným konstrukcím je, že pokud dojde k poškození opěrných částí, je potřeba jejich složitá výměna, čímž může být narušena celková pevnost konstrukce, na rozdíl od kotevních lan, u kterých stačí pouze natáhnout nové.



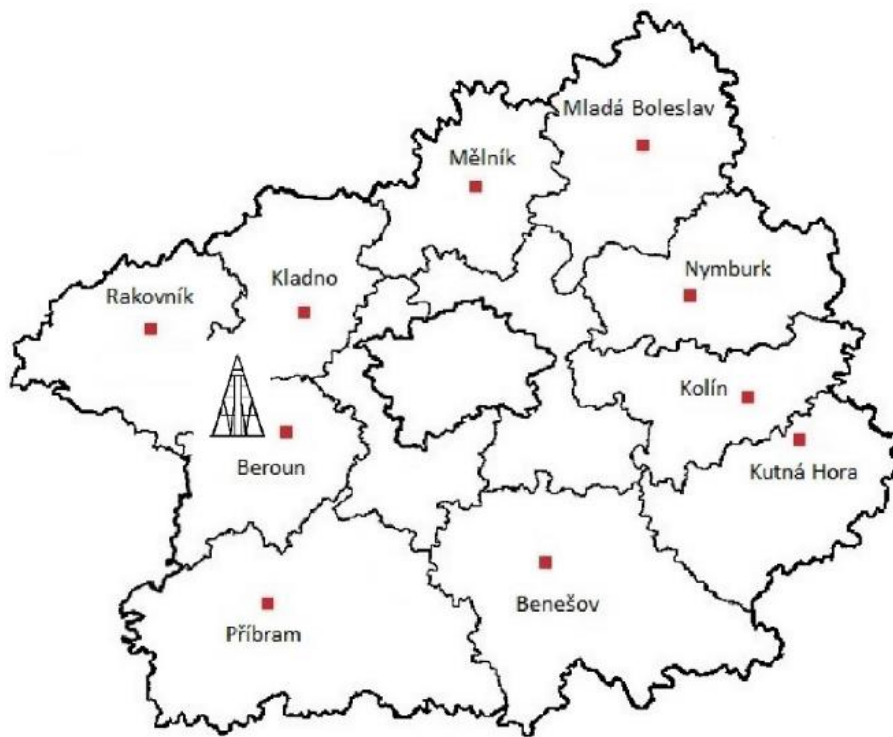
Obrázek 17: Nákres konstrukce s opěrami (Zdroj: Autor práce)

Příkladem této konstrukce je rozhledna Máminka, Soumarské rašeliniště a Špulka.

4.4.3.6.1 Rozhledna Máminka

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, v Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko, u obce Hudlice, viz. obr. č. 18. Je umístěna na Krušné hoře v Křivoklátské vrchovině ve výšce 609 m. n. m. Stavba rozhledny byla zahájena v roce 2014 a zpřístupněna veřejnosti 19. června 2015. Vznikla podle návrhu architektonického studia Huť architektury Martin Rajniš s.r.o. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 19.

Rozhledna má tvar trojbokého jehlanu. Půdorysný tvar je rovnostranný trojúhelník s vepsanou kružnicí. Celková výška rozhledny je 33 m a výška vyhlídkové plošiny 21 m. K vyhlídkové plošině vede točité schodiště tvořené 96 dubovými schody. Schodiště obklopují svislé dřevěné trámy spojené obručemi. Ve středu rozhledny tak vytváří tvar válce. Nosná konstrukce, která podpírá vyhlídkovou plošinu a schodiště je tvořena borovicovou kulatinou ve tvaru rovnoramenných trojúhelníků, které jsou vyztuženy horizontálními a diagonálními trámy. Sloupy jsou ukotveny v betonové základové desce.



Obrázek 18: Lokace rozhledny Závist (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 19: Rozhledna Máminka (Zdroj: Autor práce)

4.4.4 Klasifikace podle půdorysného tvaru

Půdorys definuje následný tvar rozhledny. Půdorysný tvar je ovlivňován použitým konstrukčním systémem, finančními možnostmi investora, schopnostmi stavitele a okolním prostředím, ve kterém bude rozhledna setrvávat, a do kterého by měla rozhledna celkovým tvarem zapadat. Všechny tyto vlivy se musí začít zohledňovat již při vytváření architektonického návrhu.

4.4.4.1 Kruhové

Kruhový půdorys je jedním z nejstarších tvarů, ve kterém jsou objekty lidmi stavěny. Od starověkých řeckých staveb typu tholos, asijských jurt, středověkých rotund a hradních věží až do současnosti, kde se využívá především pro průmyslové a telekomunikační věže, ale i pro rozhledny. První rozhledny byly často budovány s kruhovým půdorysem, nejčastěji z kamene, často tak kopírovaly tvarem hradní věže.

Stavby kruhového půdorysu mohou mít v několika ohledech oproti stavbám polygonálního charakteru určité výhody. Při stavbě staveb kruhového charakteru se spotřebuje méně materiálu než u stejně velkých staveb polygonálního charakteru, což je zejména výhodné u výškových staveb. Zatížení na stavbu je rovnoměrně rozloženo podél obvodu, než aby se soustředilo do jediného bodu.

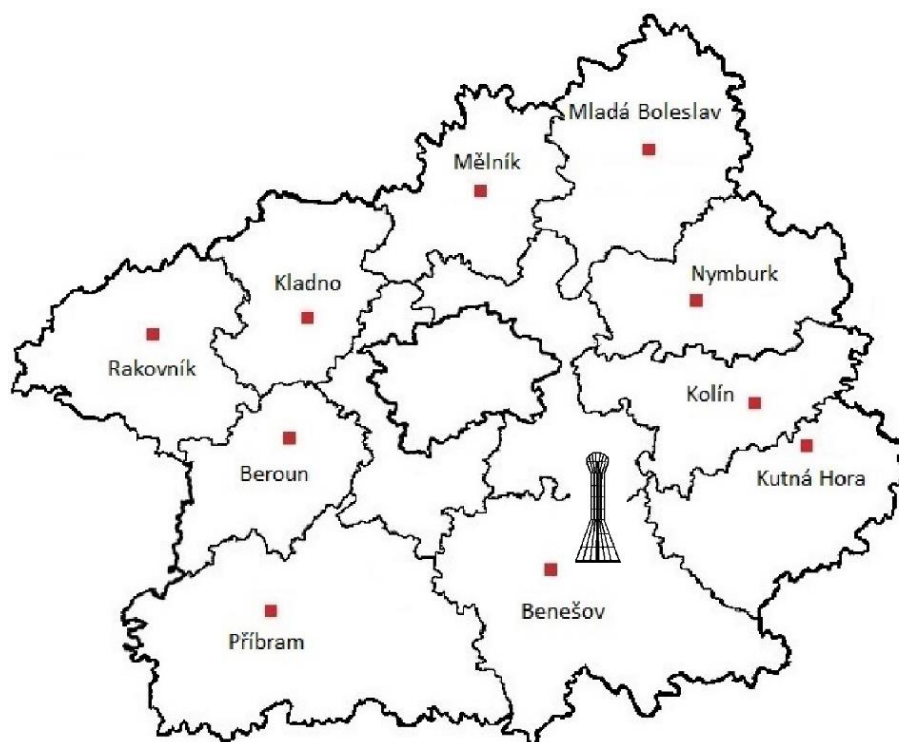
4.4.4.1.1 Rozhledna Špulka

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, u obce Lbosín, východně od Benešova na kopci Březák ve výšce 530 m. n. m., který je součástí Benešovské pahorkatiny, viz. obr. č. 20. Na stejném místě, kde se dnes rozhledna nachází, dříve stávala měřičská triangulační věž.

Stavba byla zahájena v roce 2013 podle návrhu od studia 2T engineering s.r.o. a veřejnosti byla zpřístupněna 26. dubna 2014. Rozhledna byla vybudována jako součást naučné stezky. Úsilím sdružení tvořené okolními obcemi, které usilovaly o podporu místního turistického ruchu (Rozhledna Špulka s naučnou stezkou, 2015).

Celková výška rozhledny je 47 metrů, přístřeškem zakrytá vyhlídková plošina, ve výšce 30 m. A vystoupá se na ni po 150 točitých ocelových schodech. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 21.

Nosná konstrukce je tvořena centrálním ocelovým pilířem o průměru 1 m a obvodovým pláštěm tvořeným dřevěnými hraněnými trámy ze smrkového dřeva o poloměru 5 metrů. Půdorysný tvar rozhledny tak tvoří dvě kružnice. Všechny pilíře jsou ukotvené v kamenné základové desce. Centrální pilíř a obvodový plášť spolu podpírají vyhlídkovou plošinu o průměru 6 metrů.



Obrázek 20: Lokace rozhledny Špulka (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 21: Rozhledna Špulka (Rozhledna Špulka, 2023)

4.4.4.2 Trojúhelníkové

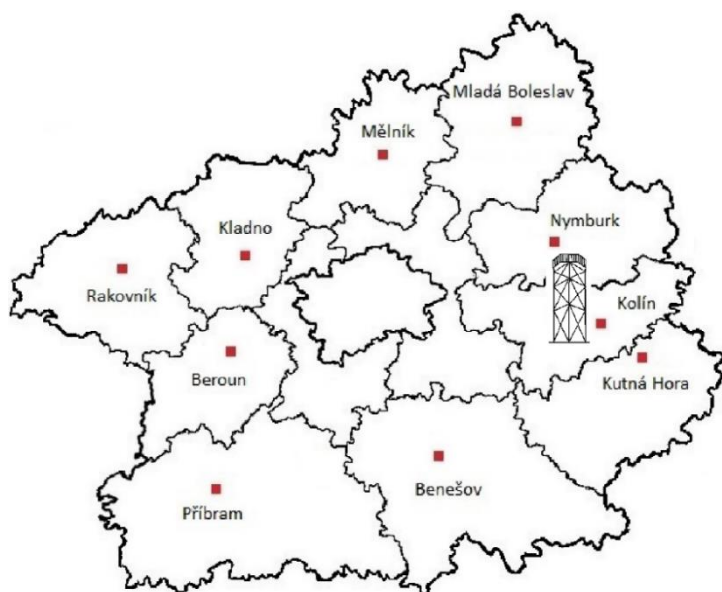
Stavby trojúhelníkového půdorysného tvaru jsou obecně méně stabilnější oproti mnohoúhelníkovým tvarům. Při vzniku poruchy v jednom vrcholu nebo straně zbylé dva vrcholy nedokážou dostatečně přenesené zatížení kompenzovat. Výhodou staveb trojúhelníkového půdorysu je, že díky své jednoduchosti spotřebují nejméně materiálu ze všech polygonálních tvarů. Tím se dají snížit i celkové náklady na stavbu.

Příkladem rozhleden s trojúhelníkovým půdorysem jsou Bedřichova vyhlídka a Rýdův kopec u Děbolína.

4.4.4.2.1 Rozhledna Bedřichova vyhlídka

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, 6 km severně od města Kolín, u obce Nová Ves I, na vrchu Bedřichov ve výšce 279 m. n. m, viz. obr. č. 22.

Stavba byla zahájena v září a zpřístupněna 22. prosince 2018. Celková výška rozhledny je 14 m, s vyhlídkovou plošnou ve výšce 12,6 m. Vyhlídková plošina je otevřená, bez přístřešku s ochozem ve tvaru šestiúhelníku. Vystoupá se na ni po ocelovém točitém schodišti s 63 schody. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 23.



Obrázek 23: Lokace Bedřichovy rozhledny
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 22: Rozhledna
Bedřichova vyhlídka
(Rozhledna Bedřichova
vyhlídka, 2023)

Půdorysný tvar rozhledny je rovnostranný trojúhelník. Nosná konstrukce je příhradová. Skládá se ze tří svislých pásů z odkorněné kulatiny, devíti svislic tvořených dřevěnými hraněnými trámy a osmnácti diagonálami ve tvaru x z ocelových lan. Svislé pásy jsou usazeny v ocelových kotevních patkách, zapuštěné v betonové základové desce.

4.4.4.3 Čtýřúhelníkové

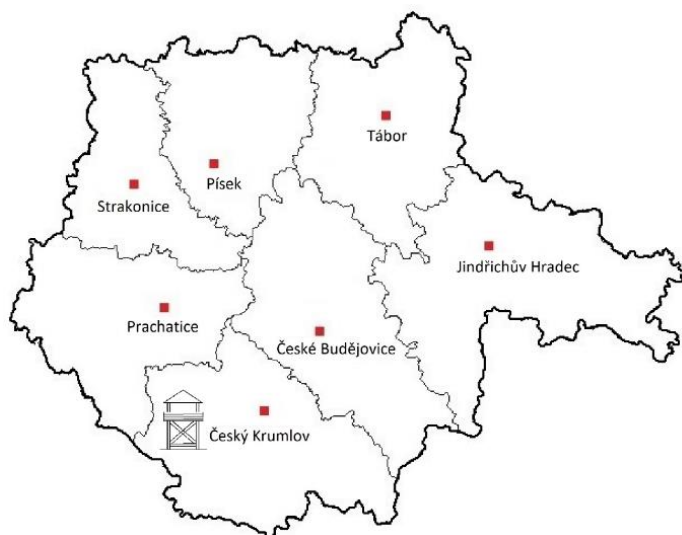
Čtýřúhelníkový půdorys poskytuje stavbám dostatečně stabilní a pevný základ, bez potřeby dalšího vyztužení. Takové stavby jsou jednoduché k navrhnutí i výstavbě a umožňují nejefektivnější využití vnitřních prostor. Díky tomu se tento tvar stal nejvyužívanějším typem. To ovšem může způsobit pocit jednotvárnosti u mnohých rozhleden.

Příkladem rozhleden s těmito půdorysnými tvary jsou např. Knížecí stolec, Raděnice u Bechyně a Rozhledna u Bohdanče.

4.4.4.3.1. Rozhledna Knížecí stolec

Nachází se v Jihočeském kraji, ve vojenském prostoru Boletice, 20 km západně od Českého Krumlova, na vrcholu hory Knížecí stolec ve výšce 1236 m. n. m. v Šumavském podhůří. Lokace rozhledny je zobrazena na obr. č. 24.

Rozhledna byla vybudována a zpřístupněna 11.7. v roce 2012, po zpřístupnění vojenského prostoru pro veřejnost. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 25.



Obrázek 25: Lokace rozhledny Knížecí stolec
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 24: Rozhledna Knížecí stolec
(Rozhledna Knížecí stolec, 2023)

Celková výška rozhledny je 7,9 m. Na vyhlídkovou plošinu ve výšce 4,3 m se vystoupá jednoramenným schodištěm po 25 schodech. Vyhlídková plošina je krytá střechem stanového typu. Nosná konstrukce je příhradová, tvořená trámy z odkorněné smrkové kulatiny, která byla využita na pásy, diagonály a svislice. Diagonály jsou ve tvaru X. Pásy jsou usazené na ocelových kotevních patkách usazených ve čtyřech betonových podstavcích tvořících základové desky.

4.4.4.4 Mnohoúhelníkové

Využití těchto půdorysných tvarů není tolik obvyklé. Mohou proto působit výrazněji a zajímavěji. Složité tvary ale vyžadují větší propracovanost nosných konstrukcí, složitější nároky na výrobu a větší spotřebu materiálu. Všechny tyto faktory ve výsledku významně zvyšují finanční náklady na stavbu.

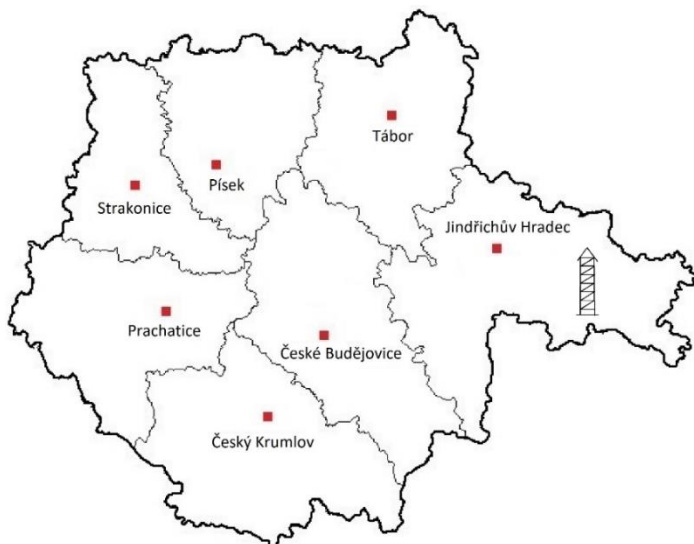
Stavby s mnohoúhelníkovým půdorysem mohou mít určité výhody oproti čtvercovým. Absence pravých úhlů umožňuje lepe rozložit působící namáhání na nosnou konstrukci, např. menší namáhání od nárazů větru díky absenci pravých úhlů a menším rovným plochám, na které vítr působí a může je tak snadněji obtékat.

Příkladem rozhleden s těmito půdorysnými tvary jsou Babka u Zruče, Blaník II. a rozhledna U Jakuba na Havlově hoře.

4.4.4.1 Rozhledna U Jakuba

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, u obce Valtínov, 19 km jižně od města Telč, na Havlově hoře, která je součástí Českomoravské vrchoviny, ve výšce 680 m. n. m, viz. obr. č. 26. Na stejném místě v minulosti stávaly triangulační a později vojenské strážní věže. Stavba rozhledny byla zahájena v roce 2012 a zpřístupněna 1.7. 2013. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 27.

Celková výška rozhledny je 44,7 m, jedná se tak o nejvyšší rozhlednu na území České republiky. Vyhlídková plošina je ve výšce 33,7 m, na kterou se vystoupá dvouramenným schodištěm se 180 schody. Vyhlídka je krytá střechou stanového typu.



Obrázek 27: Lokace rozhledny U Jakuba
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 26: Rozhledna U Jakuba
(Rozhledna U Jakuba, 2023)

Dřevěná konstrukce je usazená na základové betonové konstrukci o výšce 4 m. Nosná konstrukce je příhradová. Pásky, diagonály a svislice jsou tvořené profily z lepeného modřínového lamelového dřeva. Příhrady jsou tvořeny vždy jednou diagonálou, které tak vytváří tvar Z. Půdorysný tvar rozhledny je šestiúhelníkový.

4.4.5 Klasifikace podle lokality

V různých lokalitách mohou na konstrukci působit odlišné biotické a abiotické degradační vlivy s rozdílnou intenzitou. Podmínky v dané lokalitě tak významně ovlivňují rychlost degradace materiálu a celkovou životnost stavby. Při navrhování stavby je tedy potřeba prozkoumat jaké podmínky budou v dané lokalitě působit.

Georeliéf České republiky je mimořádně pestrý, skládá se z hor i nížin. Což je příhodné právě pro rozhledny. Navrhovatel rozhledny se tak může rozhodnout, zda se z ní bude dát rozhlížet na různorodá pohoří nebo do nížiny a vysočiny.

4.4.5.1 Horské rozhledny

Za hory se považují vyvýšeniny, které jsou vyvýšené minimálně 300 m nad okolní krajinou. Tato lokalita nabízí návštěvníkům často nejlepší výhled na okolní krajinu. Je tak nejideálnější a nejčastější umístění pro rozhlednu, zároveň je pro ni ale nejvíce namáhaví.

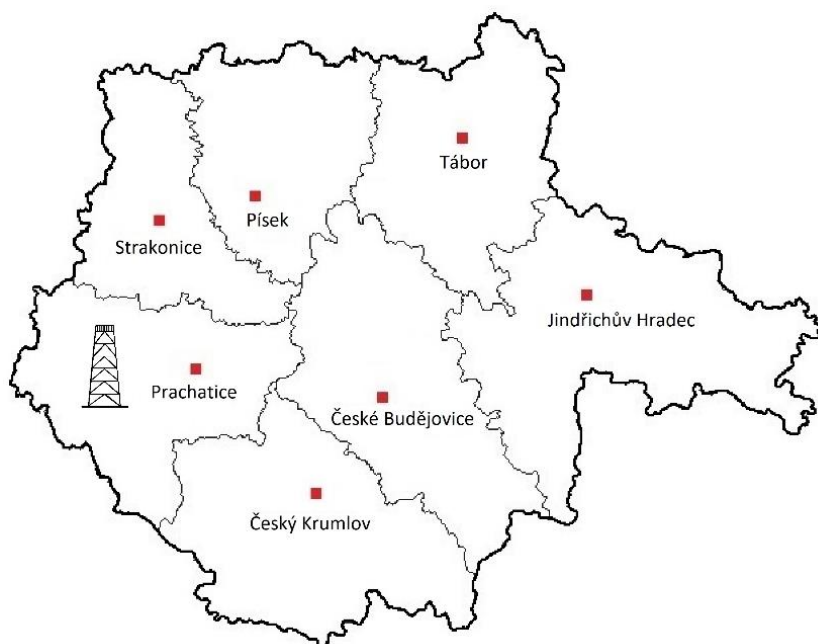
Rozhledny v horských oblastech budou nejvíce vystaveny působení abiotických degradačních činitelů, a to zejména atmosférických. Je snaha budovat rozhledny v místech, kde nebude jejich výhled ničím omezován. Což je ale zároveň nevýhoda, jelikož konstrukce stavby je minimálně chráněna zejména vůči působení proudění vzduchu a slunečnímu záření. Na to navazují i časté náhlé změny teplot a vlhkosti s častými srážkami a sněžením. Všechny tyto faktory jsou v horských oblastech oproti jiným intenzivnější, dochází tak k rychlejšímu stárnutí dřeva a tím i zkrácení životnosti dřeva v konstrukci. Do těchto oblastí je často i těžký přístup pro techniku potřebnou k provádění údržby a oprav konstrukce.

4.4.5.1.1 Rozhledna Boubín

Nachází se v Jihočeském kraji, 13 km západně od města Prachatice, u obce Kubova Huť, na vrcholu hory Boubín ve výšce 1362 m. n. m., která je součástí Šumavské hornatiny, viz. obr. č. 28. Jedná se tak o nejvýše položenou dřevěnou rozhlednu v České republice. Výstavba rozhledny byla zahájena v červenci 2004 a zpřístupněna veřejnosti v červnu 2005. Současná rozhledna je zobrazena na obr. č. 29.

Nosná konstrukce je příhradová, tvořená ze smrkové kulatiny. Diagonály v příhradě jsou ve tvaru V. Svislé pásy jsou ukotvené ocelovými patkami ve čtyřech betonových a kamenných základových patnících. Uprostřed nosné konstrukce je umístěno dvouramenné schodiště tvořené 109 schody s šesti mezipatry a vyhlídkovou plošinou. Celková výška rozhledny je 22 m. Nezastřešená vyhlídková plošina o ploše 3,5 x 3,5 m, je ve výšce 21 m. Půdorysný tvar rozhledny je ve tvaru čtyřúhelníku o ploše 7 x 7 m.

Podle pana Zbyňka Kloše, starosty obce Kubova Huť, v průběhu let, konstrukce rozhledny značně degradovala. Vlivem působení především vlhkosti a nižších teplot, ale i značným počtem návštěvníků, který se pohybuje okolo 30 tisíc ročně.



Obrázek 28: Lokace rozhledny Boubín
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 29: Rozhledna Boubín
(Zdroj: Autor práce)

Bylo tak nutné přistoupit k značným opravám, při kterých se vyztužovaly části svislých pásů a vyhlídkové plošiny. Tyto prvky podléhaly značné degradaci vlivem hniloby a jejich kovové spojovací prvky byly napadené korozi. Dále byly zpevněny základové betonové patky a podepřena konstrukce schodiště pro snížení jeho namáhání na nosnou konstrukci. Kvůli všem těmto vlivům byla zbytková životnost rozhledny odhadnuta přibližně na 4 roky a poté bude nahrazena novou rozhlednou kovové nebo betonové konstrukce.

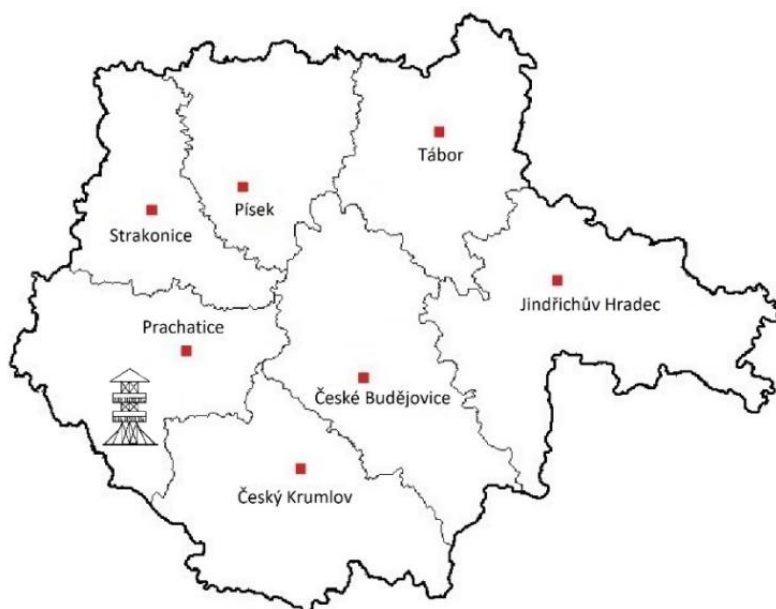
4.4.5.2 Rozhledny v rovinách a pahorkatinách

V těchto oblastech je krajina rovná nebo mírně zvlněná. V těchto krajinách se často nachází louky, polnosti, lesy ale i rašeliniště. U rozhleden v těchto lokalitách je tedy lepší, když budou sahat do větších výšek, aby umožňovaly lepší rozhled, ten již pak ale není většinou ničím omezen. Další výhodou těchto lokalit je, že jsou nejpřístupnější, umožňují tak nejsnadnější výstavbu.

V těchto lokalitách nedochází k tak výrazným změnám počasí, většinou nenastávají žádné extrémní podmínky jako např. silné mrazy. Největší zatížení zde tedy vzniká od namáhání větrem, mohou zde ale působit chemičtí činitelé, například od postřiku okolních polí a větší koncentrace smogu v ovzduší.

4.4.5.2.1 Rozhledna Soumarské rašeliniště

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, 17 km jižně od města Prachatic, u obce Volary, ve výšce 746 m. n. m, viz. obr. č. 31. Je součástí naučné stezky v prostoru Soumarského rašeliniště, která patří do Národního parku Šumava. Stavba rozhledny začala v roce 2011 a byla zpřístupněna v květnu 2012.



Obrázek 30: Lokace rozhledny Soumarské rašeliniště
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 31: Rozhledna Soumarské rašeliniště
(Zdroj: Autor práce)

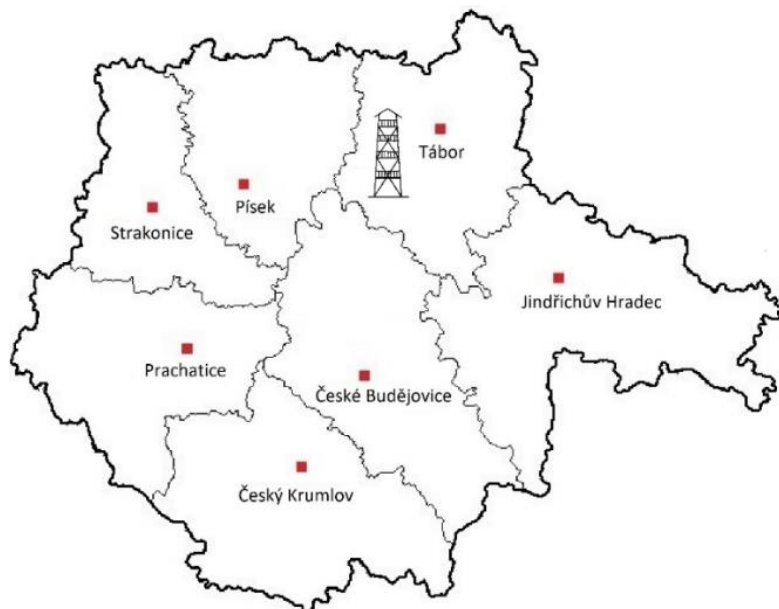
Celková výška rozhledny je 9 m. Skládá se ze dvou pater, první je ve výšce 2,9 m a druhá vyhlídková plošina v 6 m, která je zakrytá střechou stanového typu. Do každého patra vede dvouramenné dřevěné schodiště, dohromady tvořené z 26 schodů. Nosná konstrukce je příhradová, vyztužená čtyřmi opěrami, tvořená z modřínových hraněných trámů. Diagonály v příhradě jsou ve tvaru X. Vyhlídkové plošiny v prvním a druhém patře o ploše 19 m² z nosné konstrukce vyčnívají. Půdorysný tvar rozhledny je čtvercový. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 30.

4.4.5.3 Rozhledny v lesích

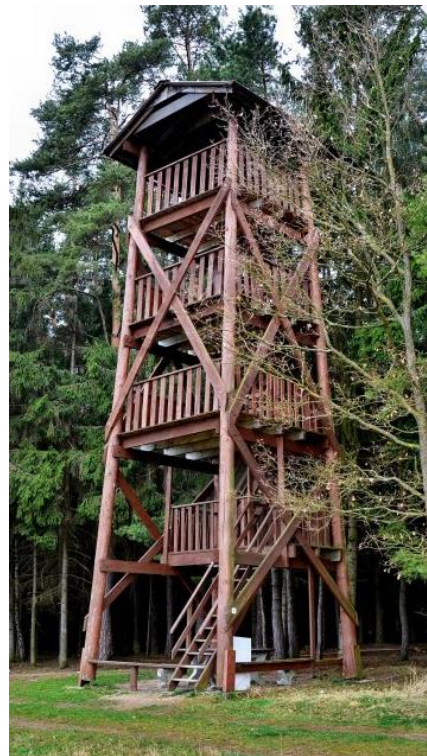
Mohou nastat případy, kdy je okolí rozhledny neudržované a po čase tak může dojít až k tomu, že je konstrukce částečně nebo plně zakrytá okolním porostem. Což způsobuje omezení výhledu z rozhledny. Je tak ale rozhledně poskytována částečná ochrana vůči působení větru a slunečnímu záření. Okolní porost také dobře zadržuje vlhkost, ochlazuje vzduch a konstrukci stíní. To ovšem způsobuje, že dřevo v konstrukci špatně vysychá, což kromě vzniku trhlin podporuje i působení biotických škůdců.

4.4.5.3.1 Radětice u Bechyně

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, 20 km jihozápadně od města Tábor, na návrší ve výšce 464 m. n. m., u obce Radětice, viz. obr. č. 32. Stavba začala v roce 2004 a byla zpřístupněna v červnu 2004.



Obrázek 32: Lokace rozhledny u Bechyně
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 33: Rozhledna
Radětice u Bechyně
(Vozka, 2023)

Celková výška rozhledny je 13 m a nejvyšší vyhlídková plošina je ve výšce 11 m, na kterou vede 41 schodů. Nosná konstrukce je trémová, tvořená čtyřmi nosnými sloupy se čtyřmi podlažními. Sloupy jsou tvořené odkorněnou smrkovou kulatinou, spojené šroubovými spoji s vazníky a dále vyztužené diagonálními prkny ve tvaru X. Sloupy jsou ukotveny ocelovými kotvami do 4 betonových patek. Do prvního patra vede jednoramenné schodiště s 11 schody. Do dalších se vystoupá po jednoramenných schodištích vždy s 10 schody. Konstrukce je zakryta střechou sedlového typu. Půdorysný tvar rozhledny je čtvercový. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 33.

4.4.6 Klasifikace podle tvaru

Rozhledna by měla mít takový tvar, který by dokázal začlenit stavbu do okolního prostředí a odpovídat i okolnímu kulturnímu odkazu. Kdy například na některých místech se nacházely v minulosti měřičské triangulační věže, ty měly většinou tvar jehlanu. V podobném tvaru se tak v těchto lokalitách staví i novodobé rozhledny.

Tvar a následný vzhled rozhledny je také významně ovlivněn finančními možnostmi zřizovatele a různými právními předpisy, podle kterých se musí řídit určitými

pravidly územního plánování a ochranou přírody. Výsledný tvar rozhledny je také podmíněn použitým konstrukčním řešením a materiálem. To znamená, že se při stavbě každé rozhledny užívají kombinace různých tvarů a prvků, aby tato pravidla výsledná stavba splňovala. Každá rozhledna tak získává své jedinečné estetické a funkční prvky. Dalo by se říct, že každá rozhledna je díky těmto skutečnostem unikátní.

Nejčastějšími tvary rozhleden ve Středních a Jižních Čechách jsou kvádrové, jehlanové a kruhové. V dalších oblastech v České republice se ale vyskytují i rozhledny netradičních tvarů např. spirály, elipsoidu, koule, paraboly a další.

4.4.6.1 Hranaté

Rozhledny hranatých, zejména kvádrových tvarů, jsou nejběžnějším tvarovým typem, ve kterém jsou rozhledny na území České republiky stavěny. Jsou charakterizovány rovnoběžnými stranami a pravými úhly stěn.

Rozhledny těchto tvarů kombinují jednoduchost designu, geometrických tvarů a efektivní využití vnitřních prostor spolu s konstrukční stabilitou a pevností umožňující rovnoměrné rozložení hmoty a zatížení a bývají cenově nejdostupnější.

4.4.6.1.1 Rozhledna Svákov

Rozhledna se nachází v Jihočeském kraji, 16 km jižně od města Tábor, u obce Soběslav, na vrchu Svákov ve výšce 445 m. n. m, viz. obr. č. 34. Stavba byla zahájena v březnu a zpřístupněna v červenci 2014.



Obrázek 35: Lokace rozhledny Svákov
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 34: Rozhledna Svákov
(Rozhledna Svákov, 2023)

Celková výška rozhledny je 14 m. Vyhlídková plošina ve výšce 10 m je zakryta střechem stanového typu. Nosná konstrukce je trémová, tvořená čtyřmi nosnými sloupy se třemi podlažními. Sloupy jsou tvořené odkorněnou smrkovou kulatinou spojené šroubovými spoji s vazníky, a dále vyztužené diagonálními prkny ve tvaru X. Sloupy jsou ukotveny ocelovými kotvami do 4 betonových patek. Do prvního podlaží se

vystoupá jednoramenným schodištěm, do druhého a třetího podlaží dvouramenným schodištěm, dohromady po 42 schodech. Půdorysný tvar rozhledny je čtvercový o ploše 4 x 4 m. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 35.

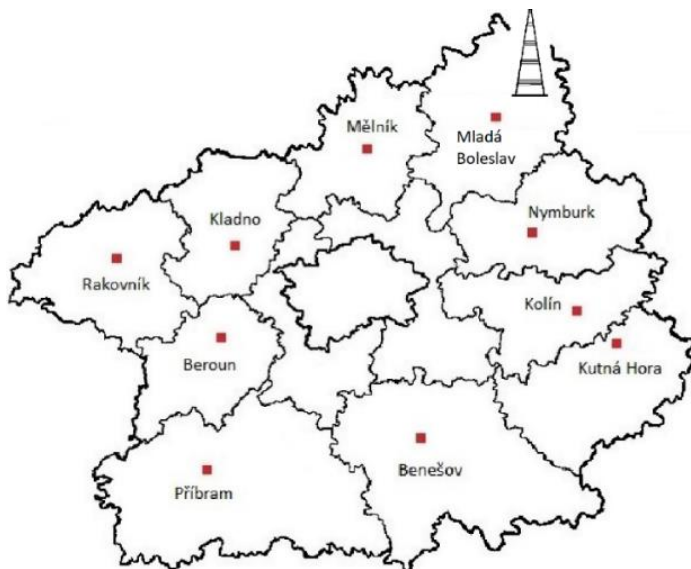
4.4.6.2 Jehlanové

Podstava jehlanu tvoří půdorys rozhledny. Půdorys může mít tvar libovolného mnohoúhelníku. Stěny stavby jsou trojúhelníky, které se sbíhají do jednoho vrcholného bodu. Tento tvar je výrazný, neobvyklý a esteticky zajímavý, rozhledna tak může sloužit i jako architektonická zajímavost.

Nevýhodou je větší náročnost na výstavbu, a to že skloněné stěny omezují možnosti využití vnitřních prostor. Zúžující se profil znamená, že stavba zabírá velkou plochu v dolní části, ale pro vyhlídkovou plošinu zůstává menší plocha.

4.4.6.2.1 Rozhledna Čížovka

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, 14 km severně od města Mladá Boleslav, ve výšce 323 m. n. m., u obce Čížovka, viz. obr. č. 36. Stavba rozhledny byla zahájena v roce 2012 a plně zpřístupněna až v únoru 2017. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 37.



Obrázek 37: Lokace rozhledny Čížovka
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 36:
Rozhledna Čížovka
(Zdroj: Autor práce)

Celková výška rozhledny je 40 m. Nejvyšší vyhlídková plošina se nachází ve výšce 27,75 m, vystoupá se na ni po 154 točitých ocelových schodech. Rozhledna má pět pater, z toho čtvrté patro je vybaveno skleněnou podlahou. První patro ve výšce 5 m má plochu 45,2 m² a nejvyšší páté plochu 8,1 m².

Nosná příhradová konstrukce je tvořena čtyřmi diagonálně uloženými sloupy z odkorněné kulatiny, svislice jsou tvořeny ocelovými profily a diagonálními ocelovými

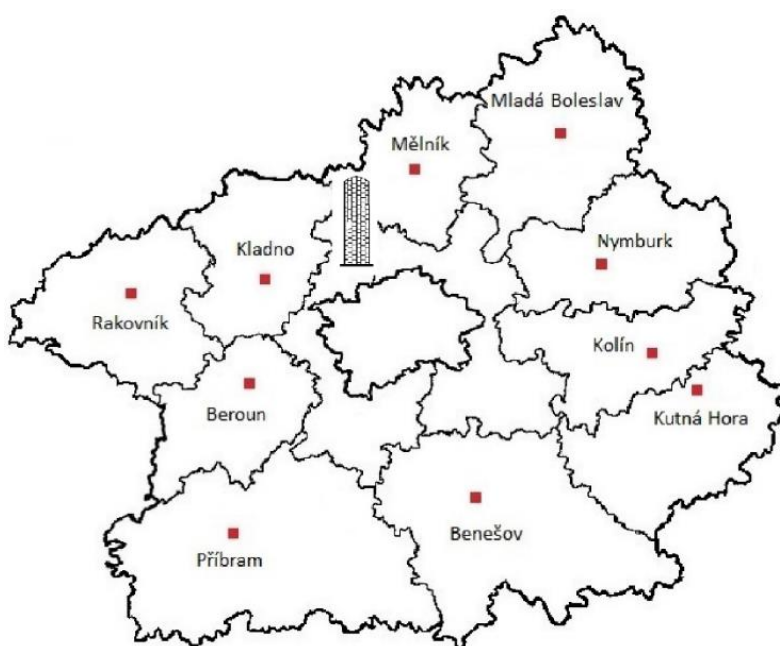
lany. Dřevěné sloupy jsou ocelovými kotevními patkami upevněné do betonové základové desky a kamenného přístřešku. Půdorysný tvar rozhledny je čtvercový. Obvodové stěny mají tvar rovnoramenného trojúhelníku, rozhledna tak dostává tvar čtyřbokého jehlanu.

4.4.6.3 Válcové

Rozhledny tohoto tvaru mají tvar válcového tělesa, má dvě kruhové podstavy s totožným průměrem, které jsou na sebe rovnoběžné. Výhodou rozhleden takových tvarů je, že z pohledu pevnosti jsou více odolné zejména proti zatížení prouděním vzduchu. Oblý tvar je aerodynamičtější, rozhledna tak získává nižší součinitel odporu a proudící vzduch do objektu nenaráží, ale může proudit kolem něj.

4.4.6.3.1 Rozhledna Cihelka

Rozhledna se nachází ve Středočeském kraji, na vrchu nad městem Libčice nad Vltavou ve výšce 217 m. n. m., 10 km severně od Prahy, viz. obr. č. 39. Stavba a zpřístupnění proběhlo v červnu 2019. Rozhledna byla navržena jako součást projektu studentů Fakulty architektury ČVUT. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 38.



Obrázek 38: Lokace rozhledny Cihelka (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 39: Rozhledna Cihelka (Zdroj: Autor práce)

Celková výška rozhledny je 7 m s vyhlídkovou plošinou ve výšce 6 m. Půdorysný tvar rozhledny je kruhový o ploše přibližně $3,1 \text{ m}^2$, celkovým tvarem by měla připomínat zděný komín.

Nosná konstrukce je válcová s ocelovým centrálním pilířem o průměru 13 cm a dřevěným modřínovým obvodovým pláštěm. Obvodový plášť je tvořen 16 svislými trámy o ploše příčného průřezu 66 cm^2 a výšce 7 m. Svislé trámy jsou spolu dále

spojeny 191 horizontálními hranoly o rozměrech 29 cm x 11 cm x 6 cm. Centrální pilíř a obvodový plášť je pomocí kotevních patek usazen do betonové základové desky. Na vyhlídkovou plošinu se vystoupá po 22 ocelových točitých schodech.

5. Diagnostika dřevěných konstrukcí

Cílem diagnostického průzkumu stavby je zjištění potřebných dat pro následné posouzení mezních stavů stavby. Dřevo je materiál, který může podléhat mnoha degradačním činitelům. A při shodě vícero činitelů může vzniknout závažné poškození ve velmi krátké době. Rozhledny jsou stavby jejichž účel je turistický a navštěvuje je velké množství návštěvníků, tudíž je nutné zabezpečit maximální bezpečí návštěvníků.

Aby rozhledna mohla plnit svou funkci, musí být ideálně umístěna na exponovaném místě. V případě rozhledny dřevěné konstrukce to znamená, že je vystavena působení abiotickým degradačním vlivům. Jejich vlivem je narušována a oslabována struktura dřeva, čímž se vytvoří vhodné podmínky pro působení biotických škůdců.

Z toho důvodu je vhodné při diagnostice vyhledávat nejen již vzniklá poškození, ale i místa ve kterých působí příhodné podmínky pro jejich vznik. Například místa se zvýšenou vlhkostí a porušenou povrchovou úpravou. Hrozí zde i možnost, že konstrukce může být přetížena i velkým počtem návštěvníků, kteří nemusí respektovat dovolený počet osob, kterým se mohly kompenzovat překročené mezní stavy únosnosti.

Fojtík a kol. (2017) uvádí, že pro bezpečné využívání staveb nejen ze dřeva je proto důležité sledovat jejich stav i v průběhu doby předpokládané životnosti. Výhodou dřeva je, že některá kritická poškození je možné vyzorovat už pouze vizuální prohlídkou.

Diagnostika konstrukce by tedy měla být zajištěna v pravidelných intervalech nebo při podezření na poruchu vlastníkem nebo správcem objektu. Na základě dat získaných diagnostickými měřeními lze následně navrhnout vhodné sanační postupy, a kroky pro zlepšení další ochrany konstrukce.

5.1 Diagnostické metody

Diagnostické metody můžeme rozdělovat podle rozsahu, kterým je při ní narušena struktura zkoumaného vzorku na nedestruktivní, semi-destruktivní a destruktivní. Dále na smyslové a přístrojové.

Dále rozlišujeme diagnostiky podle toho, zda byla měření a získávání dat provedena v lokalitě kontrolovaného objektu tedy in-situ, nebo byly v lokalitě odebrány pouze vzorky, které sloužily k dalšímu zkoumání v laboratorních podmínkách in-vitro.

5.1.1 Smyslové měření

Jedná se o nedestruktivní metodu diagnostiky, která je proveditelná pouze in-situ. Slouží jako prvotní fáze diagnostiky, která poskytuje základní data o stavu konstrukce. Podle získaných dat se určí, zda je potřeba provést další měření pomocí diagnostických přístrojů a identifikují se prvky s největším poškozením, na kterých budou další měření provedena.

Vizuálně zjistíme vnější hnilobu, požerky a výletové otvory hmyzu, tvarové deformace, trhliny a dutiny, poškozené spoje, zjevně zvýšenou vlhkost a jiné zrakem pozorovatelné vady. Dle Štefka a kol. (2009) můžeme sluchem zaznamenat pohyb larev a dále poklepem i defekty ve spojích a samotném dřevě jako např. dutiny po vnitřní hnilobě.

Při vizuální prohlídce můžeme také využít endoskopických přístrojů pro dosažení méně přístupných míst nebo k podrobnější prohlídce nalezených trhlin a dutin.

5.1.2 Měření vlhkosti

Nedestruktivní přístrojová metoda diagnostiky. Pro získání nejpřesnějších dat je nutné ji vykonat in-situ. Je možnost ji provést také v krátké době po odebrání vzorku při měření v laboratoři.

Zvýšená vlhkost dřeva je nejdůležitějším faktorem podporující a ovlivňující vznik a působení biologických degradačních činitelů.

Účelem měření vlhkosti je:

- Zjištění obsahu vlhkosti v prvcích konstrukce, ve kterých bude vykonáváno další přístrojové měření, jejichž výsledky jí mohou být ovlivněny.
- Lokalizace míst, ve kterých je zvýšená vlhkost a míst, ve kterých vysychání probíhá pomaleji oproti okolním prvkům.

Kloiber a Drdácký (2015) uvádějí, že v praxi se nejčastěji využívají vlhkoměry měřící pomocí odporové metody. Vychází ze vztahu mezi elektrickým odporem a vlhkostí materiálu s malou elektrickou vodivostí. Vlhkost nemusí být v prvcích stejná v celém průřezu. Je proto vhodné využívat i vlhkoměry, které dokáží proniknout hlouběji do struktury prvku.

5.1.3 Měření pomocí akustických vln

Podle typu využitých sond je diagnostika nedestruktivní nebo semi-destruktivní. Umožňují provádět měření in-situ i in-vitro na odebraných vzorcích.

Metoda měření je založená na zjišťování rychlosti a času průchodu, útlumu a frekvence akustických vln procházejících skrz zkoumaný vzorek. Využívá se

ultrazvukové akustické vlnění s frekvencí nad 20 kHz. Dle Kloiberta a Drdáckého (2015) je rychlost průchodu vln ve dřevě ovlivněna jednak vlastnostmi samotného dřeva jako hustota a vlhkost, tak především možnými vadami a poškozením v podobě suků, trhlin a dutin, které průchod zpomalují. Podle míry ovlivnění vln odhalujeme přítomnost vad.

Měřicí přístroje mohou být vybaveny různými počty sond a způsoby vyvolávání signálu. Sondy mohou být rozděleny na budiče signálu a přijímače. Nebo všechny slouží k oběma účelům. Signál je vyvozen buď přístrojem nebo mechanickým úderem.

Měřením akustickými vlnami můžeme provádět i akustickou tomografii. Při měření jsou pomocí hodnot průchodu akustického signálu vytvářeny tomogramy. Na nich můžeme následně sledovat vnitřní strukturu měřeného prvku.

5.1.4 Měření pomocí odporového zarážení trnu

Semi-destruktivní diagnostická metoda, prováděná in-situ. Označuje se jako semi-destruktivní, protože dochází k narušení struktury materiálu měřícím trnem. Využívá se ke zjištění hustoty prvku a jako doplněk měření pomocí akustických vln.

Dle Clarcka a Squirrella (1985) je přístroj je vybaven pružinou, zarážecím trnem a stupnicí pro měření hloubky zaražení trnu. Pružina se napne na určitou síly a poté zarazí trn do materiálu. Podle hloubky zaražení trnu, použité síly a vlhkosti se poté pomocí výpočtu zjistí hustota zkoumaného dřeva (Dřevo & stavby pro bydlení, 2022). Ze zjištěných hodnot hustoty můžeme následně dopočítat pevnost materiálu.

5.1.5 Měření pomocí odporového vrtání

Destruktivní metoda diagnostiky měřená in-situ. Metoda je založena na měření odporu materiálu proti vnikání vrtáku. Ross a kol. (2018) popisují měření tak že při vrtání se zaznamenává odpor materiálu proti vnikání vrtáku. Poškozený materiál, u kterého je tak pevnost snížena, bude vykazovat menší odpor. Provrtáním prvku zjistíme, jaký je rozsah materiálu se sníženou pevností a případných dutin, v průřezu prvku.

Odporem materiálu proti vrtání se zjišťují hodnoty hustoty. Dokážeme tak zjistit, zda je dřevo poškozené, což se projeví sníženými hodnotami hustoty v průřezu. To by indikovalo přítomnost hniloby nebo jiného poškození. Nevýhodou je, že po vrtání zůstávají v prvku otvory. Ty by se měly po konci měření ošetřit.

5.1.6 Odběry vzorků pro laboratorní měření

Odběr vzorků je destruktivní diagnostická metoda, při které se potřebná data zjišťují následně v laboratorních podmínkách. Vzorky se odebírají pro identifikaci druhů působícího biotického poškození, k makroskopickému určení druhu použitého dřeva, radiografie a pro provedení zkoušek pevnosti a tvrdosti.

5.2 Metodika diagnostiky dřevěných konstrukcí

Metodika diagnostiky závisí na dostupných měřících zařízeních, přístupnosti kontrolovaných prvků, podezření na poškození, která je potřeba prozkoumat, typu expozice konstrukce, mezních stavů konstrukce. Rozsah a detailnost prováděné diagnostiky se odvíjí od požadavků majitele stavby a rozsahu již zjištěného poškození.

Jako první krok by mělo být provedeno zjištění základních informací o stavbě jako: stáří stavby, jaké byly použity materiály a spojovací prostředky, ověřit, zda objekt nepodléhá památkové a jiné ochraně a soupis prvků v konstrukci, které mají být prozkoumány. Pokud je to možné, je vhodné získat od provozovatele kontrolovaného objektu technickou dokumentaci, dokumentaci o provedených úpravách, opravách a poškozeních, podle kterých bychom mohli současný stav posuzovat a porovnávat s originálním stavem.

Druhým krokem je provedení obhlídky samotné konstrukce, při které se předběžně zjistí celkový stav kontrolované konstrukce. Kontrolované prvky se přeměří, vizuálním průzkumem se naleznou viditelná poškození a provede se měření vlhkosti. Podle zjištěných informací se určí prvky konstrukce, u kterých by měla být provedena diagnostika pomocí měřících přístrojů.

Pokud byla při vizuální prohlídce odhalena rozsáhlejší poškození provede se třetí krok. Při něm je provedeno přístrojové měření vybraných prvků pro podrobnější průzkum jejich poškození.

Fojtík a kol. (2017) uvádějí že při prohlídce konstrukce by mělo být sledováno:

- a) celkový stav prvků a částí konstrukce,
- b) nadměrné deformace,
- c) rozsah a hloubka trhlin a delaminace slepených prvků,
- d) celkové chování konstrukce při zatížení větrem (vibrace, kmitání),
- e) funkčnost odvodnění všech důležitých částí a zabránění vytvoření stojaté vody,
- f) přístup vzduchu pro provětrávání a tím zajištění částečné regulace vlhkosti,
- g) celkový stav spojů a spojovacích prostředků,
- h) přítomnost biotických degradačních činitelů.

Posledním krokem diagnostiky je vypracování zprávy o celkovém stavu kontrolované konstrukce. Zpráva by měla obsahovat informace o zjištěných poškozeních. Zda se jedná o poškození biotickými nebo abiotickými činiteli, jejich rozsah, jaké prvky jsou zasažené a v jakém rozsahu.

Zpráva poskytne provozovateli objektu přehled o současném celkovém stavu konstrukce. Případně může sloužit jako podkladový materiál pro další průzkum a posouzení statického stavu konstrukce. Zpráva dále může obsahovat návrh sanačních opatření pro odstranění již vzniklého poškození a možnosti zlepšení ochrany konstrukce pro omezení dalšího působení degradačních vlivů.

6. Diagnostika rozhledny Veselov

Pro vypracování praktické části byla vybrána rozhledna Veselov u Družce. Na konstrukci rozhledny byla provedena základní in-situ diagnostika pro naměření dat potřebných k posouzení technického stavu. Při měření potřebných dat byla provedena vizuální prohlídka, měření vlhkosti a přístrojové měření vnitřní struktury pomocí ultrazvuku.

Při provádění diagnostiky bylo možné provést pouze měření vizuální a neinvazivní přístrojové, jelikož se nepodařilo navázat komunikaci s majitelem stavby. Z toho důvodu nemohlo být provedeno přístrojové měření, které by vyžadovalo zásahy do konstrukce a způsobilo trvalé poškození, například měření odporovým vrtáním, které by mohlo poskytnout další podrobnější data o hustotě dřeva. Díky těmto hodnotám by se dala následně přesněji interpretovat naměřená data z ultrazvukového měření. Diagnostika byla provedena 28. října 2023.

6.1 Popis rozhledny

Rozhledna se nachází 200 m východně od obce Družec v mírném kopci Veselov ve výšce 430 m.n.m. Konstrukce je samostatně stojící, vícepodlažní, částečně kryta na severní a jižní straně vzrostlými stromy. Podle lokality můžeme rozhlednu zařadit do skupiny rozhleden v rovinách a pahorkatinách. Rozhledna je zobrazena na obr. č. 40.



Obrázek 40: Rozhledna Veselov (Zdroj: Autor práce)

Rozhledna byla postavena v roce 2014 z iniciativy obcí Družec a Velká Dobrá podle projektu Ing. arch. Petra Vodrážky. Mezi roky 2017 a 2018 byla provedena oprava poškozených prvků. Při stavbě rozhledny bylo cílem napodobit vzhled historických triangulačních věží. Která na místě dnešní rozhledny v minulosti stávala. (Rozhledna na Veselově u obce Družec, 2020)

6.2 Popis konstrukce rozhledny

Vyhlídkové plošiny jsou usazené na čtyřech svislých trámech, které jsou podepřeny čtyřmi opěrnými trámy. Podle konstrukčního řešení tak můžeme konstrukci rozhledny klasifikovat jako konstrukci s opěrami. Trámy a opěry jsou vyrobeny z odkorněné kulatiny smrkového (*Picea abies*) dřeva. Celková výška konstrukce je 12 m.

Opěrné trámy mají průměr 24 cm a svislé trámy mají průměr 13 cm. Opěrné trámy jsou usazené pod úhlem 70°, v ocelových patkách zapuštěných do betonových opěr a na čepu se vzájemně podpírají. Rozhledna tak získává tvar čtyřbokého jehlanu, a čtyřúhelníkový půdorysný tvar. Opěrné trámy jsou u kotvicích patek a v každém patře vyztuženy vždy čtyřmi horizontálními trámy vzájemně propojenými šroubovými spoji.

Rozhledna má dvě vyhlídkové plošiny. První vyhlídková plošina se nachází ve výšce 3 m a její plocha je 31 m², je přístupná přímým jednoramenným schodištěm s devíti dřevěnými schody. Druhá vyhlídková plošina ve výšce 7 m má plochu 6,7 m², a je přístupná dřevěným žebříkem s jedenácti vodorovnými příčkami. Podlahy vyhlídkových plošin jsou vyrobeny z prken, které jsou položeny a šroubovými spoji spojené se čtyřmi horizontálními trámy, vždy o průměru 13 cm. Obě podlaží jsou ohraničena zábradlím do výšky 1,2 m nad podlahou. Zábradlí je hřeby kotveno do vnější strany opěrných trámů.

6.3 Diagnostika

Cílem diagnostiky je provést základní průzkum konstrukce rozhledny vizuální prohlídkou na zjištění přítomnosti degradačních vlivů a rozsahu poškození prvků konstrukce. Dále bylo provedeno přístrojové měření vlhkosti a provedena kontrola čtyř nosných sloupů konstrukce v prvním nadzemním podlaží pomocí ultrazvukového tomografu pro zjištění stavu jejich vnitřní struktury.

6.3.1 Vizuální prohlídka

Při vizuální prohlídce byla zjišťována přítomnost poškození konstrukce biotickými a abiotickými degradačními činiteli.

6.3.1.1 Definice nalezených poškození

Při vizuální prohlídce byla nalezena poškození plísní, dřevokaznými houbami a hnilobou, na prvcích především v prvním podlaží. Nalezená poškození jsou zobrazena na fotografiích a popsána v následujících kapitolách.

6.3.1.2 Plísně

Výrazným biotickým degradačním činitelem přítomným v různém rozsahu na konstrukci jsou plísně. Plísně se na konstrukci nachází především na prvcích, které jsou v kontaktu se zemí nebo v její blízkosti, jako je viditelné na obrázku číslo 41.



Obrázek 41: Plíseň na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce)

Podle Gandelové a Šlezingerové (2014) jsou plísně mikroskopické houby, které způsobují zbarvení povrchu dřeva do různých odstínů, které zůstane viditelné i po vysušení. Nezpůsobují závažná poškození mechanických vlastností, způsobují tedy hlavně estetická poškození. Pod povrchem plísní se může vytvářet povlak, který udržuje zvýšenou vlhkost ve dřevě. Tato oblast může sloužit jako podhoubí pro následné působení dřevokazných hub.

Přítomnost plísní indikuje, že zasažené prvky podléhají časté zvýšené vlhkosti. Podle zelené barvy se pravděpodobně jedná o plíseň druhu *Trichoderma viride*. Pro exaktní určení druhu by bylo potřeba provést její rozbor laboratorními testy.

6.3.1.3 Dřevokazné houby a hniloba

Na obrázcích č. 42 a 43 jsou zobrazeny dřevokazné houby nalezené na prvcích konstrukce.



Obrázek 42: Dřevokazné houby na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 43: Trámovka plotní na prvku rozhledny (Zdroj: Autor rozhledny)

Přesné určení druhu houby by bylo až možné v laboratorních podmínkách. Klobouky jsou kruhové nebo polokruhové částečně vyrůstající z trhlín v odkorněném dříví. Mladé menší plodnice mají nažloutlou barvu. Starší plodnice mají barvu tmavě hnědou až černou se světlými okraji a průměrem do 8 cm. Houba vyskytující se na konstrukci tak má znaky odpovídající trámovce plotní (*Gloeophyllum sepiarium*).

Trámovka plotní představuje nebezpečí zejména pro konstrukce ze dřeva, jelikož působí ve středu prvku, kde způsobuje hnilobu, bez viditelného porušení povrchu (*Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst., 2008). Hrozí tak náhlé porušení namáhaného prvku, který vlivem hniloby ztratil svou pevnost.

Na obrázku č. 44 je viditelné poškození vzniklé hnilobou. Hniloba byla způsobena nejspíše trámovkou plotní vyskytující se i na dalších prvcích konstrukce, popsána výše.



Obrázek 44: Hniloba na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce)

Trámovka plotní je saprofytická celulózožravá houba. To znamená že se živí celulórou a hemicelulórou dřeva. Čímž je způsobena hnědá hniloba. V prvku se tak hnilobou vytvořila dutina na prvku zobrazeném na obrázku č. 44.

Gandelová a Šlezingerová (2014) uvádí že hnědá hniloba je rozklad dřeva enzymy celulózožravých hub. Degradací celulózových polysacharidů jsou poškozeny vazby v chemické struktuře dřeva, a to tím ztrácí své mechanické vlastnosti. Křehne, praská, ztrácí hustotu a pevnost.

6.3.1.4 Abiotické poškození dřeva

Na celé konstrukci je viditelné výrazné zešedivění dřevěných prvků. Změna odstínu dřeva je způsobená dlouhodobějším působením abiotických atmosférických degradačních vlivů. Jedná se o přirozený proces stárnutí dřeva v exteriéru. Na obrázku č. 45 lze pozorovat se ztmavnutou barvou dřeva také vlnitou texturu na povrchu prvků podlahy.



Obrázek 45: Prvky poškozené působením abiotických degradačních činitelů
(Zdroj: Autor práce)

V exteriéru na dřevo působí více degradačních abiotických vlivů současně, pouze s rozdílnou intenzitou. V závislosti na délce působení těchto vlivů probíhá ve dřevě několik fází jeho degradace.

Reinprech a Pánek (2016) uvádí, že v první fázi dochází vlivem slunečního záření k fotochemickým reakcím, které způsobují rozklad ligninu. Uvolněný lignin je následně vyplavován vodou. Ztmavnutí je poté způsobeno usazováním nečistot z ovzduší v narušené struktuře dřeva.

Vyplavením ligninu dochází k dalšímu narušování provázání celulózových a hemicelulózových vláken. Ty jsou dle Reinprechta a Pánka (2016) dále degradována dalším dlouhodobým působením atmosférických degradačních vlivů spolu s mechanickým obrušováním, začne způsobovat plastickou degradaci textury. Vzniká tak povrch s proměnlivým profilem způsobený rozdílnými hustotami letního a jarního dřeva. Jarní dřevo je kvůli svým vlastnostem a struktuře degradováno rychleji. Členitost povrchu tedy odpovídá rozložení letokruhů.

Dalším druhem poškození jsou trhliny jako na obrázku č. 46.



Obrázek 46: Trhlina na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce)

Trhliny jsou poškození vzniklá buď mechanickým poškozením nebo působením atmosférických činitelů. Působením změn tepla a vlhkosti dochází k bobtnání a sesychání dřeva, během kterého vzniká ve struktuře dřeva napětí. Akumulované napětí po určité době začne způsobovat lomy.

Trhliny mohou od určité velikosti způsobovat narušení pevnostních vlastností daného prvku, ale především slouží jako vhodné prostředí pro působení biotických degradačních činitelů. V trhlíně, do které nevyhnutelně začne zatékat a tím se lokálně zvyšovat vlhkost prvku, vznikne ideální prostor zejména pro působení dřevokazných hub. Zvýšená vlhkost v trhlíně je téměř nevysušitelná, jedná se proto o závažné poškození.

Na obrázku č. 47 jsou viditelné odlupující se vrstvy popraskaného ochranného nátěru na prvku konstrukce. Zbytky neznámého druhu nátěru jsou na obrázku viditelné jako lesklé šupiny. Degradace nátěrové hmoty, kterou byly podpůrné trámy ošetřeny, je viditelná na všech čtyřech trámech.



Obrázek 47: Poškození nátěrového filmu na prvku rozhledny
(Zdroj: Autor práce)

Odlupování nátěru je způsobené jednak jeho samotným stárnutím, a hlavně vlivem atmosférických činitelů. Tedy vlivem slunečního záření, vlhkosti, a teploty kvůli kterým dochází oslabování vrstvy nátěru a jeho adheze k povrchu.

6.3.2 Měření vlhkosti

Zjišťování vlhkosti jednotlivých prvků bylo provedeno přístrojovou metodou pomocí vlhkoměru Testo 606-2. Měření bylo provedeno na přístupných prvcích pro získání základního přehledu o rozsahu stavu vlhkosti v jednotlivých podlažích konstrukce.

Kloibert a Drdácký (2015) uvádí, že pokud je hodnota vlhkosti dřeva pod hodnotou 20 %, je možnost napadení houbami a plísní významně snížena. Měřením vlhkosti v konstrukci tak můžeme zjistit, v kterých prvcích panují vhodné podmínky pro jejich působení. Díky tomu je poté možné navrhnout vhodná sanační opatření.

6.3.2.1 Naměřená data

Z naměřených hodnot vlhkostí byly vypočítány průměrné hodnoty pro jednotlivé části konstrukce. Výsledné hodnoty vlhkostí jsou zobrazeny v tabulce č. 2.

		Vlhkost [%]			
		Průměrná vlhkost na severní straně [%]	Průměrná Vlhkost na východní straně [%]	Průměrná Vlhkost na jižní straně [%]	Průměrná Vlhkost na západní straně [%]
Jednotlivá podlaží	1. NP	17,7	24,3	19,9	18,5
	2. NP	14,5	16,4	15,4	14,4
	3. NP	19,3	20,7	20,1	19,7
Jednotlivé strany konstrukce		17,1	18,7	18,6	17,7
Celá konstrukce		18,4			

Tabulka 2: Naměřené hodnoty vlhkosti na konstrukci rozhledny (Zdroj: Autor práce)

Kritických hodnot vlhkosti okolo 20 % dosahovalo první a třetí podlaží. Zvýšená vlhkost v prvním podlaží na východní straně konstrukce odpovídá nalezeným poškozením vizuální prohlídkou, při které bylo nalezeno působení dřevokazných hub a plísní.

Nejvyšších průměrných hodnot vlhkosti dosahují prvky ve třetím podlaží. Na těchto prvcích ale bylo při vizuální prohlídce nalezeno nejméně poškození. Prvky v tomto podlaží jsou vyvýšeny nad zemí a nejsou nijak kryty. Díky tomu mohou opět rychle vysychat pod kritickou hodnotu a neposkytují tak vhodné podmínky pro biotické degradační činitele.

První podlaží je nejvíce zastíňováno a kryto zbylou konstrukcí a je i omezen přístup proudění větru okolními stromy. Prvky v tomto podlaží tedy vysychají nejpomaleji. To vytváří vhodné podmínku pro vznik a působení biotických degradačních vlivů.

6.3.3 Měření pomocí ultrazvukových vln

Při vizuální prohlídce a následném měření vlhkostí prvků byly pro přístrojové měření vybrány čtyři opěrné trámy v oblasti prvního nadzemního podlaží. Jelikož jsou to stěžejní prvky konstrukce zajišťující nosnou a opěrnou funkci. A při vizuální prohlídce byla odhalena závažná poškození na prvcích, které jsou s nosnými trámy v kontaktu nebo těsné blízkosti. Oblast prvního nadzemního podlaží při měření vlhkosti vykazovala vysoké hodnoty vlhkosti dřevěných prvků. Existuje tedy velké riziko jejich poškození v této části konstrukce.

Přístrojově kontrolovány nebyli veškeré prvky konstrukce, jelikož by bylo vyžadováno horolezecké vybavení. Data byla měřena pouze v prostorech dostupných ze země. Měření bylo provedeno pomocí přístroje Fakopp Bt – ArborSonic 3D Acoustic Tomograph. Měření probíhá poklepáním kladívka na senzor přiložený na kontrolovaném prvku. Poklepáním jsou vyvozeny zvukové vlny, které určitou rychlostí prochází prvkem k protilehlému senzoru.

Rychlost a zpomalování šíření akustických vln je dle Kloiberta a Drdáckého (2015) při měření ovlivněno druhem dřeva, orientací letokruhů vůči směru šíření vln, teplotou, vlhkostí, vadami struktury a růstu dřeva jako suky a trhliny.

Všechny tyto efekty mohli ovlivnit měření na konstrukci. Při podezření na poškození většího rozsahu by proto bylo vhodné provést měření například pomocí odporového vrtání nebo zarážecího trnu, které může poskytnout podrobnější data.

6.3.3.1 Definice naměřených dat

Kontrolované prvky jsou pro lepší orientaci označovány podle světových stran, do kterých jsou v konstrukci situovány. Měření bylo provedeno na čtyřech nosných trámech konstrukce v prostoru prvního nadzemního podlaží. Na každém trámu bylo provedeno pět měření, vždy prostřednictvím osmi snímačů umístěných rovnoměrně po obvodu trámu.

Měření bylo rozděleno do vrstev. První vrstva byla vždy od země vzdálena 65 cm, následující čtyři vrstvy byly vzdáleny po 30 cm. Obvod trámů v oblastech měření se pohyboval v rozmezí 72 až 80 cm.

Při vizuální prohlídce nebyly na nosných trámech nalezeny znaky přítomnosti poškození od dřevokazných hub ani hmyzu. Na povrchu trámů se ale objevují trhliny v radiálním směru vzniklé pravděpodobně důsledkem sesychání.

Z přístrojem naměřených hodnot je následně pomocí softwaru vygenerován 3D model zobrazující pomocí barevného spektra rychlost šíření akustických vln v prvku. Zóny vyplněné zelenou barvou představují žádné nebo minimální změny v hustotním profilu prvku. Tyto oblasti tedy lze považovat za nepoškozené. Zóny vyplněné červeně a fialově jsou oblasti, ve kterých byla rychlost šíření akustických vln zpomalena. To znamená, že hodnoty hustoty v těchto oblastech jsou sníženy, což může indikovat výskyt hniloby nebo dutin.

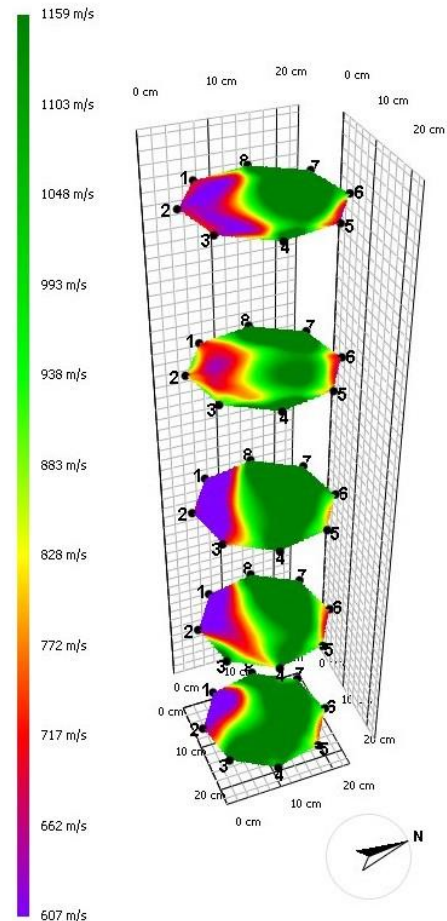
6.3.3.2 Jihovýchodní trám

Trám se nachází na jihovýchodní straně konstrukce, zobrazený na obrázku č. 48. Průměr trámu je 25,5 cm. Při měření prvku byly zjištěny hodnoty vlhkosti 19,1; 17,4 a 18,1 %. Na trám v měřené oblasti jsou pouze dvě větší trhliny s šířkami do 1 cm.

Na horizontálním nosníku z jižní strany byly v trhlinách při vizuální prohlídce nalezeny klobouky dřevokazné houby trámovky plotní. Existuje tedy riziko skrytého působení tohoto škůdce také v měřeném trámu.



Obrázek 49: Kontrolovaný jihovýchodní trám
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 48: Tomograf prvku z měření ultrazvukem
(Zdroj: Autor práce)

Z naměřených dat byl vygenerován 3D model, zobrazený na obrázku č. 49. Podle modelu je snížený hustotní profil ve druhé, třetí a páté měřené vrstvě okolo 30 %. Takovýto rozsah je značný, a prvek tak může mít narušeny mechanické a pevnostní vlastnosti. Bylo by proto vhodné provést podrobnější průzkum, např. pomocí odporového vrtání, kterým můžeme získat konkrétní hodnoty pevností v podezřelých oblastech

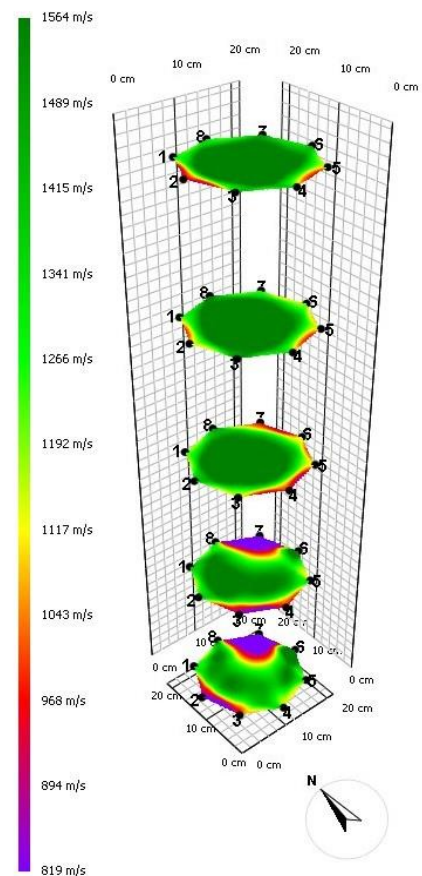
Prvek může být poškozen působením zmíněné trámovky plotní, která degraduje vnitřní strukturu prvku. Přes trhliny, které se na prvku vyskytují, může do středové části pronikat dešťová voda. Zvýšená vlhkost v trhlinách se následně vysouší pomaleji a vytváří tak vhodné podmínky pro působení tohoto degradačního činitele.

6.3.3.3 Severovýchodní trám

Prvek se nachází na severovýchodní straně a je zobrazený na obrázku č. 50. Průměr trámu je 23,6 cm. Při měření vlhkosti byly v oblasti měření zjištěny hodnoty 14; 13 a 13,5 %. Při vizuální prohlídce byla zjištěna přítomnost plísně v přízemní části prvku a výsušné trhliny, jejichž šířka nepřesahovala 4 mm. U prvků, které jsou s trámem v kontaktu nebo jeho blízkosti, byl pozorován pouze výskyt plísně.



Obrázek 50: Kontrolovaný severovýchodní trám
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 51: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)

Rozsáhlejší snížení hustoty v prvku bylo zjištěno pouze v první a druhé vrstvě. Tak jak je zobrazeno v obr. č. 51. Rozsah poškození v těchto vrstvách je okolo 10 %. Poškození by mohlo být zapříčiněno působením dřevokazných hub jako u předchozího prvku.

V tomto rozsahu by poškození nemělo představovat riziko pro narušení pevnosti konstrukce. Bylo by ovšem vhodné provést po uplynutí např. šesti měsíců další měření, pro zjištění, zda se poškození nerozšiřuje. Podle toho by se dalo určit, zda se opravdu jedná o biotické poškození, nebo pouze o trhliny pod povrchem.

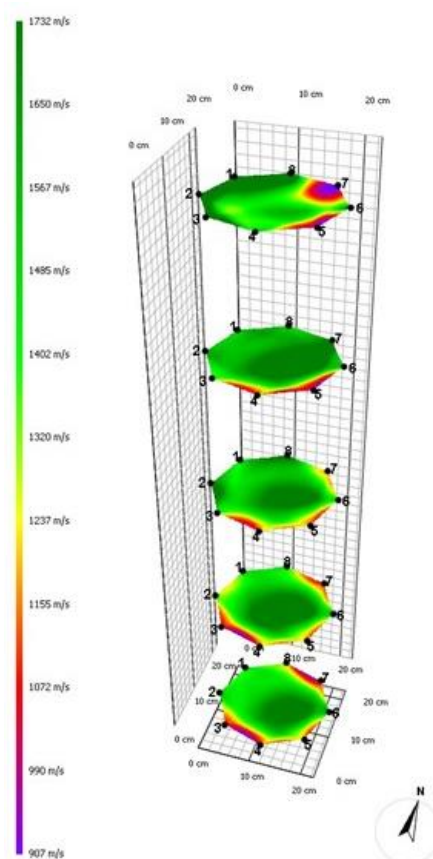
6.3.3.4 Severozápadní trám

Měřený trám se nachází na severozápadní straně konstrukce a je zobrazený na obrázku č. 52. Průměr trámu je 24,5 cm. Při měření vlhkosti byly naměřeny hodnoty 14; 13; a 13,5 %. Vizuální prohlídkou prvku nebylo zjištěno žádné poškození biotickými vlivy a trhlinami.

Horizontální nosník na západní straně konstrukce, který je v přímém kontaktu s měřeným trámem, je silně poškozen hnilobou způsobenou působením dřevokazných hub. Je tedy riziko, že tento degradační vliv napadne i měřený trám.



Obrázek 52: Kontrolovaný severozápadní trám
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 53: Tomograf prvku z měření ultrazvukem
(Zdroj: Autor práce)

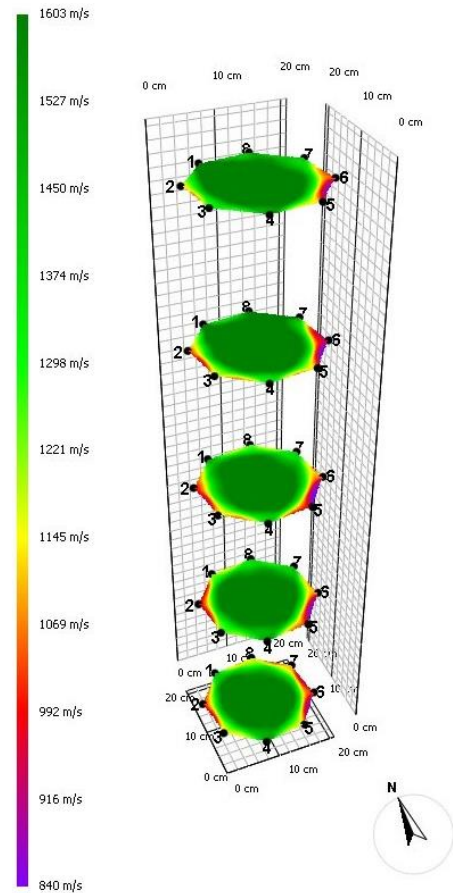
V páté měřené vrstvě u sedmého snímače, jak je zobrazeno na obr. č. 53, bylo měření ovlivněno sukem v měřené oblasti. Tuto neshodu tedy můžeme zanedbat. V kontrolované oblasti trámu nebylo zjištěno žádné viditelné poškození a ani významnější snížení hustotního profilu. Kontrolovanou oblast trámu podle výsledků měření můžeme považovat za zdravou.

6.3.3.5 Jihozápadní trám

Měřený trám se nachází na jihozápadní straně konstrukce, a je zobrazen na obrázku č. 55. Průměr trámu je 23,6 cm. Při měření vlhkosti byly naměřeny hodnoty 17; 15,7 a 14,3 %. Vizuální prohlídkou byla odhalena na vnější straně trámu po celé jeho délce odlupčivá trhlina o šířce kolem 5 cm a hloubce do 3 cm. Tato vada je viditelná na obrázku č. 54, v oblasti mezi snímačem šest a pět.



Obrázek 55: Kontrolovaný jihozápadní trám
(Zdroj: Autor práce)



Obrázek 54: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)

Výsledky měření neukazují na pokles hodnoty hustoty v žádné měřené vrstvě. Jediné poškození je tedy zmíněná trhlina. Celkově můžeme trám považovat za zdravý.

6.4 Celkový stav konstrukce rozhledny

Při vizuální prohlídce nebyly nalezeny žádné poškozené nebo uvolněné spojovací prostředky a tesařské spoje. Na konstrukci byly nalezeny čtyři závažně poškozené prvky, které vyžadují výměnu nebo ošetření pro zamezení šíření poškození. Jejich poškození je způsobeno působením dřevokazných hub. Na skoro všech prvcích v prvním podlaží konstrukce byla zjištěna přítomnost plísně. Plíseň se dále vyskytuje na prvcích podlahy a schodiště. Mechanické ani fyzikální vlastnosti dřeva plíseň ale přímo neohrožuje.

K napadení a působení plísní a hub dochází při vlhkosti dřeva od hranice 20 % a výše, které v této části konstrukce byly naměřeny, jak bylo zmíněno v kapitole 6.3.2. Bylo by proto vhodné zvýšenou vlhkost, zejména v důležitých nosných prvcích řešit sanačními opatřeními.

Pro snadnější orientaci ve zjištěných poškozeních v konstrukci rozhledny, byly vytvořeny pro každou stranu stavby výkresové přílohy. Ve výkresových přílohách jsou zakresleny prvky, na kterých byla nalezena poškození zjištěná vizuálním a přístrojovým průzkumem. Pro snadnější identifikaci jsou prvky s poškozením číselně a barevně označeny v obrázcích č. 56 až 59, a v tabulkách č. 3 až 6 je uvedeno jejich poškození.

Podle rozsahu poškození se prvky rozdělují do dvou kategorií:

1. Kategorie – žlutě označené prvky

- Jedná se o mírněji poškozené prvky.
- Do této kategorie jsou řazeny poškození, která v době provedení diagnostiky přímo neohrožují vlastnosti daného prvku ani konstrukce.
- Tyto prvky je vhodné vyměnit nebo provést potřebné kroky k omezení dalšímu rozšiřování poškození a tím zamezit znehodnocení daného prvku.

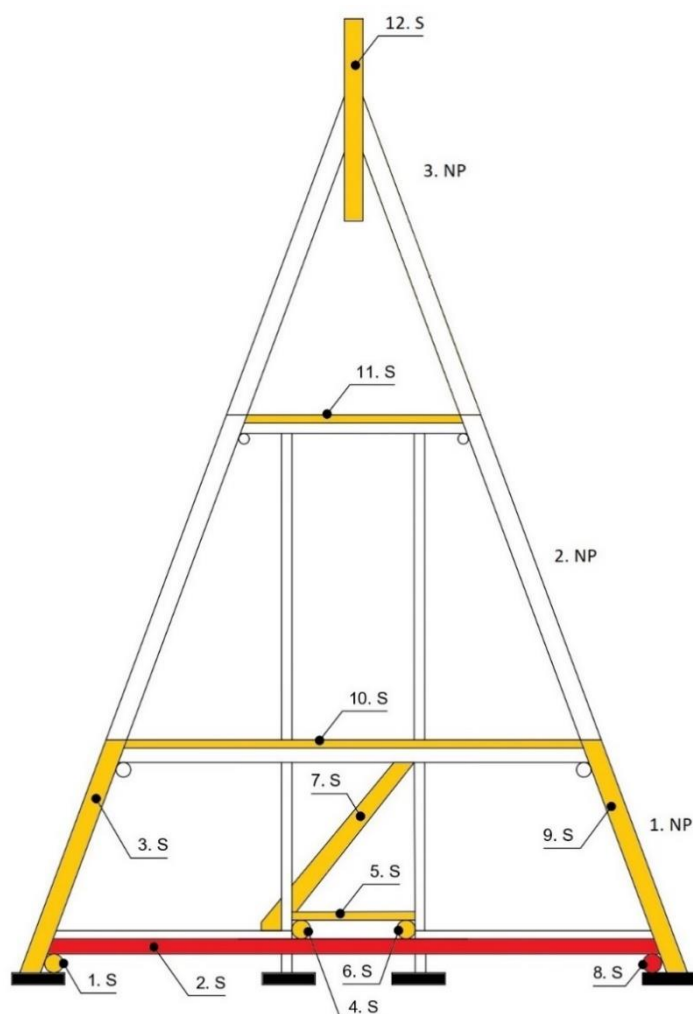
2. Kategorie – červeně označené prvky

- Jedná se o silně poškozené prvky.
- Do této kategorie jsou řazeny poškození, která již narušují strukturu a vlastnosti daných prvků. Čímž mohou být narušovány i vlastnosti konstrukce.
- Dané prvky je nutno v nejbližší době vyměnit, ošetřit nebo provést potřebné operace k vyztužení dané oblasti a tím zamezit narušení celkové pevnosti a stability konstrukce.

Na všech dřevěných prvcích konstrukce pozorujeme opotřebení vlivem atmosférických degradačních vlivů. Reinprecht a Pánek (2016) uvádí, že těmito vlivy je narušena pouze estetická stránka dřeva a v minimální míře jeho fyzikální a mechanické vlastnosti. Jedná se o přirozený proces stárnutí dřeva, který se dá pouze zpomalit pomocí nátěrových látek. Toto poškození proto nebylo zařazeno ani do jedné kategorie.

6.4.1 Severní strana

Celkový stav severní strany konstrukce je zobrazen na obr. č. 56. A nalezená poškození jsou sepsány v tabulce č. 3.



Severní strana		
Prvek	Podlaží	Poškození
1.S	1. NP	Plíseň
2.S	1. NP	Houby / Plíseň
3.S	1. NP	Trhliny / Plíseň
4.S	1. NP	Plíseň
5.S	1. NP	Plíseň
6.S	1. NP	Plíseň
7.S	1. NP	Plíseň
8.S	1. NP	Hniloba / Plíseň
9.S	1. NP	Plíseň
10.S	2. NP	Plíseň
11.S	3. NP	Plíseň
12.S	3. NP	Plíseň

Tabulka 3: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)

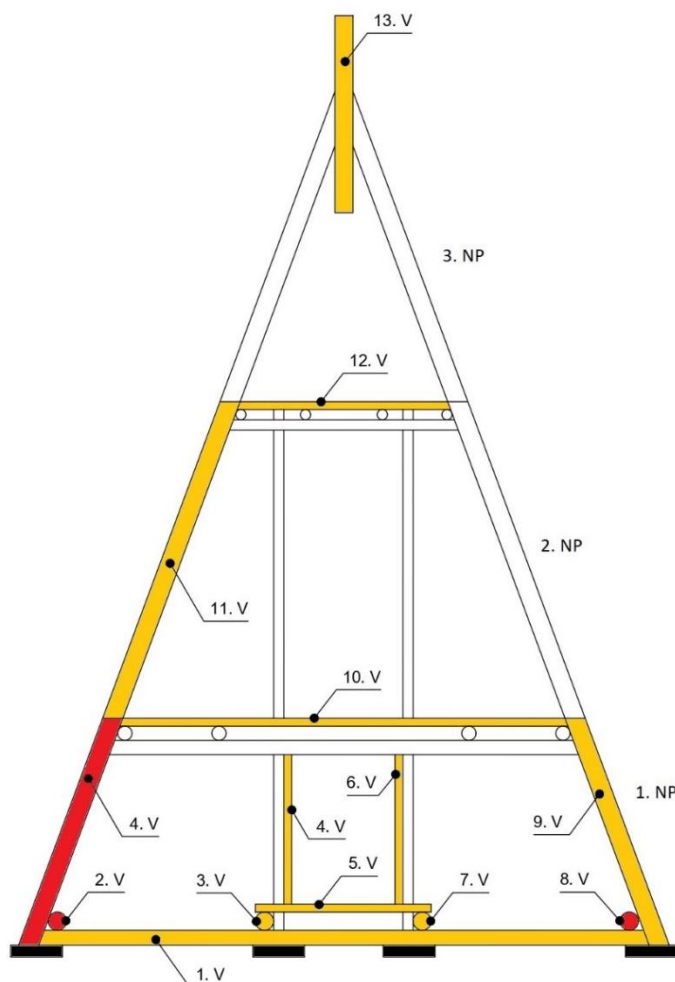
Obrázek 56: Poškozené prvky na severní straně konstrukce
(Zdroj: Autor práce)

Nejzávažnější poškození na severní straně konstrukce je výskyt dřevokazných hub na prvku 2.S. Tito degradační činitelé se do prvku nejspíše rozšířili z prvku 8.S, ve kterém se vyskytují taktéž a je již značně degradován hnilobou.

Stavy prvků 3.S a 9.S, na kterých bylo provedeno měření ultrazvukem, je popsáno v kapitolách 6.3.3.3 a 6.3.3.4. U prvku 3.S bylo zjištěno poškození v rozsahu přibližně 10 % ve výšce od 60 do 90 cm. U tohoto prvku bude potřebné provést další měření, aby se zjistilo, zda se poškození nerozšiřuje a mohlo by tak narušit pevnost prvku. Prvek 9.S byl měřením vyhodnocen jako zdravý. Na ostatních vyznačených prvcích byl zjištěn výskyt plísně.

6.4.2 Východní strana

Celkový stav východní strany konstrukce je zobrazen na obr. č. 57. A nalezená poškození jsou sepsány v tabulce č. 4.



Obrázek 57: Poškozené prvky na východní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce)

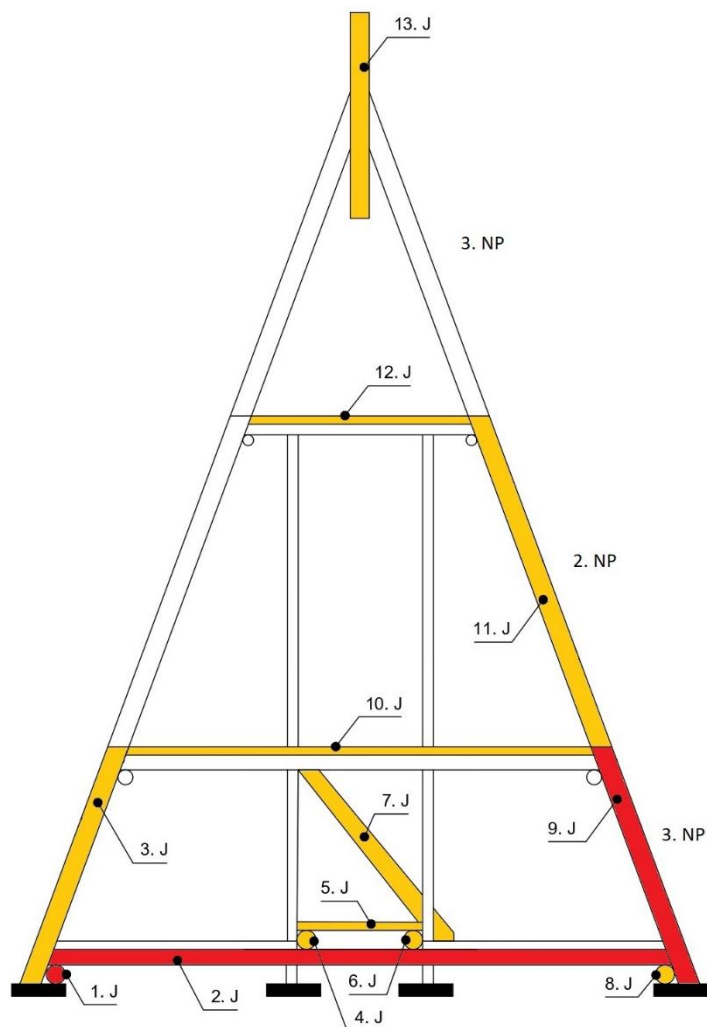
Východní strana		
Prvek	Podlaží	Poškození
1.V	1. NP	Plíseň
2.V	1. NP	Houby / Plíseň
3.V	1. NP	Plíseň
4.V	1. NP	Plíseň
5.V	1. NP	Plíseň
6.V	1. NP	Plíseň
7.V	1. NP	Plíseň
8.V	1. NP	Houby / Plíseň
9.V	1. NP	Trhliny / Plíseň
10.V	2. NP	Plíseň
11.V	2. NP	Trhliny / Plíseň
12.V	3. NP	Plíseň
13.V	3. NP	Plíseň

Tabulka 4: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)

Stav prvků 4.V a 9.V, měřené ultrazvukovou metodou, jsou popsány v kapitolách 6.3.3.2 a 6.3.3.3. Prvek 9.V byl již dále popsán výše. Na prvku 4.V bylo odhaleno poškození v rozsahu přibližně 30 %. Jedná se nejpoškozenější svislý prvek v konstrukci, zjištěný ultrazvukovým měřením. Jedná se o nejdůležitější prvek nosné části konstrukce, bude proto nezbytné provést potřebné sanační opatření pro zamezení rozšiřování poškození a jeho vyztužení. Na ostatních vyznačených prvcích byl zjištěn výskyt plísně.

6.4.3 Jižní strana

Celkový stav jižní strany konstrukce je zobrazen na obr. č. 58. A nalezená poškození jsou sepsány v tabulce č. 5.



Jižní strana		
Prvek	Podlaží	Poškození
1.J	1. NP	Hniloba / Plíseň
2.J	1. NP	Houby / Plíseň
3.J	1. NP	Trhliny / Plíseň
4.J	1. NP	Plíseň
5.J	1. NP	Plíseň
6.J	1. NP	Plíseň
7. J	1. NP	Plíseň
8.J	1. NP	Plíseň
9.J	1. NP	Trhliny
10.J	2. NP	Plíseň
11.J	2. NP	Trhliny
12.J	3. NP	Plíseň
13.J	3. NP	Plíseň

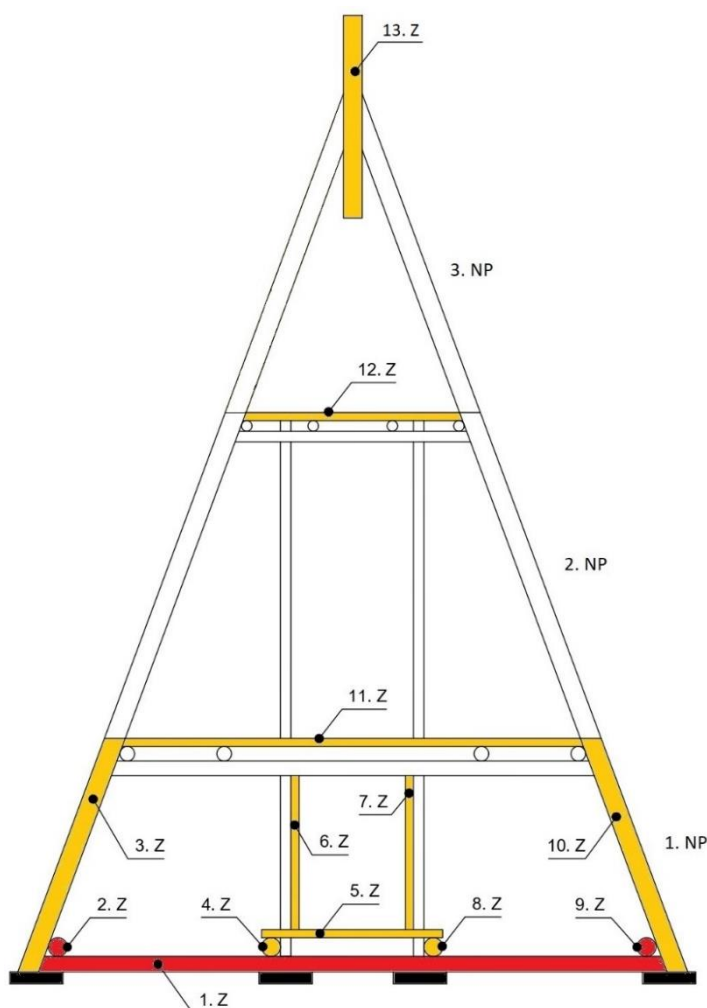
Tabulka 5: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)

Obrázek 58: Poškozené prvky na jižní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce)

Prvek 9.J je popsán výše. Prvek 3.J kontrolovaný pomocí ultrazvukového měření a popsáný v kapitole 6.3.3.5, byl vyhodnocen jako zdravý, bez poškození. Na ostatních vyznačených prvcích byl zjištěn výskyt plísně.

6.4.4 Západní strana

Celkový stav západní strany konstrukce je zobrazen na obr. č. 59. A nalezená poškození jsou sepsány v tabulce č. 6.



Západní strana		
Prvek	Podlaží	Poškození
1.Z	1. NP	Hniloba / Plíseň
2.Z	1. NP	Houby / Plíseň
3.Z	1. NP	Plíseň
4.Z	1. NP	Trhliny / Plíseň
5.Z	1. NP	Plíseň
6.Z	1. NP	Plíseň
7.Z	1. NP	Plíseň
8.Z	1. NP	Trhliny / Plíseň
9.Z	1. NP	Houby / Plíseň
10.Z	1. NP	Trhlina / Plíseň
11.Z	2. NP	Plíseň
12.Z	3. NP	Plíseň
13.Z	3. NP	Plíseň

Tabulka 6: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)

Obrázek 59: Poškozené prvky na západní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce)

Na západní straně konstrukce je nejvíce poškozený prvek 1.Z. V jeho levé straně působením hniloby vznikla rozsáhlá dutina dlouhá přibližně 1 m, 7 cm široká a 6 cm hluboká. Dutina je zobrazená na obrázku č. 44. Na pravém konci prvku se vyskytují dřevokazné houby, které hnilobu způsobují. Tento prvek je z celé konstrukce poškozen nejvíce a je nutné jeho okamžité odstranění a výměna.

Stav prvku 3.Z zjištěný pomocí měření ultrazvukem byl popsán v kapitole 6.3.3.4. Prvek byl vyhodnocen jako zdravý, bez poškození. Pouze ve spodních částech u kotevních patek byla nalezena přítomnost plísně. Plíseň se dále nachází i na všech dalších označených prvcích. Na ostatních vyznačených prvcích byl zjištěn výskyt plísně.

7. Sanační opatření

Na základě dat získaných diagnostickými měřeními jsou navrženy vhodné sanační opatření, a postupy pro výměnu, zpevnění a zlepšení ochrany prvků konstrukce.

7.1 Sanace prvků napadených plísní

Prvky zasažené plísní jsou poškozené maximálně do hloubky několika mm. Pro ošetření těchto prvků bude nejvhodnější provést chemickou sanaci. Sanace se provede pomocí vhodného biocidního přípravku naneseného na povrch nátěrem nebo postřikem. Jako biocidní prostředky by měly být využity fungicidy potlačující aktivitu plísní.

Po ošetření prvku biocidním prostředkem může zůstat povrch zbarvený působením plísně. Toto zbarvení by mělo být možné odstranit přebroušením nebo přetřením povrchu nátěrovými hmotami.

7.2 Sanace prvků napadených dřevokaznými houbami

Pro zastavení činnosti dřevokazných hub je potřebné vysušit napadené prvky pod 20 % vlhkost. Tato možnost u této stavby není proveditelná. Na prvcích 2.S, 2.J a 1.Z, které jsou poškozené působením dřevokazných hub a hnilobou, je proto nutné provést konstrukční sanaci. Poškozené prvky bude nutné celé vyměnit. Autoři Baier a Týn (1996) zdůrazňují, že po odstranění poškozených prvků z konstrukce by se prvky neměli již dále nijak využívat. Bude nutné je zničit spálením nebo uložením na skládce odpadu tak, aby se degradační činitelé nemohli rozšířit na jiné konstrukce.

Prvky by mělo být možné vyměnit bez nutnosti dodatečného vyztužování konstrukce. Výměna by se měla provést v době kdy bude rozhledna uzavřena přístupem návštěvníků a bude panovat minimální zatížení povětrnostními vlivy pro bezpečnou výměnu. Materiál nahrazovaných prvků by měl odpovídat kulatině v III. jakostní třídě, kvality třídy B. Během výměny poškozených prvků by se měli dotáhnout veškeré svorníky styčnickových spojů na konstrukci.

Po výměně poškozených prvků bude nutné celou konstrukci rozhledny ošetřit fungicidními přípravky a ochrannými nátěrovými látkami, pomocí nátěru nebo postřikem. Tím se zajistí i zpomalení další degradace abiotickými degradačními činiteli.

Pokud by se dalším měřením např. odporovým vrtáním potvrdil rozsah poškození v prvku jihozápadního nosného trámu popsany v kapitole 6.3.3.2. Poškozený prvek bude obtížné až nemožné vyměnit. Pro výměnu by bylo potřeba vyrobít podpůrnou konstrukci, která by v průběhu výměny prvku přenášela zatížení z měněného prvku. Toto řešení by proto bylo příliš finančně nákladné. Poškození v prvku není však tak značné a mohlo by být ošetřeno zpevněním dané oblasti.

Zpevnění můžeme provést dvěma způsoby, jak uvádí Štefko a kol. (2009):

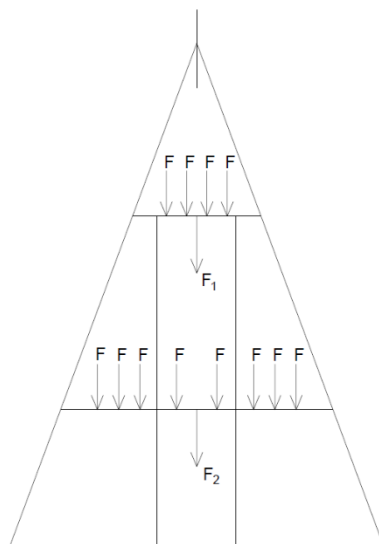
1. Ponecháním plného původního průřezu, který bude vyztužen příložkováním.
2. Odstraněním poškozené části z průřezu prvku a následně její nahrazení protézováním.

Při příložkování je k poškozenému prvku mechanickými spojovacími prostředky připevněn vyztužovací prvek ze dřeva nebo jiného materiálu. Tímto způsobem bude ovšem narušena estetika stavby. Vhodnějším způsobem opravy se v tomto případě proto jeví protézování. Při protézování by byla poškozená zóna v prvku odstraněna a nahrazena protézou kopírující tvar odstraněného dílu z prvku. Pohledová část prvku si tak zachová tvar a vzhled jako u původního průřezu.

Rozsah poškození v prvku tvoří přibližně 30 % z plochy prvku. Poškození bylo zjištěno na jižní straně, ve výšce od 60 cm do 190 cm, hloubce okolo 6 cm a šířce do 22,5 cm. Bude tedy nutné tuto část z prvku vymanipulovat. Po odstranění poškozené části by se měla oblast ošetřit fungicidními prostředky. Protézu a příložku bude nutné usadit do prvku v době kdy budou mít stejné hodnoty vlhkosti jako opravovaný prvek.

7.2.1 Statický výpočet pro jihozápadní nosný trám

Rozsah poškození v prvku není zanedbatelný. Je proto vhodné provést kontrolní výpočet pro ověření, zda napětí v prvku nedosahuje mezních hodnot, při kterých by mohlo dojít k trvalé deformaci nebo porušení prvku. Výsledky výpočtů také umožní určit, zda bude možné provedení sanace protézováním bez nutnosti dodatečného dočasného vyztužení konstrukce.



Obrázek 60: Nákres působících sil na konstrukci (Zdroj: Autor práce)

Pro výpočet celkového maximálního zatížení, které může na rozhlednu v jeden moment působit se uvažuje, že se na druhé vyhlídkové plošině mohou nacházet čtyři osoby a na první vyhlídkové plošině osm osob. Každý jeden návštěvník působí na konstrukci silou F , jak je zobrazeno na obrázku č. 60.

Při výpočtech se uvažuje, že jeden návštěvník váží 80 kg a nese s sebou zátěž o hmotnosti 20 kg. Celkem tedy připadá hmotnost 100 kg na jednoho člověka. Pro zjištění celkové síly F_c působící na konstrukci je vypočtena celková síla F_1 a F_2 působící v každém patře od jejich zatížení. Tyto síly se následně sečtou, čímž je získáno celkové zatížení. Při výpočtu zatěžujících sil je využit koeficient bezpečnosti k o hodnotě 5. Jelikož hodnoty zatížení jsou hrubě aproximované.

$$F_1 = m_{\text{osoby}} \times \text{počet osob} \times g \times k = 100 \times 4 \times 10 \times 5 = 20000 \text{ N}$$

$$F_2 = m_{\text{osoby}} \times \text{počet osob} \times g \times k = 100 \times 8 \times 10 \times 5 = 40000 \text{ N}$$

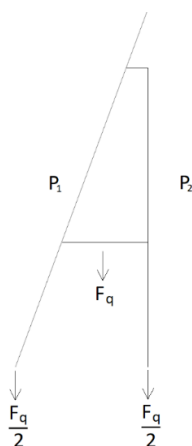
$$F_{\text{celková}} = F_1 + F_2 = 20000 + 40000 = 60000 \text{ N}$$

Pro zjednodušení výpočtu je konstrukce rozhledny rozdělena metodou myšleného řezu na čtvrtinu, čímž se vypočítají zatížení, která připadají pouze na opravovaný prvek, jak je zobrazeno na obr. č. 61 a 62. V oblasti, ve které se nachází opravovaný prvek tak působí síla F_q , která je $\frac{1}{4}$ celkového zatížení.

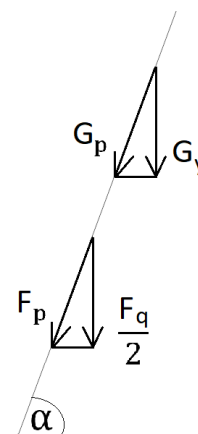
$$F_q = \frac{F_c}{4} = \frac{60000}{4} = 15000 \text{ N}$$

Síla F_q se dále rozkládá mezi prvky P_1 a P_2 .

$$\frac{F_q}{2} = \frac{15000}{2} = 7500 \text{ N}$$



Obrázek 62: Nákres působících sil na konstrukci (Zdroj: Autor práce)



Obrázek 61: Nákres působících sil v prvku (Zdroj: Autor práce)

Při výpočtu namáhání se uvažuje i vlastní tíha prvku G_p . Požgaj (1997) udává hodnotu hustoty smrkového dřeva v rozmezí $350 - 400 \text{ kg.m}^{-3}$. Při výpočtu je z důvodu bezpečnosti uvažována hustota 400 kg.m^{-3} . Jako hodnota gravitační konstanty je uvažováno 10 N .

$$G_y = m \times g = V \times \rho \times g = \left(\frac{\pi \times d^2}{4} \times l \right) \times \rho \times g = \left(\frac{\pi \times 0,240^2}{4} \times 11,554 \right) \times 400 \times 10 = 2091 \text{ N}$$

Poškození se nachází na prvku P₁, je tedy nutné provést výpočty napětí v této části. U prvku P₁ je uvažováno, že je zatěžován namáháním v tlaku. Ohybové a vzpěrné síly v prvku nepůsobí, jelikož se kompenzují protilehlým nosným podpěrným trámem, středovými nosnými trámy a vyhlídkovými plošinami.

Rozklad sil v prvku P₁:

$$\sin \alpha = \frac{F_q}{F_p} \Rightarrow F_p = \frac{F_q}{\sin \alpha} = \frac{15000}{\sin 70^\circ} = 7981,3 \text{ N}$$

$$\sin \alpha = \frac{G_y}{G_p} \Rightarrow G_p = \frac{G_y}{\sin \alpha} = \frac{2091}{\sin 70^\circ} = 2225,2 \text{ N}$$

Jelikož konstrukce nedisponuje žádným opláštěním ani zastřešením nejsou při výpočtu uvažována zatížení od odporu větru.

Nyní jsou vypočítána normálová napětí v tlaku působící v poškozeném prvku P₁:

$$\sigma = \frac{F_p + G_p}{S - 30\%} = \frac{7981,3 + 2225,2}{\frac{\pi \times 240^2}{4} - 13571,7} = 0,32 \text{ MPa}$$

Pro porovnání jsou vypočtena napětí v tlaku působící v nepoškozeném prvku P₁:

$$\sigma = \frac{F_p}{S} = \frac{7981,3 + 2225,2}{\frac{\pi \times 240^2}{4}} = 0,23 \text{ MPa}$$

Gandelová a Horáček (2002) udávají hodnoty meze pevnosti v tlaku dřeva smrku ve směru vláken při w = 12 % vlhkosti $\sigma = 44,4$ MPa a při vlhkosti w ≥ 19,5 MPa. Jelikož konstrukce není krytá, hodnoty vlhkosti mohou být pravidelně zvýšené. Při překročení 30 % vlhkosti by se mez pevnosti neměla již dále výrazněji měnit. Při výpočtu jsou proto uvažovány hodnoty při 30 % vlhkosti za mezní hodnoty pevnosti. Gandelová a Horáček (2002) dále uvádí že mez úměrnosti v tlaku ve směru vláken činí kolem 68 % meze pevnosti. 68 % z 19,5 MPa činí 13,26 MPa. Aby nedošlo k narušení stability konstrukce je uvažována tato hodnota za mezní.

Pevnostní kontrola: $\sigma_{Dd} = 13,26 \text{ MPa} > \sigma = 0,32 \text{ MPa} \Rightarrow$ vyhovuje.

Z výsledku pevnostní kontroly je zjištěno, že pevnost prvku nebyla poškozením významněji porušena. Rozhlednu je tedy možné dále bezpečně využívat při omezení vstupu maximálně dvanácti osobám.

Pevnostní výpočty také ukázali na značnou rezervu v pevnosti prvku. Díky tomu by mělo být možné provést opravu protézováním bez nutnosti dodatečného vyztužení nebo přenesení zatížení na opěrnou konstrukci a okolní prvky. V průběhu opravy bude nutné z bezpečnostních důvodů uzavřít rozhlednu veřejnosti.

7.3 Sanace prvků se zvýšenou vlhkostí

Prvky se zvýšenou vlhkostí nad 20 % jsou ohrožené napadením biotickými škůdci. Vzhledem k tomu, že dřevěné prvky v konstrukci nejsou nijak kryté nenabízí se mnoho možností, jak tento problém řešit. Ošetřením prvků vysoušením nebo zlepšením konstrukční ochrany bez narušení vzhledu stavby není možné.

Jediným možným řešením zůstává chemická ochrana nátěrovými látkami a předcházení rozšíření poškození pravidelnými diagnostikami. Chemickou ochranu je možné zlepšit ošetřením konstrukce ochrannými nátěry určenými pro třídu použití 3. a 4. podle normy ČSN EN 335.

Hodnoty vlhkosti se ve dřevě i přes ošetření nátěrovými látkami budou stále měnit, a tím bude docházet k rozměrovým změnám. Jak zmiňuje Richardson (1993), samotný nátěrový film se časem bude působením vody, změnami teplot a zářením také opotřebovávat. Tím se nátěrový film po čase oslabí a začnou v něm vznikat trhliny. Z toho důvodu je nezbytné pro efektivní ochranu, pravidelně nátěr obnovovat.

7.4 Sanace prvků poškozených trhlinami

Takto poškozené prvky je možné kromě jejich výměny, ošetřit pouze utěsněním vzniklých dutin, aby se zabránilo dalšímu vnikání vody. K výplni je možné využít například polyuretanové montážní pěny s odolností vůči působení vody.

8. Diskuse

Provedená diagnostika na konstrukci rozhledny Veselov ukázala na fakt, že poškození dřevěných prvků může vznikat i zdánlivě nepozorovaně, pod povrchem prvku. Tato poškození jsou nebezpečná vzhledem k tomu, že tak dochází k oslabení mechanických vlastností dřevěných materiálů a tím je způsobeno ohrožení bezpečnosti návštěvníků takto poškozených staveb. Což se potvrdilo například na rozhledně v Markvarticích, na které se zranilo devět osob. V tomto případě ovšem nebyl příčinou pouze špatný technický stav konstrukce, ale také hrubé porušení provozního řádu, jak uvádí Bartosz a kol. (2023).

Veškeré objekty a obzvláště ty s dřevěnými prvky po čase zanedbávání, začnou podléhat degradačním činitelům. To může např. při vzniku hniloby vyústit až v nutnost kompletní demolice stavby. Jako u rozhledny Malý Chlum což zmiňuje Klepáč (2024) nebo rozhleden Hraběcí a Bánov, jak uvádí Sladký a Vorlová (2022).

Dle normy ČSN 73 2810 o dřevěných stavebních konstrukcích, má vlastník objektu zajišťovat plnění kontrolních opatření po dokončení a předání konstrukce provozovateli objektu. Není však již dále stanoveno, v jakých intervalech a rozsahu by se měli provádět.

Nestanovení žádné pravidelnosti nutných prohlídek může způsobit, že investoři často motivovaní k výstavbě rozhledny různými dotačními programy, neberou následně v potaz nutnost těchto prohlídek. To může způsobit následné cílené zanedbávání prohlídek a údržby ochranných prvků konstrukcí z důvodu nedostatečných finančních prostředků, nebo prostou snahou finance ušetřit. Bylo by proto žádoucí vytvořit normy nebo právní vyhlášky k zajištění těchto kontrol. Jako je tomu například u mostních konstrukcí. Dle ČSN 73 6221 o prohlídkách mostů pozemních komunikací. Prohlídky by se měly provádět podle jeho klasifikačního stupně jednou až dvakrát ročně. Tyto prohlídky musí zajišťovat provozovatel mostu a dohled provádí příslušné orgány státní správy. Během prohlídky se provádí dozor nad stavem a bezpečností daného objektu. Tato norma klasifikuje stav stavby do sedmi stupňů stavebního stavu podle nalezených závad a poškození. Těmto stupňům je přiřazen příslušný součinitel stavebního stavu prvku, který se následně využívá při výpočtech zatížitelnosti a pevnosti.

Jak ukazují zmíněné případy, kdy docházelo k rychlé degradaci nabízí se otázka, zda by nebylo vhodné vytvoření obdobné normy pro rozhlednové stavby. A investory poté podmiňovat jejich dodržováním, pokud budou chtít využít zmíněné dotační programy.

Je zajímavé, že životnost mnoha dřevěných rozhleden před projevením závažných poškození se pohybuje okolo deseti let. Jako například u rozhleden Knížecí stolec (Ckrumlov.cz., 2023), Kosíř (Tauberová, 2024) a dalších. U obou zmíněných rozhleden bylo poškození způsobeno působením dřevokazných hub. Což je také nejvýznamnější poškození na diagnostikované rozhledně Veselov.

Nejdůležitějším prvkem u rozhlednové konstrukce jsou nosné trámy. Pokud není jejich poškození odhaleno v čas, jediným možným řešením je demolice celé stavby, jako na výše zmíněných příkladech. Pokud by na těchto konstrukcích byly prováděny kontrolní měření v určitých intervalech, jak je navrhováno výše, mělo by být možné poškození řešit, jako bylo například navrženo na diagnostikované rozhledně Veselov.

Efektivním způsobem pro odhalení poškození pod povrchem prvků konstrukce se ukázalo měření pomocí ultrazvukových akustických vln na čemž se shoduje i např. Shaji a kol. (2000) a Morales a kol. (2014). Využitá metodika diagnostiky konstrukce rozhledny Veselov se tedy zdá vhodná pro využití v běžné praxi.

9. Závěr

V teoretické části práce byla představena analýza systémů dřevěných rozhleden ve Středních a Jižních Čechách. V rámci této analýzy je představena charakteristika samotného pojmu rozhledna. Tyto stavby totiž byť svým rozšířením, nedisponují přesně danou definicí. Jako součást této charakteristiky tedy byla představena kritéria, podle kterých byly pro zbytek práce definovány stavby, které můžeme považovat za rozhledny.

Dále byl představen historický a současný vývoj rozhleden spolu se skupinami do kterých můžeme tyto stavby rozdělovat. Rozhledny se mohou dělit např. podle použitého konstrukčního systému, tvarů a lokality. Každá z těchto kategorií má zároveň svá specifika, která ovlivňují výsledný vzhled rozhledny. Jednotlivé náležitosti kategorií byly rozepsány a u každé popsána konkrétní rozhledna ze Středních a Jižních Čech.

Tématem praktické části práce bylo provést diagnostický průzkum a dle jeho výsledků navrhnout vhodná sanační opatření k ošetření nalezených poškození. K analýze byla vybrána rozhledna Veselov.

Diagnostika se prováděla metodou in-situ, tedy v lokalitě rozhledny. Při diagnostice byl proveden průzkum prvků vizuální kontrolou a nedestruktivní přístrojovou metodou. Při přístrojovém průzkumu byly měřeny hodnoty vlhkosti a stav vnitřní struktury měřených prvků pomocí ultrazvuku. Pro měření vlhkosti byl využit vlhkoměr Testo 606-2 a pro ultrazvukově měří Fakopp Bt – ArborSonic 3D Acoustic Tomograph.

Při vizuálním průzkumu byla zjištěna rozsáhlá přítomnost poškození prvků, především v prvním nadzemním podlaží plísňemi. Plísně na prvcích způsobily jejich zbarvení, což ovlivňuje estetický vzhled celé konstrukce. Dále bylo zjištěno poškození tří prvků působením dřevokazných hub a následně hnilobou. Tyto prvky, nepředstavují ovšem nejdůležitější části konstrukce a bude možné je snadno vyměnit bez hrozby narušení statiky celé stavby. Což bylo prokázáno statickým výpočtem v kapitole 7.2.1.

Ultrazvukovým měřením byl proveden průzkum na čtyřech svislých nosných trámech v prvním nadzemním podlaží. Přístroj umožnil vytvoření snímků strukturního zobrazení vnitřní stavby měřených prvků. Tyto snímky umožnili provedení kontroly a zjištění stavu prvku v různých výškách. Díky tomu bylo u jihozápadního nosného trámu odhaleno poškození v rozsahu přibližně 30 % jeho průřezu. Ostatní trámy byly vyhodnoceny jako zdravé, tedy bez závažných poškození. Statickým výpočtem pro poškozený prvek bylo zjištěno že nedosahuje mezních hodnot pevnosti a bude tedy možné dále stavbu využívat. Pro opravu prvku byla navržena možná sanační opatření.

Využití dřeva v konstrukcích rozhleden je výhodné z estetického hlediska. Rozhledny jsou skoro vždy umístěné v nezastavěných lokalitách a často přímo v lesích. Je proto příhodné využití dřeva. Čímž nenaruší okolní krajinu a při správném architektonickém návrhu, do ní mohou i vhodně zapadat.

Výstavba rozhleden je často iniciována a financována obcemi i za účasti přispění veřejnosti. Dřevěné konstrukce tak představují finančně dostupnou variantu, která umožňuje i rychlou výstavbu. Těmto menším stavbám tak při vhodném návrhu, dostačují mechanické vlastnosti dřeva k vybudování stabilních konstrukcí. V dnešní době je k dispozici dostatek technologií k ošetření využitého dřeva, čímž se může významně prodloužit jeho životnost a tím i životnost celé konstrukce. Je však nutné provádět pravidelné ošetření konstrukce vhodnými biocidními látkami a obnovovat ochranné nátěry. V opačném případě může být dřevo náhle a rychle poškozeno zejména biotickými degradačními vlivy.

Provádět pravidelnou diagnostiku je vhodné, protože jak bylo vidět i na konstrukci kontrolované rozhledny Veselev v této práci, poškození prvku může být skryté pod povrchem. Prvky v konstrukci tak náhle mohou ztratit svou pevnost, a tím nastat zborcení celé stavby. Tomu je právě i díky nedestruktivním metodám diagnostiky možné předcházet a významně tím prodloužit i životnost celé stavby.

Seznam literatury

Odborné publikace

BAIER, Jiří a TÝN, Zdeněk. *Ochrana dřeva*. Vyd. 3., přeprac. a dopl. Profi & hobby. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-275-1.

CLARKE, R. W. a SQUIRRELL, J. P. The Pilodyn: An Instrument for Assessing the Condition of Waterlogged Wooden Objects. Online. *Studies in Conservation*. 1985, roč. 30, č. 4. ISSN 00393630. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1506040>. [cit. 2024-02-25].

Dřevo & stavby pro bydlení.: PROFIspeciál. 2022, roč. 13. 2022. Praha: Pro vobis. ISBN 978-80-88311-21-8. ISSN 1803-6996.

FOJTÍK, Roman; LOKAJ, Antonín a GABRIEL, Jiří. *Dřevěné mosty a lávky*. Praha: pro Lesy České republiky, s.p., a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2017. ISBN 978-80-88265-04-7.

GANDELOVÁ, Libuše a HORÁČEK, Petr. *Nauka o dřevě*. 2. nezm. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. ISBN 80-7157-577-1.

GANDELOVÁ, Libuše a ŠLEZINGEROVÁ, Jarmila. *Stavba dřeva*. 2., nezměn. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-966-7.

JELÍNEK, Lubomír a ČERVENÝ, Petr. *Tesařské konstrukce*. 3. vyd. Technická knihovna. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2012. ISBN 978-80-87438-34-3.

KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. Technická knihovna autorizovaného inženýra a technika. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2005. ISBN 80-86769-72-0.

KLOIBER, Michal a DRDÁČKÝ, Miloš. *Diagnostika dřevěných konstrukcí*. Technická knihovna (ČKAIT). Praha: ČKAIT, 2015. ISBN 978-80-87438-64-0.

MIŠKOVSKÝ, Pavel. *Naše rozhledny*. Praha: Dokořán, 2004. ISBN 80-86569-90-X.

MORALES CONDE, M.J.; RODRÍGUEZ LIÑÁN, C. a RUBIO DE HITA, P. Use of ultrasound as a nondestructive evaluation technique for sustainable interventions on wooden structures. Online. *Building and Environment*. 2014, roč. 82, s. 247-257. ISSN 03601323. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.022>. [cit. 2024-03-23].

NOUZA, Jan. *Rozhledny Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Nakladatelství 555, 1999. ISBN 80-902590-4-9.

NOUZA, Jan. *Rozhledny na prahu 21. století*. Liberec: Nakladatelství 555, 2003. ISBN 80-86424-19-7.

NOVÁK, Rostislav. *Nejkrásnější rozhledny ČR: a jejich příběhy*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-247-4020-1.

POHORECKÝ, Vladimír. Zapomenuté triangulační věže. *Turista*. 2017, roč. 17, č. 7, s. 30-31. ISSN 0139-5467.

POŽGAJ, Alexander; CHOVANEC, Dušan; KURJATKO, Stanislav a BABIAK, Marián. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. 2. vydanie. Príroda, a.s., Bratislava, 1997. ISBN 80-07-00960-4.

REINPRECHT, Ladislav a PÁNEK, Miloš. *Trvanlivost a ochrana dřeva*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2660-6.

RICHARDSON, Barry A. *Wood Preservation*. 2nd Ed. London: E and FN Spon, 1993. ISBN 978-0419174905.

ROSS, Robert; WANG, Xiping a SENALIK, C. Adam. *Nondestructive assessment of wood members in a viewing tower in Potawatomi State Park, Door County, Wisconsin, US*. Online. In: Digitalcommons.mtu.edu. 2018. Dostupné z: <https://digitalcommons.mtu.edu/forestry-fp/80/>. [cit. 2024-02-25].

SHAJI, T.; SOMAYAJI, S. a MATHEWS, M. S. Ultrasonic Pulse Velocity Technique for Inspection and Evaluation of Timber. Online. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2000, roč. 12, č. 2, s. 180-185. ISSN 0899-1561. Dostupné z: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2000\)12:2\(180\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2000)12:2(180)). [cit. 2024-03-23].

ŠTEFKO, Jozef; REINPRECHT, Ladislav a KUKLÍK, Petr. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Home. Bratislava: JAGA, 2009. ISBN 978-80-8076-080-9.

Internetové zdroje

BARTOSZ, Jakub, Karel OTCOVSKÝ a Česká tisková kancelář. Ve zřícené rozhledně je ztrouchnivělé dřevo. Napohled byla v pořádku, říká provozovatel. In: *Novinky.cz* [online]. 2023 [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/krimi-snimky-zricene-rozhledny-ukazuji-ztrouchnivele-drevo-napohled-byla-v-poradku-rika-provozovatel-40439751>

BERÁNKOVÁ, Lenka. *The story of Lednice's famous Minaret*. Online. Visitworldheritage.com. 2020. Dostupné z: <https://visitworldheritage.com/en/eu/the-story-of-lednices-famous-minaret/2a1456eb-9049-4e5a-8240-d098b3a6d3d5>. [cit. 2024-03-17].

CHROUST, Martin, 2007. *Téma – Doba dřevěná?* Online. In: Rozhledny.yc.cz. 3.2.2023. Dostupné z: <http://rozhledny.yc.cz/temadrevo.htm>. [cit. 2024-03-25].

CHROUST, Martin. 2012. *České rozhledny*. [Online] 24. prosinec 2012. [Citace:23. březen 2014.] www.rozhledny.yc.cz.

Historie KČT. Online. Kct.cz. 2010. Dostupné z: <https://kct.cz/historie>. [cit. 2024-03-19].

Jurkovičova rozhledna v Rožnově p. R. Online. In: Dotaceeu.cz. 2023. Dostupné z: <https://www.dotaceeu.cz/cs/statistiky-a-analyzy/mapa-projektu/projekty-pred-rokem-2014/12-rop-nuts-ii-stredni-morava/12-3-cestovni-ruch/jurkovicova-rozhledna-v-roznove-p-r>. [cit. 2024-03-24].

KLEPÁČ, Vladimír. *Dřevěné rozhledny, které se před lety stavěly v Česku o překot, postupně uhnívají*. Online. In: Novinky.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/cestovani-drevene-rozhledny-ktere-se-pred-lety-stavely-v-cesku-o-prekot-postupne-uhnivaji-40464959>. [cit. 2024-03-22].

KUTHAN, Jiří. *Konstrukce dřevostaveb*. In: *Drevostavby.cz* [online]. Praha: PRO VOBIS, 2019 [cit. 2023-08-30]. Dostupné z: <https://www.drevostavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/5790-zaciname-stavet-jak-se-vyznat-v-konstrukcich-drevostaveb>

MIKOLÁŠ, David. *Věže typu berggriff a donjon*. Online. MIKOLÁŠ, David. Ohradech.eu. 2012. Dostupné z: https://www.ohradech.eu/berggriffy_a_donjony.html. [cit. 2024-03-17].

Gloeophyllum sepiarium (Wulfen) P. Karst., 2008. Online. In: Ohoubach.blogspot.com. 12.6.2023. Dostupné z: <https://ohoubach.blogspot.com/2008/02/gloeophyllum-sepiarium.html>. [cit. 2024-03-25].

MAROUNEK, Jiří. *Drtinova rozhledna*. Online. In: Stredovek.com. 2020. Dostupné z: https://www.stredovek.com/list_photo.php?category=rozhledny&object=Drtinova%20rozhledna. [cit. 2024-03-24].

Rozhledna na Knížecím stolci je uzavřena kvůli napadení konstrukce houbou. Online. In: Ckrumlov.cz. 2023. Dostupné z: <https://www.ckrumlov.cz/cz/rozhledna-na-knizecim-stolci-je-uzavrena/>. [cit. 2024-03-23].

DVOŘÁKOVÁ, Hana. *Rozhledna*. Online. Stradonka.cz. 2013. Dostupné z: <https://www.stradonka.cz/rozhledna/rozhledna/>. [cit. 2024-03-17].

Rozhledna Špulka s naučnou stezkou. Online. Rozhlednaspulka.cz. 2015. Dostupné z: <https://www.rozhlednaspulka.cz/provozni-rad-rozhledny/>. [cit. 2024-02-24].

Rozhledna na Veselově u obce Družec, 2020. Online. In: Rozhledny.webzdarma.cz. 29.3.2023. Dostupné z: <https://rozhledny.webzdarma.cz/druzec.htm>. [cit. 2024-03-25].

RAJNIŠ, Martin, 2022. *Rozhledna na Závisti.* Online. In: Hutarchitektury.cz. 27.9.2023. Dostupné z: <https://hutarchitektury.cz/blog/projekty/rozhledna-na-zavisti/>. [cit. 2024-03-25].

SLADKÝ, Michal a VORLOVÁ, Růžena. *Po jedenácti letech půjdou na východním Slovácku kvůli shnilé konstrukci k zemi tři rozhledny.* Online. In: Irozhlas.cz. 2022. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/rozhledny-slovacko-banov-bystrice-pod-lopenikem-vlcnov_2206252100_pj. [cit. 2024-03-22].

PLESNÍK, Svetozár. *Klub českých turistů slaví 135 let. Fenomén značení přesahuje hranice Česka.* Online. In: Ceske-novinky.cz. 2023. Dostupné z: <https://www.ceske-novinky.cz/2023/06/12/klub-ceskych-turistu-slavi-135-let-fenomen-znaceni-presahuje-hranice-ceska/>. [cit. 2024-03-24].

TAUBEROVÁ, Daniela. *Rozhledna na Kosíři zůstává zavřená. Musí ji prohlédnout experti.* In: *Olomoucký deník.cz* [online]. 2024 [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: https://olomoucky.denik.cz/zpravy_region/rozhledna-velky-kosir-otevreni-2024.html

TRUHLÁŘ, Zdeněk. *Region.rozhlas.cz.* Online. 2022. Dostupné z: <https://region.rozhlas.cz/rozhledna-v-zameckem-parku-v-uhercicich-se-po-desetiletich-znovu-otevira-pro-8751937>. [cit. 2024-02-24].

Legislativní zdroje

ČSN 73 2810. *Dřevěné stavební konstrukce. Provádění.* Praha: Český normalizační institut, 1993.

ČSN 73 6221. *Prohlídky mostů pozemních komunikací.* Praha: Český normalizační institut, 2018.

ČSN EN 335. *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva.* Praha: Český normalizační institut, 2013.

Zdroje obrázků

Rozhledna Bedřichova vyhlídka, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/bedrichova-vyhliodka/>. [cit. 2024-03-25].

MAROUNEK, Jiří. *Drtinova rozhledna*. Online. In: Stredovek.com. 2020. Dostupné z: https://www.stredovek.com/list_photo.php?category=rozhledny&object=Drtinova%20rozhledna. [cit. 2024-03-24].

Rozhledna Hradiště, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/hradiste/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna Hradištský vrch, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/hradistsky-vrch/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna Knížecí stolec, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/knizeci-stolec/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna Na Závisti, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/na-zavisti/>. [cit. 2024-03-25].

VOZKA, Vlastimil, 2023. *Rozhledna Radětice*. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/radetice/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna Svákov, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/svakov/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna Špulka, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. 11.12. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/spulka/>. [cit. 2024-03-25].

Rozhledna U Jakuba, 2023. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. 2.12. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/u-jakuba/>. [cit. 2024-03-25].

BENEDIKT, Zdeněk, 2023. *Rozhledna Velký Blaník*. Online. In: ŠTEKL, Jiří. Rozhlednovymrajem.cz. Dostupné z: <https://www.rozhlednovymrajem.cz/rozhledny/velky-blanik/>. [cit. 2024-03-25].

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa v současnosti stojících dřevěných rozhleden v České republice (Zdroj: Autor práce)	17
Obrázek 2: Náskres příhradové konstrukce (Zdroj: Autor práce)	21
Obrázek 3: Lokace Drtinovy rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	22
Obrázek 4: Drtinova rozhledna (Marounek, 2020)	22
Obrázek 5: Náskres trámové konstrukce (Zdroj: Autor práce)	23
Obrázek 6: Lokace rozhledny Hradiště (Zdroj: Autor práce)	24
Obrázek 7: Rozhledna Hradiště v Písku (Rozhledna Hradiště, 2023).....	24
Obrázek 8: Náskres válcové konstrukce (Zdroj: Autor práce)	25
Obrázek 9: Lokace rozhledny Hradišťský vrch (Zdroj: Autor práce)	26
Obrázek 10: Rozhledna Hradišťský vrch (Rozhledna Hradišťský vrch, 2023).....	26
Obrázek 11: Náskres opláštěné konstrukce (Zdroj: Autor práce)	27
Obrázek 12: Lokace rozhledny Blaník II. (Zdroj: Autor práce).....	28
Obrázek 13: Rozhledna Blaník II. (Benedikt, 2023)	28
Obrázek 14: Náskres kotvené konstrukce (Zdroj: Autor práce).....	29
Obrázek 15: Lokace rozhledny Závist (Zdroj: Autor práce)	30
Obrázek 16: Rozhledna Závist (Rozhledna Na Závisti, 2023).....	30
Obrázek 17: Náskres konstrukce s opěrami (Zdroj: Autor práce).....	31
Obrázek 18: Lokace rozhledny Závist (Zdroj: Autor práce)	32
Obrázek 19: Rozhledna Máminka (Zdroj: Autor práce)	32
Obrázek 20: Lokace rozhledny Špulka (Zdroj: Autor práce).....	34
Obrázek 21: Rozhledna Špulka (Rozhledna Špulka, 2023)	34
Obrázek 23: Rozhledna Bedřichova vyhlídka (Rozhledna Bedřichova vyhlídka, 2023).....	35
Obrázek 22: Lokace Bedřichovy rozhledny (Zdroj: Autor práce)	35
Obrázek 25: Rozhledna Knížecí stolec (Rozhledna Knížecí stolec, 2023).....	36
Obrázek 24: Lokace rozhledny Knížecí stolec (Zdroj: Autor práce).....	36
Obrázek 27: Rozhledna U Jakuba (Rozhledna U Jakuba, 2023).....	37
Obrázek 26: Lokace rozhledny U Jakuba (Zdroj: Autor práce).....	37
Obrázek 28: Lokace rozhledny Boubín (Zdroj: Autor práce).....	39
Obrázek 29: Rozhledna Boubín (Zdroj: Autor práce)	39
Obrázek 31: Lokace rozhledny Soumarské rašeliníště (Zdroj: Autor práce).....	40
Obrázek 30: Rozhledna Soumarské rašeliníště (Zdroj: Autor práce).....	40
Obrázek 32: Lokace rozhledny u Bechyně (Zdroj: Autor práce)	41
Obrázek 33: Rozhledna Radětice u Bechyně (Vozka, 2023)	41
Obrázek 35: Rozhledna Svákov (Rozhledna Svákov, 2023).....	42
Obrázek 34: Lokace rozhledny Svákov (Zdroj: Autor práce)	42
Obrázek 37: Rozhledna Čížovka (Zdroj: Autor práce).....	43
Obrázek 36: Lokace rozhledny Čížovka (Zdroj: Autor práce).....	43
Obrázek 39: Lokace rozhledny Cihelka (Zdroj: Autor práce).....	44
Obrázek 38: Rozhledna Cihelka (Zdroj: Autor práce).....	44
Obrázek 40: Rozhledna Veselov (Zdroj: Autor práce)	49
Obrázek 41: Plíseň na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	51
Obrázek 43: Dřevokazné houby na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce)	52
Obrázek 42: Trámovka plotní na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	52
Obrázek 44: Hniloba na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	53
Obrázek 45: Prvky poškozené působením abiotických degradačních činitelů (Zdroj: Autor práce).....	54
Obrázek 46: Trhlina na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	55
Obrázek 47: Poškození nátěrového filmu na prvku rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	56

Obrázek 49: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)	59
Obrázek 48: Kontrolovaný jihovýchodní trám (Zdroj: Autor práce)	59
Obrázek 51: Kontrolovaný severovýchodní trám (Zdroj: Autor práce)	60
Obrázek 50: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)	60
Obrázek 53: Kontrolovaný severozápadní trám (Zdroj: Autor práce).....	61
Obrázek 52: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)	61
Obrázek 54: Tomograf prvku z měření ultrazvukem (Zdroj: Autor práce)	62
Obrázek 55: Kontrolovaný jihozápadní trám (Zdroj: Autor práce).....	62
Obrázek 56: Poškozené prvky na severní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce)	64
Obrázek 57: Poškozené prvky na východní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce).....	65
Obrázek 58: Poškozené prvky na jižní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce).....	66
Obrázek 59: Poškozené prvky na západní straně konstrukce (Zdroj: Autor práce)	67
Obrázek 60: Nákres působících sil na konstrukci (Zdroj: Autor práce)	69
Obrázek 61: Nákres působících sil v prvku (Zdroj: Autor práce)	70
Obrázek 62: Nákres působících sil na konstrukci (Zdroj: Autor práce)	70

Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam současných rozhleden na území České republiky (Zdroj: Autor práce)..	18
Tabulka 2: Naměřené hodnoty vlhkosti na konstrukci rozhledny (Zdroj: Autor práce).....	57
Tabulka 3: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)	64
Tabulka 4: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)	65
Tabulka 5: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)	66
Tabulka 6: Seznam poškozených prvků (Zdroj: Autor práce)	67

Seznam grafů

Graf 1: Vývoj počtu rozhleden na území Středočeského kraje (Zdroj: Autor práce).....	19
Graf 2: Vývoj počtu rozhleden na území Jihočeského kraje (Zdroj: Autor práce)	20