



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI – Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky – Studijní obor Stavitelství

Akademický rok: 2016/2017

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Vypracovala: Bc. Kristýna Vynahlovská

Os. Číslo: A15N0141P

Vedoucí práce: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Horní Bříza, 2016

## **Čestné prohlášení:**

Čestně prohlašuji, že jsem na diplomové práci na téma *Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu* pracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího práce Ing. Luďka Vejvary, Ph.D. a za použití odborné literatury a pramenů uvedenými v seznamu použité literatury, který je součástí této práce.

V Horní Bříze dne:.....

podpis autora: .....

## **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Luděkovi Vejvarovi, Ph.D. za ochotu, vstřícnost, trpělivost a hlavně věnovaný čas při konzultacích. Dále za odborné a užitečné rady, které mi velice pomohly při zpracování této práce.

Také bych chtěla poděkovat všem vyučujícím, kteří mne provázeli celým studiem. Díky nim jsem měla možnost rozšířit své vzdělání a obzory, které mi posloužily při zpracování této práce a také jistě poslouží i do budoucna v povolání.

Na závěr bych ráda poděkovala své rodině, která mi byla během studia velkou oporou, a také svým přátelům.

**Anotace:**

Práce je členěna na dvě části. První částí je rozbor rozhleden z obecného hlediska. Věnovala jsem se historii stavění rozhleden v České republice, dále zatříděním rozhleden dle jednotlivých atributů a rozhlednám, které nesou přídavek „nej“. Poté se v této části nachází soupis rozhleden v Plzeňském kraji, včetně důležitých údajů a jejich srovnání.

Následoval obecný postup návrhu rozhledny včetně nástrah, které hrozí v podobě různého druhu zatížení. První obecnou část uzavírá srovnání 3 různých variant nosných konstrukcí ve 2D ve výškách 10,20 a 30m. Jedná se o rozhlednu masivní, plnou ze železobetonu, dále o příhradovou konstrukci, tvořené ocelovými, nebo dřevěnými prvky.

V další části je vytvoření vlastní železobetonové rozhledny podle inspirace v „ANDO 4x4 TOWER“, který stojí v Japonsku. Navrhla jsem tvar rozhledny a posoudila nejvíce namáhané konstrukce.

Pro vytvoření vizualizace objektu byl použit ArchiCAD 16 a pro statické výpočty program Scia Engineer 16. Textová část byla vytvořena v programech Microsoft Office WORD a EXCELL 2010. Pro výpočtovou část návrhu železobetonových prvků byl použit program SMath Studio Desktop.

Veškeré konstrukce a výpočty byly provedeny dle platných norem ČSN EN.

**Klíčová slova:** rozhledna, Plzeňský kraj, ŽB, Ocel, Dřevo



**Abstract:**

This work is divided into two parts. The first part is an analysis of lookout towers in general. I was interested in the history of the building lookout towers in the Czech Republic, further categorization of lookout towers by individual attributes. I was writing something about “the something best” of Czech lookouts towers. For example the oldest lookout tower. Then in this section is a list of lookout towers in the Pilsen region, including important data and their comparison.

Followed by a general observation tower design process, including pitfalls that threaten in the form of various kinds burden. The first general part concludes compared three different variants of load-bearing structures in 2D at altitudes 10, 20 and 30 meters. This is a massive lookout of reinforced concrete, as a lattice structure formed by steel or wooden elements.

The next part is creating mine own reinforced concrete lookout tower by inspiration “ANDO 4x4 TOWER”, which stands in Japan. I suggested the shape of tower and assess the most stressed structures.

The visualization and real view of the building was achieved with programmes ArchiCAD 16 and structural analysis was done by Scia Engineer 16. Text section was created in Microsoft Office Word an Excell 2010. For the computational part of the design of reinforced concrete program was used SMath Studio Desktop.

All designs and construction calculations are in accordance with Czech technical standards ČSN EN.

**Keywords:** lookout tower, Pilsen region, reinforced concrete, steel, wood

**OBSAH**

OBSAH .....	6
1. Úvod.....	9
2. Rozhledna .....	9
2.1. Česká republika a rozhledny - historie .....	10
3. Typy rozhleden .....	13
3.1. Zatřídění dle typu materiálu .....	13
3.1.1 Dřevěná rozhledna .....	13
3.1.2 Ocelová rozhledna .....	14
3.1.3 Zděná rozhledna .....	16
3.1.4 Betonová rozhledna .....	18
3.1.5 Kombinace materiálů .....	18
3.2. Zatřídění dle typu konstrukce .....	20
3.2.1 Masivní konstrukce.....	20
3.2.2 Příhradové konstrukce .....	20
3.2.3 Ocelové tubusy .....	20
3.3. Zatřídění dle půdorysného tvaru .....	20
3.3.1 Kulaté.....	21
3.3.2 Hranaté .....	22
3.3.3 Rozhledy neurčitého tvaru .....	23
3.4. Zatřídění dle statické konstrukce .....	24
3.4.1 Krusta.....	24
3.4.2 Příhrada .....	24
3.4.3 Masivní / Štíhlý dřík .....	24
3.4.4 Kotvená konstrukce .....	25
3.4.5 Konstrukce s opěrami .....	25
3.5. Specifické konstrukce .....	26
3.5.1 Televizní věže s přístupem.....	26
3.6. Nej – Rozhledny.....	27
3.6.1 Nejvyšší rozhledna – Žižkovský vysílač .....	27

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

3.6.2. Nejnižší rozhledna .....	27
3.6.3. Nejvíce schodů a nejstarší rozhledna – Minaret v Lednici .....	28
3.6.4. Nejvýše položená rozhledna – Vysílač na Pradědu .....	29
4. Plzeňský kraj .....	30
4.1. Mapa – přehled umístění rozhleden .....	30
4.2. Přehled rozhleden .....	31
4.3. Zajímavost z okolí .....	33
4.4. Rozbor přehledu .....	34
4.4.1. Rozhledny Plzeňský kraj – materiály .....	35
4.4.1.1. Kamenná rozhledna .....	35
4.4.1.2. Cihlová rozhledna .....	36
4.4.1.3. Železná rozhledna .....	37
4.4.1.4. Dřevěná rozhledna .....	38
5. Návrh rozhledny – obecně .....	39
5.1. Postup návrhu rozhledny: .....	39
1) Výběr lokality .....	39
2) Architektonický návrh .....	39
3) Konstrukční systém + materiálové řešení .....	40
4) Statické řešení .....	40
5) Zatížení .....	42
5.2. Porovnání ŽB plné, ocelové a dřevěné příhradové konstrukce ve 2D .....	50
5.2.1. Konstrukce při 10m výšce: .....	51
5.2.2. Konstrukce při 20m výšce: .....	53
5.2.3. Konstrukce při 30m výšce: .....	57
5.3. Souhrn výsledků zatížení .....	60
5.4. Závěr návrhu rozhledny .....	61
6. Návrh železobetonové rozhledny .....	62
6.1. Vzor - ANDO 4x4 TOWER .....	62
6.2. Vlastní návrh .....	64
6.2.1. Parametry rozhledny .....	64

## Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

6.2.2.	Skica .....	64
6.2.3.	Vizualizace.....	65
6.2.4.	Návrh schodiště .....	65
6.3.	Výpočet .....	66
6.3.1.	Zatížení větrem.....	66
6.3.2.	Zatížení sněhem.....	75
6.3.3.	Užitné zatížení .....	76
6.4.	Model: .....	77
6.4.1.	Zvolené prvky pro výpočet: .....	78
6.5.	Návrh základu – největší účinky kompletně: .....	78
6.5.1.	Vstupní hodnoty: .....	79
6.5.2.	Výpočet:.....	80
6.6.	Návrh základu – maximální užitné zatížení:.....	81
6.6.1.	Vstupní hodnoty: .....	81
6.6.2.	Výpočet:.....	82
6.7.	Návrh základu – překlopení: .....	83
6.7.1.	Vstupní hodnoty: .....	83
6.8.	Návrh ŽB desky:.....	85
6.8.1.	Vstupní hodnoty: .....	85
6.8.2.	Výpočet:.....	86
6.9.	Návrh ŽB stěny: .....	95
6.9.1.	Vstupní hodnoty: .....	95
6.9.2.	Výpočet:.....	95
7.	Závěr: .....	103
8.	Zdroje.....	104
8.1.	Knihy.....	104
8.2.	Internet.....	104
8.3.	Normy a skripta .....	105
9.	Použitý software .....	105

## 1. Úvod

Česká republika je poměrně malou evropskou zemí, ale obsahuje velmi rozmanitou krajinu. Nachází se zde mnoho nížin, ale i naopak mnoho pohoří. Naše území obklopuje přírodní hradba, která je tvořená pohořími, ze všech stran. Tato pohoří nejsou ani tak vysoká, jako spíše rozmanitá a různorodá.

Aby tyto krásy vynikly, musela zasáhnout lidská ruka. Není totiž nic krásnějšího, než rozhlížení se do krásné krajiny naší vlasti. Tyto výhledny můžeme pozorovat z vrcholů hor, odlesněných temen kopců, skalních vyhlídek a v neposlední řadě ze staveb k tomu určených a to **rozhleden**. Právě tato záliba, rozhlížet se, dala za vznik jakémusi životnímu stylu. Díky tomu vzniklo mnoho staveb, od jednoduchých až po honosné, které z užitného hlediska neměly nikdy praktický význam. Jediným jejich významem je poskytnout člověku rozhled do okolní krajiny.

Rozhledny se stavěly většinou na vyvýšených místech, odkud byl možný dohled i třeba několik desítek kilometrů. Takovým rozhlednovým boomem u nás i v okolních evropských zemích byl konec 19. století. Nejčastěji na rozhledny můžeme narazit u nás v České republice, Německu, Rakousku, nebo Maďarsku. V ostatních evropských státech je vidíme jen zřídkakdy. Vyhlídkové stavby u nás se nestaly jen minulostí, nýbrž se rozšiřují dodnes. V dnešní době se různé spolky, města či vesnice nejen podílejí na opravě a údržbě již vystavěných rozhleden, ale i na stavbu nových.

## 2. Rozhledna

Skutečná rozhledna, aby se mohla definovat tímto pojmem, musí splňovat několik kritérií. Jedná se o stavbu, která byla vystavěna, nebo upravena lidskou činností k účelu rozhlížení. Za minimální výšku této stavby se uvažují 4m a musí být přístupná veřejnosti.

Jednou z výše jmenovaných podmínek je účel stavby. Ne všechny rozhledny byly postaveny zrovna k účelům rozhlížení. Některé rozhledny u nás vznikly úpravou bývalých hradních věží či kostelních věží, nebo jiných podobných objektů jako jsou například i vodojemy.

Poslední podmínkou, kterou jsem zde zmínila, je přístupnost veřejnosti. Díky této podmínce z široké škály těchto staveb vyloučíme televizní, telekomunikační a strážní věže, pokud nejsou alespoň pár dní v roce přístupné k rozhledu do krajiny široké veřejnosti.

## 2.1. Česká republika a rozhledny - historie

V České republice se historie rozhleden datuje již více než 200 let. Z počátku 19. století se začaly stavět první vyhlídkové věže. Stavby, kterými se v této práci zabývám, mají své předchůdce. Jedním z nich považujeme například hradní věž. Ta nebyla vystavěna pro potěšení široké veřejnosti, ani radosti z výhledu, nýbrž k obraně hradů. Na těchto věžích se kontrolovalo, zda se neblíží nějaké nebezpečí. V dnešní době jsou některé z těchto věží zpřístupněny, a tudíž se mohou pyšnit právoplatným názvem rozhledna. Mezi nejznámější v našem okolí je slovenská věž z okolí města Krupina, která se nazývá **Vartovka**. Její výstavba se datuje do období okolo roku 1564. O čtyři století později byla přestavěna a upravena na rozhlednu. Dnes nabízí rozhledna výhled do krajiny z výšky cca 13m.



Obrázek 1 - Věž Vartovka



Obrázek 2 - Rýzmbek u Kdyně

U nás také došlo k úpravě několika bývalých hradních věží. Jednou z nich je například Rýzmbek u Kdyně. Věž byla součástí hradu, který byl založen ve 13. století. Samotná věž byla vystavěna až v roce 1848 a v dnešní době je výška vyhlídky 18m.

Dalším typem staveb, které byly předchůdci rozhleden, jsou třeba stavby, které byly budovány pro stráž nebo signalizační účely.

V období romantismu, který byl na začátku 19. Století, se budoval hlavně vztah k přírodě. Bohatí hradní a zámečtí pánové si nechávali upravovat zámecké parky. V této době

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

vzniká například stavba na jihu Moravy, která se nazývá Minaret. Ten byl vystavěn v areálu zámku Lednice v roce 1802.

Ve stejném století byla snaha o vytvoření tzv. stabilního katastru. Proto bylo potřeba celé území zaměřit. K tomuto účelu bylo nutné vybudovat zaměřovací body. Ve většině případů se jednalo pouze o dřevěnou konstrukci, ale jsou i výjimky, kdy se za tímto účelem vystavěly kamenné věže. Jednou z těchto staveb je věž zvaná Babylon, která byla vystavěna na Zeleném kopci u Mohelna v roce 1831. Dnes tato stavba slouží jako rozhledna. Je vysoká 24,5m, vyhlídka je v 18m.



Obrázek 3 - Babylon



Obrázek 4 - Děčínský Sněžník

Další, takto dochovanou stavbou, která byla také vystavěna kvůli zaměření krajiny, je rozhledna na Děčínském Sněžníku. Ta je výrazně vyšší než předchozí Babylon. Celková výška této kamenné stavby je 33m. Rozhled do krajiny je ve výšce 31m a byla postavena v roce 1863.

Druhá polovina 19. století byla ve znamení bohatého návštěvnického ruchu lázeňských měst. Nejen že se v tomto období stavěly kolonády, léčebné domy, divadla, ale také vyhlídky a rozhledny na vycházkových okruzích. Mezi nejznámější lázně v ČR patří Karlovy Vary. Zde byla postavena rozhledna na Doubské hoře v roce 1845. Původně byla dřevěná, ale později ji nahradili kamennou stavbou s vyhlídkovou věží. I další známá lázeňská města stavěla vyhlídkové věže.



Ve stejném období vznikaly turistické spolky, jak v Německu, tak i u nás, které si kladly za cíl vytváření výletních tras. Díky tomuto faktu se dále rozvíjela výstavba a rekonstruování rozhleden. O přínos nových rozhleden se zasloužilo nejvíce posledních 10 let tohoto století, kdy jich na našem území vzniklo téměř 60. Z důvodů malých finančních prostředků, kterými tyto spolky disponovaly, byly stavěny převážně rozhledny dřevěné, které se bohužel často do dnešních dob nedochovaly.

Později, na přelomu století, se stavěly již více zděné vyhlídkové věže. Stalo se to jakousi prestiží, proto se na projektování nových rozhleden zvali významní architekti. Většina dnes známých rozhleden v Jizerských horách či v Jeseníkách pochází z tohoto období.

V období první republiky se stále více a více rozvíjel turismus po našem území. Vznikaly další desítky nových rozhleden. Dbalo se ale na výstavbu objektů, které sloužily více účelům. To dalo za vznik rozhlednám, které byly součástí turistických chat. Jednou z nich je i rozhledna na Pancíři. Tu zde otevřeli v roce 1923 a dosahuje celkové výšky 18m nad terénem. Rozhled do okolní krajiny se nachází níže a to ve výšce 15m.



*Obrázek 5 - Pancíř*

Od roku 1929 bylo období hospodářské krize, která bezpochyb zasáhla mnohá odvětví. Některé plánované projekty se realizace nedočkaly a jiné byly odloženy na „lepší“ časy. Když došlo k vzniku železné opony a zákazu cestování, mělo to výrazný vliv na změnu životního stylu obyvatel. Lidé začali být spíše v ústraní svých obydlí. Bohužel v těchto časech rozhledny spíše zanikaly, než že by se vytvářely nové.

Na území dnešní České republiky mezi lety 1945-1989 byly vystavěny pouze 4 nové rozhledny. Jednalo se o rozhlednu na Babím lomu u Brna, na Žaltmanu v jestřábích horách, na Varhošti v Českém středohoří a na Svatém kopečku u Olomouce.



Od roku 1989 se dalo čekat, že nepraktické stavby nebudou moc populární. Opak byl pravdou. Docházelo k rekonstrukcím mnoha starých rozhleden a budování nových na místech kde nějaké původně stály. A o rozhledny byl velký zájem i z řad návštěvníků. Je zaznamenáno, že během sezóny v roce 1998 navštívilo vyhlídkovou věž Poledník u Prášil více než 40 000 návštěvníků.

### **3. Typy rozhleden**

Tyto stavby lze rozlišit hned z několika hledisek. Nejčastěji se třídí z hlediska materiálu, který byl k jejich výstavbě používán. K tomu přispívala velice finanční stránka stavebníka a požadavky na reprezentativní vzhled. Pokud nebyl dostatek financí, stavěly se především rozhledny ze dřeva. Naopak pokud měl investor peněz dostatek a chtěl stavbu, která bude estetickou dominantou krajiny, jednalo se o spíše zděné objekty. Jako u ostatních staveb, velký vliv na jejich vzhled mělo období, kdy se stavěly. Do výběru typu rozhledny i do architektonické podoby se promítaly stavební technologie a styly dané doby.

#### **3.1. Zatřídění dle typu materiálu**

##### **3.1.1 Dřevěná rozhledna**

Jednalo se o nejjednodušší, nejlevnější a nejrychlejší typ vyhlídkové stavby. Bylo potřeba vytvořit konstrukci z minimálně 4 otesaných trámů, spojit je příčkami a celé to zakončit vyhlídkovou plošinou. Dodatečnou konstrukcí byl žebřík. Pak už jen zbývalo ukotvit tuto konstrukci do podloží a rozhledna se mohla využívat.

Dokonce i některé rozhledny vznikly za použití stromů, které se na místě nacházely. Potřeba bylo jen vytvořit plošinu a nějaký žebřík pro vstup.

Nevýhodou těchto staveb bylo to, že ve většině případů se jednalo o příhradové konstrukce, které nebyly opláštěny. Návštěvník tudíž nebyl nijak chráněn proti povětrnostním vlivům. Ovšem i takové konstrukce mohly dosahovat slušných výšek. Nejvyšší dřevěnou rozhlednou byla pravděpodobně stavba na Andrlově chlumu z roku 1905, která údajně měřila 30m. Ta se ovšem nedochovala a dnes se zde nachází ocelová telekomunikační věž s rozhlednou.

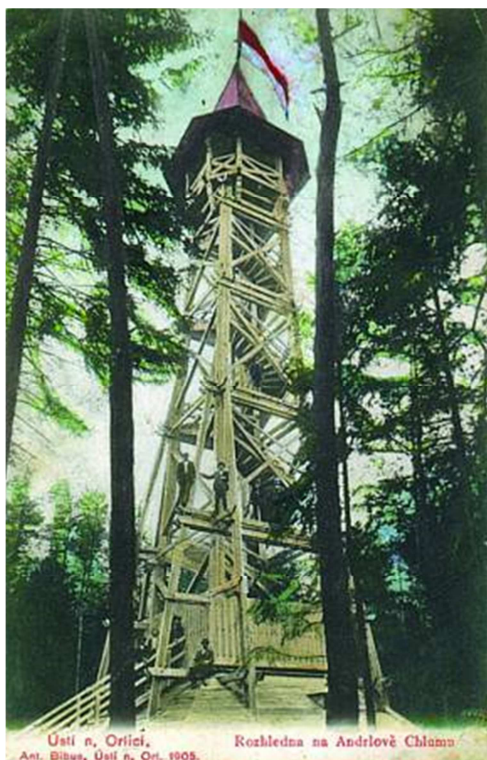
Mezi další nevýhody dřevěných rozhleden patří například to, že dřevo jako materiál potřebuje pravidelnou péči ve formě nátěrů, aby vydržel déle. Jedná se o nátěry i proti dřevokazným houbám i hmyzu, ale také ochrana proti požáru.

Některé rozhledny z materiálu dřeva byly postaveny i kryté. Opláštění tvořily pouze prkna, která byla přibitá na konstrukci rozhledny.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Nejnovější dřevěné rozhledny v Čechách jsou například rozhledna Na Vrchách u obce Břasy (15,4m), nebo rozhledna U Jakuba – Havlova hora u Valtínova (40,7m).

Rozhledna na vrchách, která se nachází u obce Břasy. Tato rozhledna byla postavena v roce 2013 a dosahuje do výšky 15,4m. Byla vybudována nejen za účelem rozhlížení se do krajiny, ale také slouží jako přenašeč dat kamerových systémů.



Obrázek 6 - Andrlův Chlum



Obrázek 7 - Rozhledna na vrchách

### 3.1.2. Ocelová rozhledna

Tyto rozhledny připomínají svou konstrukcí dřevěné, je pouze vyměněný materiál za ocel. Ta zajistí mnohem větší pevnost a odolnost proti klimatickým vlivům. Dále je možné dosáhnout vyšších vyhlídek. V minulosti nebyly nikterak oblíbené. Do roku 1914 se na našem území nacházely pouze 4 rozhledny z oceli. K nim patří i velmi známá Petřínská rozhledna. Ta byla otevřena roku 1891 a přezdívá se jí „sestra“ Eiffelovy věže z Paříže. Je vysoká 65,5m a stala se dominantou Prahy. Vyhlídka se nachází ve výšce 55m nad terénem.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Ocelové rozhledny zažívají vzestup až v nynějších dobách. Pokud je potřeba postavit vysokou konstrukci pro účely telekomunikační, je ve většině případů volen tento typ stavby. Ovšem nejen k těmto účelům se využívají. I nové rozhledny, které jsou stavěné v této době a sloužící pouze k účelům rozhlížení se, se budují z oceli. Mezi ty nejnovější patří například rozhledna Kotel u Rokycan dosahující výšky 28m, Fajtův kopec ve Velkém Meziříčí (36m), nebo Vysoká u Tachova (28,7m).



*Obrázek 8 - Petřínská rozhledna*



*Obrázek 9 - Kotel u Rokycan*

Ocel jako materiál umožňuje provedení i architektonicky náročnějších tvarů a vzhledu.

Rozhledna Kotel u Rokycan patří k jedné z nejmladších rozhleden v blízkém okolí Plzně. Nahradila dřevěnou rozhlednu, která se na kopci Kotel nacházela od roku 1895, ale svojí konstrukcí nevydržela dlouho sloužit účelu, ke kterému byla postavena. Byla využívána pouhých 14 let a v roce 1909 vykazovala špatné známky technického stavu, tudíž byla odstraněna. Nynější ocelová rozhledna byla postavena v roce 2014 a dosahuje do výšky 28m. Plošina na výhled se nachází o 3m níže, a to ve výšce 600 m.n.m.



### 3.1.3. Zděná rozhledna

Nejvíce již stojících rozhleden je zděných. Jedním z důvodů je to, že kamenná nebo cihlová stavba je schopna překonat více let než ostatní typy a nejsou náchylné na údržbu. Pro veřejnost jsou vhodné zejména kvůli pohodlí, bezpečí a stabilitě. Může nám tak nabídnout i úkryt před povětrnostními vlivy. Navíc mohou tyto rozhledny být krásnou architektonickou stavbou z období výstavby a dodnes mohou vypovídat o různých architektonických stylech.

V horských oblastech se pro výstavbu rozhleden využíval nejčastěji kámen. Ten se nacházel většinou hned v okolí výstavby ze skal. Z tohoto důvodu například v Jizerských horách najdeme rozhledny vystavěné ze žulových kvádrů a na Děčínském sněžníku byl využíván pro ozdobu tamní pískovec, který se také podepsal na vzhledu stavby. V okolí měst se pak spíše využívaly cihly jako materiál na výstavbu, protože byly lépe dostupné, než dovážený kámen.

Zděné rozhledny mívaly často nástavbu z jiného materiálu, nejčastěji ze dřeva. Typickým příkladem je rozhledna Diana v Karlových Varech. Tato rozhledna byla vybudována v roce 1914 a dosahuje celkové výšky 40m. Vyhlídkový ochoz, který je tvořený jako dřevěná nástavba zděné konstrukce rozhledny, se nachází ve výšce 35m a dostaneme se na něho po 150 schodech. Tato rozhledna je zmodernizovaná a díky umístěnému výtahu umožňuje i bezbariérový přístup.



Obrázek 10 - Diana



Obrázek 11 - Schillerova rozhledna Kryry

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Dále se zděné rozhledny stavěly s více vyhlídkovými plošinami. Tuto kategorii reprezentuje rozhledna v Kryrech na Podbořansku (27m), která obsahuje 3 ochozy a je dominantou okolí. Nejnižší ochoz je asi v polovině výšky stavby a vede okolo celého půdorysu. Na vrcholu věže najdeme hlavní vyhlídkový prostor, a kdo chce ještě výše, může vystoupat do špičky věžičky, odkud je rozhled do celého kraje. Tato rozhledna se datuje až k roku 1905, kdy byl položen základní kámen. Architektonický návrh vypracoval vídeňský architekt Alois Kaiser. Pro zajímavost se z dobových spisů dochovalo množství materiálu, které bylo k této stavbě použito. Jednalo se o: „95 000 cihel, 60 fůr písku a 15 fůr žulového kamene.“

Za zmínku stojí také rozhledna na Kleti (poblíž Českého Krumlova), kterou nechal vystavět kníže Schwarzenberg v roce 1825 pro soukromé účely. Díky tomuto roku výstavby tak nese prvenství jako nejstarší rozhledna v Čechách. Jedná se o 18 m vysokou kamennou věž, která byla vystavěna samostatně. Později v roce 1872 k ní byl přistavěn domek pro správce.



Obrázek 12 - Rozhledna na Kleti

### 3.1.4. Betonová rozhledna

Ve třicátých letech 20. století se dostal ke slovu také beton. Přestože se již hojně využíval ve stavitelství oboru dopravy, u rozhleden se začínalo s prvními pokusy. První betonové rozhledny byly malé. Například Semenec u Týna nad Vltavou byl postaven v roce 1930 pouze z betonu a dosahuje výšky 7m (rozhled pouze v 5m).

Pokračovalo se výstavbou Kratochvílovo rozhledny (1935) v Roudnici, která už dosáhla výšky 11m a o rok později (1936) v Berouně Městskou horou (výšky 14m).



Obrázek 13 - Městská hora Beroun

Beton se ke stavbě rozhleden používal zřídka. Především pro stavbu výškových staveb (televizních a telekomunikačních věží doplněných o vyhlídkové prostory)

### 3.1.5. Kombinace materiálů

V neposlední řadě je možno kombinovat tyto materiály k výstavbě vyhlídkových věží. V dnešní době je a například mnoho dřevěných rozhleden doplněno o ocelové schodiště a ztužující prvky. Platí to i naopak, kdy jde o primárně ocelovou konstrukci doplněnou o prvky dřeva. Dále se na starých zříceninách kamenných hradů staví vyhlídkové ochozy a schodiště převážně ocelové. V neposlední řadě je samozřejmě také možná kombinace zděné, nebo betonové paty rozhledny, na kterou je navázáno buď ocelí, nebo dřevem. V dnešní době je

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

opravdu možnost mnoha řešení, které se budou snažit kopírovat jistý architektonický návrh, nebo zachovat historické poznatky stavby, která se třeba již nedochovala.

Jedním z příkladů může být rozhledna Rýdův kopec u Děbolína. Tato rozhledna se nachází asi 5km směrem na západ od Jindřichova Hradce. Pro její konstrukci byly použity 3 druhy materiálů a to: dřevo, ocel a kámen. Rozhledna je postavena v nadmořské výšce 552m a její celková výška je 33m. Byla vystavěna v letech 2014 – 2015.



*Obrázek 14 - Rýdův kopec u Děbolína*

Její půdorysný tvar tvoří trojúhelník. Konstrukčně je tato rozhledna tvořena kombinovaným systémem. Vstupní část je tvořena stěnovým systémem a vrchní část sloupy. Vstup je vytvořen železobetonovými stěnami, které jsou obloženy kamenem a dřevem. Na tuto vstupní část navazuje dřevěná konstrukce schodiště, která vede na vyhlídkovou plošinu. Tato plošina je podepřena třemi kónickými ocelovými sloupy. Rozhledna je zastřešena sedlovou střechou, pod kterou se nachází konstrukce vaznicového krovu.



## **3.2. Zatřídění dle typu konstrukce**

### **3.2.1. Masivní konstrukce**

Mezi masivní konstrukce budeme řadit takové, které jsou významné tloušťkou použitých stěn. Jedná se o zděné konstrukce z cihel, tvárníc, případně kamenů. Dále do této kategorie můžeme zařadit konstrukce z betonu. Jednak z čerstvého betonu litého do bednění, tak i prefabrikované, nebo poloprefabrikované (ztracené bednění). Samozřejmostí je, že do této kategorie zatřídíme i železobetonové konstrukce.

Masivní konstrukce se překládá jako mohutná, či pevná. Rozhledna tvořená z masivních stěn se bude vyznačovat velmi dobrou pevností a velkou váhou.

### **3.2.2. Příhradové konstrukce**

Příhradové konstrukce se vyznačují spíše propracovaností jednotlivých prvků a jejich spojů, nežli velkou „masou“ materiálu. Jedná se o přímé pruty, které jsou ve styčnicích spojené kloubově, tudíž zde nedochází k přenosu momentů. U tohoto typu konstrukce bude nejnáročnější navrhnout správné velikosti prvků a hlavně jejich vzájemné propojení.

Tento typ konstrukce může představovat jak rovinnou příhradu, tak i prostorovou.

Z hlediska materiálu příhradové konstrukce dokážeme vytvořit převážně ze dřeva, nebo oceli.

### **3.2.3. Ocelové tubusy**

Konstrukce tvořená ocelovými tubusy nebude určena rozhlednám, ale spíše stožárům pro větrné elektrárny. Jedná se o ocelové konstrukce, které dosahují výšek 40 – 105m. Konstrukce je tvořena prvky, které jsou vysoké přibližně 25m a jsou skládány na sebe a svařovány.

## **3.3. Zatřídění dle půdorysného tvaru**

Do tvaru rozhleden nejvíce promlouvá architektonický návrh. Ten je potřeba vytvořit podle místa, kam budeme stavbu umísťovat. Většina rozhleden umístěných v lese se navrhuje tak, aby kopírovala tvary okolí. Rozhledny tedy mohou být navrženy jako kónické kulaté, připomínající kmen vysokého stromu. Některé rozhledny jsou navrženy ve tvaru šišky, tudíž jako rozšiřující se a poté zužující se ovál.



Když bude rozhledna vystavěna blízko nějakého města, tak může být navržena hranatého půdorysného tvaru, který bude opticky připojovat rozhlednu právě k tomu danému městu. V dnešní době, kdy postoupil vývoj stavebních materiálů a možnosti tvarů výrazně kupředu, závisí pouze na architektovi, jaký tvar objektu navrhne.

### 3.3.1. Kulaté

Z historie většina rozhleden a vyhlídkových věží byla kulatého půdorysného tvaru. Výstup na ni je převážně pomocí točitého schodiště. Nejčastěji se jedná o schodiště vřetenové, které stojí na principu středové vřetenové zdi, do které jsou konzolově vetknuté jednotlivé stupně. Tento typ schodiště zabere půdorysně nejmenší plochu, a tudíž byl do rozhleden nejčastěji využíván. Tento tvar pro rozhledny a věže se využívá s výhodou převážně kvůli zatížení větrem, které je na vysokou stavbu výrazné. Do kulaté stavby se snadněji rozloží a velká část zatížení „obepluje“ konstrukci díky její aerodynamice. To platí pro masivní konstrukce.

Mezi kulaté rozhledny můžeme zatřídit i takové, které jsou navrženy například ve tvaru šroubovice DNA, nebo ve tvaru vejce.



Obrázek 15 - Stezka v korunách stromů  
– Neuschönau, Německo



Obrázek 16 - Fajtův kopec

### 3.3.2. Hranaté

Hranaté rozhledny najdeme převážně jako staré hradní věže díky jednodušší výstavbě. Dále se hranaté věže mohou používat spíše při příhradové konstrukci, která nepodléhá velkému plošnému zatížení větrem.

Dříve tyto věže měly tvar převážně čtverce, nebo obdélníka. Později s rozvojem architektonických návrhů rozhleden vznikaly tvary mnohoúhelníků, lichoběžníků a trojúhelníků ať už ve směru po výšce či jako půdorysu.



Obrázek 17 - Bára na Čertově skále



Obrázek 18 - Vojtěchovská rozhledna

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### 3.3.3. Rozhledy neurčitého tvaru

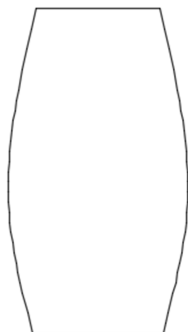
Jako třetí kategorii bych zvolila rozhledny neurčitého či speciálního tvaru, které nelze zařadit ani do jedné ze dvou výše vypsanych skupin. Patřila by sem třeba rozhledna vystavěná v letech 2014 – 2015 se svojí výškou 21,1m jménem Salaš u Velehradu. Tato rozhledna se nachází nedaleko Uherského Hradiště a je tvořena železnou konstrukcí s dřevěným opláštěním.



Obrázek 19 - Salaš

### 3.4. Zatřídění dle statické konstrukce

#### 3.4.1. Krusta

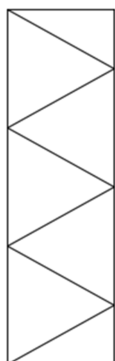


Tento typ konstrukce tvoří homogenní plná stěna libovolného tvaru. Konstrukce bude muset odolávat většímu zatížení větrem, kvůli svojí velké ploše, ale zároveň se jedná váhově těžší případ.

Je třeba dbát na to, aby stěna nebyla natolik štíhlá, aby nedošlo k jejímu vybočení.

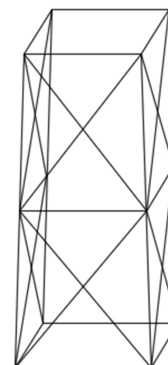
Taková stěna může být zděná z cihel, nebo bloků, železobetonová, ale třeba i dřevěná (s opláštěním).

#### 3.4.2. Příhrada



Jedná se o konstrukci prutovou, které jsou vzájemně spojeny ve styčnicích. V takto tvořeném prvku se jednotlivé síly rozkládají do jednotlivých prutů. Vznikne konstrukce, která má výrazně menší plochu pro zatížení větrem a také výrazně nižší hmotnost. Příhrada může být rovinná, ale i prostorová.

Takto vytvořená konstrukce může být v případě rozhledny ze dřeva, nebo z oceli.



#### 3.4.3. Masivní / Štíhlý dřív

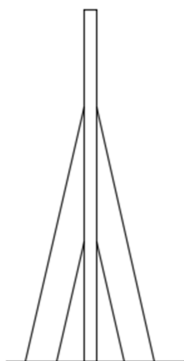


Konstrukce tvořená masivním či štíhlým dřívem bude využívána spíše jako vysílač, či podobné zařízení. Jedná se o vysoké konstrukce s poměrně malou půdorysnou plochou. V případě štíhlého dřívku se bude jednat nejčastěji o prodloužení nějaké stávající konstrukce (např. zvýšení rozhledny, na které se následně umístí televizní, radiové či internetové vysílače).

Dřív podléhá největšímu zatížení od větru a je třeba ho na to dimenzovat, ale také se zabývat způsobem ukotvení.



### 3.4.4. Kotvená konstrukce



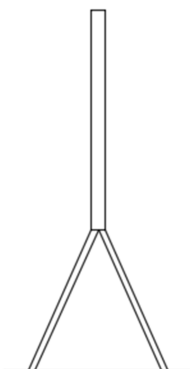
deformace.

V plzeňském kraji je nám nejbližším zástupcem této kategorie vysílač **Krašov**, který se nachází nedaleko Plzně. Dosahuje celkové výšky 347,2 m a byl u nás vybudován v letech 1958 – 1960. Jedná se o ocelovou stavbu kotvenou několika lany. Tato lana zajišťují stabilitu celé konstrukce a vznikají v nich pouze osově tahové síly.



Obrázek 20 - Krašov

### 3.4.5. Konstrukce s opěrami



Tento případ je zapříčiněn snahou vytvořit štíhlou vysokou konstrukci, která bude stabilní. Její stabilitu zajišťují opěry, které zachovají štíhlost konstrukce, ale rozloží síly do větší půdorysné plochy. Výsledný objekt pak bude lehčí, ale zároveň si bude odolávat největšímu zatížení a to zatížení od větru. U tohoto typu konstrukce je třeba dbát velký důraz na navrzení kotvení opěr do podloží, aby nedošlo k jejich vytržení a tudíž deformování či pádu celé konstrukce.



### 3.5. Specifické konstrukce

#### 3.5.1. Televizní věže s přístupem

Jedná se o konstrukce, které primárně slouží jinému účelu, nežli jako rozhledna. Jsou to televizní věže a vysílače, které mají v určité výšce možnost sloužit širší veřejnosti jako rozhledna.

Za nejvýznamnějšího zástupce této kategorie považuji Žižkovský vysílač, který se tyčí nad hlavním městem Prahou. Jedná se o nejvyšší stavbu města, ale zároveň je to nejvyšší vyhlídkové místo v ČR. Stavba dosahuje celkové výšky 216 m a byla postavena mezi lety 1985 – 1992. Stavbu tvoří železobetonová základová deska, která podpírá tři válcové ocelové tubusy. V jednom z těchto tubusů se nachází dva rychlovýtahy. Ve dvou zbylých je nouzové schodiště a služební výtah. Vedlejší tubusy mají průměr 4,8 m, hlavní 6,4 m a společně se tyčí do výšky 134 m. Na tuto konstrukci je dále napojen anténní nástavec, který sahá do celkové výšky 216 m nad základ. Na tubusy jsou připevněny 3 kabiny s trojramenným půdorysným tvarem. Jedna je zavěšena ve výšce 66m (restaurace), další v 93 m (vyhlídka) a poslední přímo nad vyhlídkou (nepřístupná – pouze vysílací technika). Od roku 2012 je nad restaurací vytvořeno luxusní hotelové apartmá.

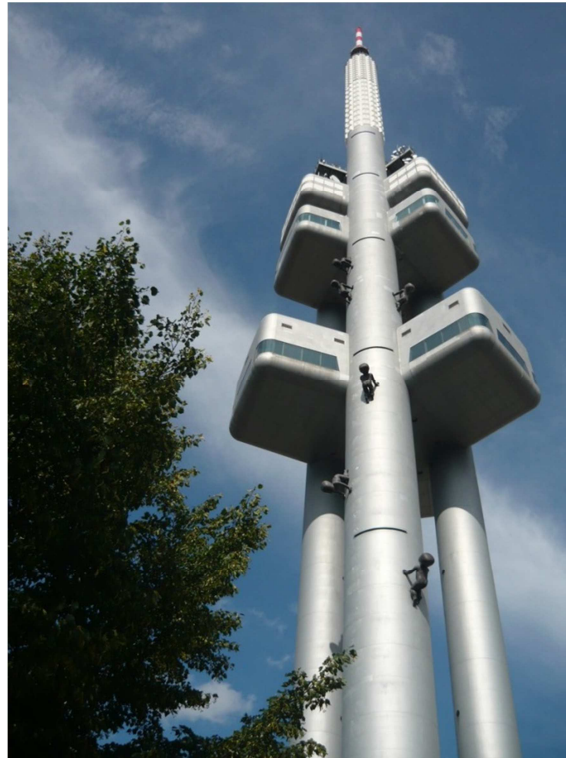


Obrázek 21 - Žižkovský vysílač

Dále bych zmínila například televizní věž v Harrachově, odkud se provozuje Bungee-jumping.

### **3.6. Nej – Rozhledny**

#### **3.6.1. Nejvyšší rozhledna – Žižkovský vysílač**



*Obrázek 22 - Žižkovský vysílač*

Nejvyšší rozhlednou je již zmíněný Žižkovský vysílač, současně je i nejvyšší stavbou v celé České republice. Celková výška je 216 m, avšak vyhlídková plošina je umístěna ve výšce 93m a obsazuje tak první místo v žebříčku výšek rozhleden a vyhlídkových věží.

#### **3.6.2. Nejnižší rozhledna**

Jelikož minimální výška stavby, kterou lze nazývat rozhlednou, je 4m, nelze proto jednoznačně jmenovat nějakou stavbu. U nás v republice se jich nachází mnoho. Jedná se o stavby například v NP Šumava, kde se jich nachází více.

### 3.6.3. Nejvíce schodů a nejstarší rozhledna – Minaret v Lednici



*Obrázek 23 - Minaret v Lednici*

Tato rozhledna se tyčí do výšky asi 64 metrů a nachází se v Lednicko-Valtickém areálu. Tuto rozhlednu si nechala vystavět rodina Lichtenštejnů v letech 1797 až 1802. Prvenství v největším počtu schodů si získal minaret díky 302 schody, které vás dovedou na nejvyšší úroveň vyhlídky. Zároveň tato stavba má ještě jedno „nej“ a to nejstarší rozhledna na našem území.

Vyhlídkový prostor se nachází ve třech různých úrovních. Při výstavbě bylo nejvíce problémové zakládání stavby, jelikož podloží je spíše bažinaté.



### 3.6.4. Nejvýše položená rozhledna – Vysílač na Pradědu



Obrázek 24 - Vysílač na Pradědu

O prvenství v této kategorii se zasloužil vysílač na hoře Praděd. Tyčí se do celkové nadmořské výšky 1492 metrů. Stavba prošla v čase mnoha proměnami. První zmínky jsou z roku 1903, kdy na hoře stála Strážní věž. Tato věž byla vystavěna z kamenných kvádrů a dosahovala výšky 32,5m. Průdorysné rozměry byly cca 15 x 15m. Tato stavba byla uzavřena z důvodů špatného technického stavu v roce 1957. Než ji ovšem stihli opravit, tak se zřítla.

Později roku 1969 se započala na stejném místě stavba televizního vysílače. Průběh stavby byl až do roku 1980, jelikož staveniště bylo ve špatných povětrnostních podmínkách a tak se mohlo stavět pouze asi polovinu roku. Věž, jakou ji známe dnes, dosahuje výšky 162 metrů a výhledem se můžeme kochat ve výšce 19 a 70 metrů.

O rozhlednách byl vydán článek v časopise turistů v roce 1916. Autorem byl pan architekt Bohumil Sláma, kde vyslovil svůj názor ohledně těchto staveb. A já bych touto citací ráda zakončila úvod do rozhlednového ráje naší země.

*„Rozhledna jako taková má působiti i do největší dálky především svou siluetou, která má býti co nejvýraznější, svéráznou. Rozhledna by měla býti značkou kraje, a proto nechť je každá jiná. Navrhovatel nechť dbá největšího ohledu na tvar hory, její siluetu a rozhledna nechť srůstá s horou v jediný celek. Proto je také třeba zavrhnouti každou šablonovitost ve stavbě rozhleden.“*

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

## 4. Plzeňský kraj

Plzeňský kraj není nejbohatším rozhlednovým krajem naší republiky, ovšem najdeme zde mnoho krásných rozhleden ať z dob minulých, či přítomných. Mezi nejstarší rozhledny v našem kraji patří Bolfánek u Chudenic (1945) a Rýzmberk (1848), který je součástí hradu. Z konce 20. Století se dochovalo pouze 12 rozhleden a vyhlídkových věží. Poté začátkem 21. Století bylo vystavěno několik nových rozhleden. Ačkoli největší rozhlednový rozvoj Plzeňského kraje začal v posledních 5 letech a to od roku 2012. V tomto období bylo v našem kraji vystavěno 17 nových rozhleden. Z nichž nejnovější je z loňského roku.

### 4.1. Mapa – přehled umístění rozhleden



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

## 4.2. Přehled rozhleden

Plzeňský kraj			vznik	[m.n.m]	výška vyhlídky [m]	celková výška [m]
1	Bolfánek u Chudenic	kamenná	1845	587	25	45
2	Rýzmberk	kamenná	1848	665	18	18
3	Klatovská hůrka	kamenná	1887	498	15	15
4	Krkavec	cihlová	1901	504	16	18,2
5	Čerchov	kamenná	1905	1041	16,4	19,2
6	Šibeniční vrch u Plané	cihlová	1909	571	18	21
7	Pancíř	chata s rozhlednou	1923	1214	15	18
8	Chlum u Plzně	kamenná	1929	416	21,8	24,8
9	Křížový vrch	zděná	1931	487	12	15
10	Svatobor	betonová	1934	845	28	32
11	Koráb	železná	1992	772	27,8	49,9
12	Poledník	železná	1998	1315	30	37
13	Sylván	železná	2001	403	23,2	68,3
14	Milíře	železná	2001	590	25	35
15	Železný Újezd u Čížkova	železná	2001	672	25,7	41
16	Březinka	železná	2003	570	33,5	48,5
17	Kožich	železná	2007	584	24	35
18	Sedlo	dřevěná	2009	902	23,75	27,75
19	Šibeniční vrch u Horšovského Týna	dřevěná	2010	459	13	21,5
20	Chlum u Chanovic	zděná	2010	609	25	28
21	Heřmanova huť	betonová	2011	370	16	16
22	Nový Rybník u Líní	dřevěná	2011	320	5	8,5
23	Semněvice	dřevěná	2012	490	2,5	5
24	Chrastavice	dřevěná	2012	490	2,5	5
25	Tlumačov	dřevěná	2012	513	2,5	5
26	Kvíčovice	dřevěná	2012	378	3	4,2

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

27	Vachatovo rozhledna - Nová Ves	dřevěná	2012	570	5	7
28	Čermná	dřevěná	2012	462	2,5	5
29	Břasy	dřevěná	2013	481	10	15,4
30	Dobříč	dřevěná	2013	422	6,5	9,2
31	Puclice	dřevěná	2013	420	2,5	5
32	Dlažov	dřevěná	2013	642	19,2	25,4
33	Bor - Šibeniční vrch	dřevěná	2014	504	2,5	5
34	Havran v Českém lese	železná	2013	894	24,4	25
35	Kotel u Rokycan	železná	2014	575	25	28
36	Bělá nad radbuzou	dřevěná	2014	524	2,5	5
37	Špičák u Železné rudy	železná / dřevěná	2014	1202	24	26,5
38	Vysoká u Tachova	železná	2014	564	25,2	28,7
39	Homole u Plané	dřevěná	2015	681	2,5	5

Z tohoto přehledu je patrné, že v dnešní době se nachází v Plzeňském kraji 39 přístupných rozhleden a pevně věřím, že se toto číslo navýší.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### 4.3. Zajímavost z okolí

V tomto přehledu se nenachází Klostermannova rozhledna Javorník, kterou bych i přes to ráda zmínila. Nachází se těsně za hranicemi plzeňského, v jihočeském kraji. Tato rozhledna byla vystavěna v roce 1938 a jedná se o rozhlednu kamennou. Jelikož ale už ztrácela svoji využitelnost kvůli dorůstání okolního lesa, rozhodlo se, že se navýší. V roce 2003 byla provedena nástavba rozhledny do celkové výšky 39,6 m při vyhlídkové plošině ve výšce 30 m. Nástavba je tvořena osmibokou betonovou konstrukcí. Rozhledna se tak stala znovu využitelnou pro svůj účel, ale i zajímavou architektonickou stavbou.



Obrázek 25 - Původní rozhledna  
Javorník



Obrázek 26 - Dnešní podoba -  
rozhledna Javorník

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

#### 4.4. Rozbor přehledu

Z přehledu je patrné, že 9 rozhleden postavených v posledních letech ze dřeva, dosahují pouze do výšky 5m. Jedná se o stavby podobného charakteru, které se umístí na vyvýšené místo a splňují definici rozhledny tím, že byly vystavěny úmyslně a jejich způsob využití je rozhlížení se do krajiny. Tyto rozhledny bych ráda nepočítala do vyhodnocení závislosti výšky na materiálu a podobně, jelikož by narušily statistiku.



Obrázek 27 - Homole u Plané



Obrázek 28 - Čermná u Staňkova



#### 4.4.1. Rozhledny Plzeňský kraj – materiály

##### 4.4.1.1. Kamenná rozhledna

Počet:	5 ks
Průměrná výška celková:	24,4 m
Průměrná výška vyhlídky:	19,24 m

Z celkových 39 rozhleden je pouze 5 kamenných. Tyto rozhledny patří mezi nejstarší a to od roku 1845 do roku 1929. Nejvyšší stavbou z těchto kamenných je Bolfánek u Chudenic, který díky zastřešení dosahuje celkové výšky 45 m. Průměrnou výškou za tuto kategorii je 24,4 m a průměrnou výškou vyhlídky je 19,24m.



Obrázek 29 - Bolfánek u Chudenic

#### **4.4.1.2. Cihlová rozhledna**

Počet:	4 ks
Průměrná výška celková:	20,55 m
Průměrná výška vyhlídky:	17,75 m

Čtyři rozhledny jsou vystavěny jako zděné z cihel. Dvě byly postaveny v 10. letech 20. století. Jedná se o Rozhlednu na severu Plzně Krkavec, která je součástí budovy a o rozhlednu Bohušův vrch u Plané, která je samostatně stojící. Obě rozhledny, aby dokázaly být stále v provozu, prošly rekonstrukcí.

Třetí rozhlednou je věž bývalého kostela, která se nachází na Křížovém vrchu u Stodu. Tato věž byla zpřístupněna v roce 2004 jako rozhledna. Do té doby byla součástí kostela od roku 1755, který byl ovšem zbořen a zůstala po něm pouze věž.

Čtvrtou rozhlednou je rozhledna na Chlumu u Chanovic, která byla postavena v roce 2008 – 2010 a byla vyzděna z betonových cihel.



*Obrázek 30 - Bohušův vrch u Plané*



#### **4.4.1.3. Železná rozhledna**

Počet:	11 ks
Průměrná výška celková:	38,44 m
Průměrná výška vyhlídky:	26,16 m

Železné rozhledny se začaly stavět od roku 1992. První železnou rozhlednou v Plzeňském kraji byla rozhledna Koráb, která leží nedaleko Kdyně. Je patrné, že železné rozhledny dosahují větší výšek, než předchozí kategorie a to o více než 10m. V Plzeňském kraji železné rozhledny vyhrávají prvenství v dosažených výškách.

Nejvyšší železnou rozhlednou je věž na Sylvánu, která dosahuje výšky 68,3m, ovšem slouží jako vysílač mobilního operátora. Vyhlídkovou plošinu má v 23,2m.

Nejvyšší železnou rozhlednou s nejvýše položenou vyhlídkovou plošinou je pak Březinka u Bernatic. Na této rozhledně se může návštěvník rozhlídnout do krajiny z výšky 33,5m, když vystoupá po 178 schodech.



Obrázek 31 - Březinka u Bernatic

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

#### 4.4.1.4. Dřevěná rozhledna

Počet:	7 ks (vyšších než 5m)
Průměrná výška celková:	16,39 m
Průměrná výška vyhlídky:	11,77 m

Dřevěné rozhledny jsou dle mého názoru nejtradičnější a lidem k srdcím nejbliž. Nejčastěji jsou umístěny na okrajích lesů či přímo uvnitř a proto jsou-li vystavěny ze dřeva jakožto přírodního materiálu, tak tam nejlépe zapadnou. Jsou i velmi rozmanité výškově. Nejvyšší dřevěná rozhledna v Plzeňském kraji dosahuje výšky 27,75m a to rozhledna Sedlo u Albrechtic, což na nejvyšší železnou rozhlednu nestačí.



Obrázek 32 - Sedlo u Albrechtic



Obrázek 33 - Radost u Dobříče

U dřevěných rozhleden bych ráda zmínila ještě jednu, kvůli svému jedinečnému tvaru. Jedná se o rozhlednu Radost u Dobříče, která má celkovou výšku jen 9,2m. Má ale velké půdorysné rozměry, protože je tvořena pouze přímým schodištěm.

## 5. Návrh rozhledny – obecně

Při návrhu rozhledny musíme uvažovat, že se nejedná o jednoduchou stavbu. Ať už volíme jakoukoli konstrukci z jakéhokoli materiálu, vše musí být promyšleno důkladně s ohledem na největší zatížení – Zatížení Větrem. Jelikož rozhledny bývají vysoké stavby, chráněné proti větrným účinkům maximálně do výšky okolních stromů, přistupovala bych jako k návrhu výškové budovy.

Rozhledna může být navržena jako masivní (plná) stěnová konstrukce, nebo jako příhradová konstrukce, anebo kombinací těchto dvou systémů. Všechny varianty by měly mít jedno společné a to, že zajistí konstrukci dostatečnou tuhost, kterou potřebuje k přenesení velkého vodorovného zatížení, které nám vyvolá zatížení větrem. V tomto případě máme v rozporu dvě informace. První je taková, že by konstrukce měla být dostatečně těžká, aby odolala tahovému zatížení, které vzniká ve spoji se základem, ale zároveň musí být lehká, aby bylo možno vystavět do velkých výšek.

### 5.1. Postup návrhu rozhledny:

#### 1) Výběr lokality

Prvním a nemálo důležitým krokem k návrhu nové rozhledny je výběr lokality. Musíme myslet na to, že okolní krajina se neustále vyvíjí a my se snažíme postavit stavbu, která nejen že nebude rušit okolní prostory, ale také bude sloužit účelu pro který je stvořena a hlavně po celou svoji životnost.

Je potřeba vybrat zajímavé místo, kde se rozhledna stane dominantou krajiny a přiláká návštěvníky, aby na ni vystoupali a rozhlídli se do krajiny.

#### 2) Architektonický návrh

Na základě vybraného umístění rozhledny je třeba vytvořit důmyslný architektonický návrh stavby. Zvolit vhodný tvar, materiály a umístění na pozemek. Je třeba vytvořit objekt, který splní představy investora, nebude negativním způsobem narušovat okolí nově budované rozhledny, ale také musí svým půvabem přivést co nejvíce návštěvníků rozhledny. Je důležité vytvořit vizualizaci objektu i s usazením do krajiny.

Většinou výslednému řešení předchází několik variant objektu, mezi kterými si investor vybere tu nejbližší svým představám, ale i finančním možnostem, nebo dané lokalitě.

Výstupem tohoto je architektonická studie, která se stane předlohou pro statický návrh stavby a následný projekt pro stavební povolení.

### 3) Konstrukční systém + materiálové řešení

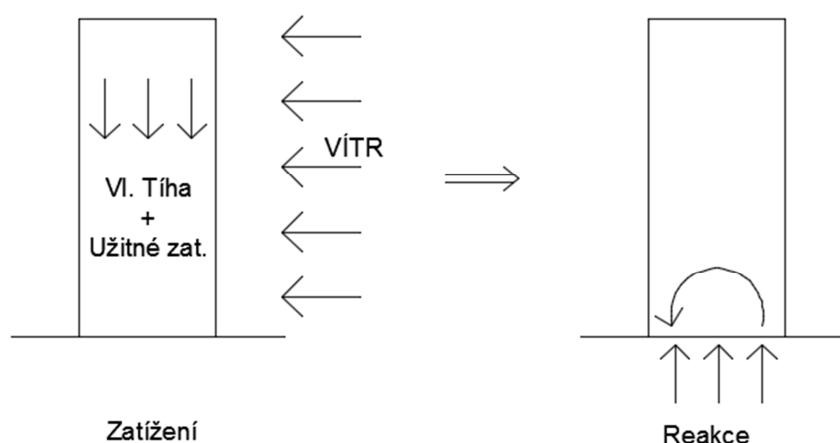
Dalším bodem v postupu návrhu nové budovy, je zvolení nejlepšího řešení konstrukčního systému v kombinaci s použitými materiály. Je třeba zvolit konstrukce, které vzájemným spolupůsobením odolají všem nepříznivým účinkům zatížení objektu a provedou co nejpříznivěji stavbu svojí životností za standardní údržby. Konstrukční systém se odvíjí od architektonické studie, která udává tvar a rozložení nosných prvků, a tato část se prolíná s účinky zatížení a geologickými poměry dané lokality. V této fázi je třeba zjistit, zda daný architektonický návrh je reálný a za jakých podmínek. Je třeba určit, zda navržená stavba lze udělat z daného materiálu.

### 4) Statické řešení

Rozhlednu můžeme zařadit se statického hlediska spíše k výškovým stavbám. Výškové stavby se vyznačují tím, že vzhledem ke své výšce stojí na poměrně malé půdorysné ploše. Největším zatížením, které na výškovou stavbu působí, je zatížení od větru, neboli vodorovné. Aby konstrukce odolala velkému zatížení od větru, musí být zajištěná dostatečná tuhost objektu. Dále konstrukce je namáhána různými nárazy od větru, smršťováním a dotvarováním betonu, teplotními rozdíly, nebo třeba námrazou.

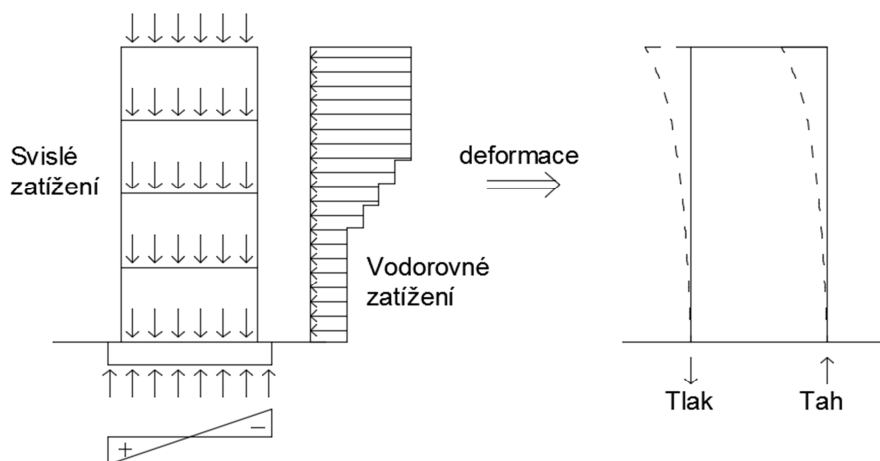
U výškových staveb je v rozporu logický postup návrhu. Ze strany jedné je potřeba, aby objekt byl dostatečně „těžký, mohutný“ kvůli vyvolání většího svislého zatížení od vlastní tíhy, ale zároveň ze strany druhé kvůli možnosti stavění do vysokých výšek je lepší navrhovat konstrukce lehčí.

Ze statického hlediska se výškové stavby chovají jako vetknuté konzoly.



Obrázek 34 – Zatížení a reakce na konstrukci

Plná stěna:



Obrázek 35 – Zatížení a reakce na konstrukci

Dle obrázku je patrné, že v základové spáře budou vznikat nejen svislé reakce, ale i vodorovné síly popřípadě moment od vodorovného zatížení. Vznikne nám jednak tlaková složka do základů, ale i tahová. Základy pro takovou konstrukci jsou tvořeny převážně základovými pasy, nebo základovou deskou v kombinaci s hloubkovým založením pomocí pilot.

Ztužení objektu musí být provedeno tuhými stropy v kombinaci se ztužujícím jádrem, nebo ztužujícími stěnami.

Pro návrh konstrukce je nejvhodnější použít kombinaci různých konstrukcí. Je potřeba najít nejvhodnější variantu, kterou pro konstrukci lze vytvořit. Můžeme kombinovat konstrukce stěnové X sloupové X rámové X příhradové X s jádrem.

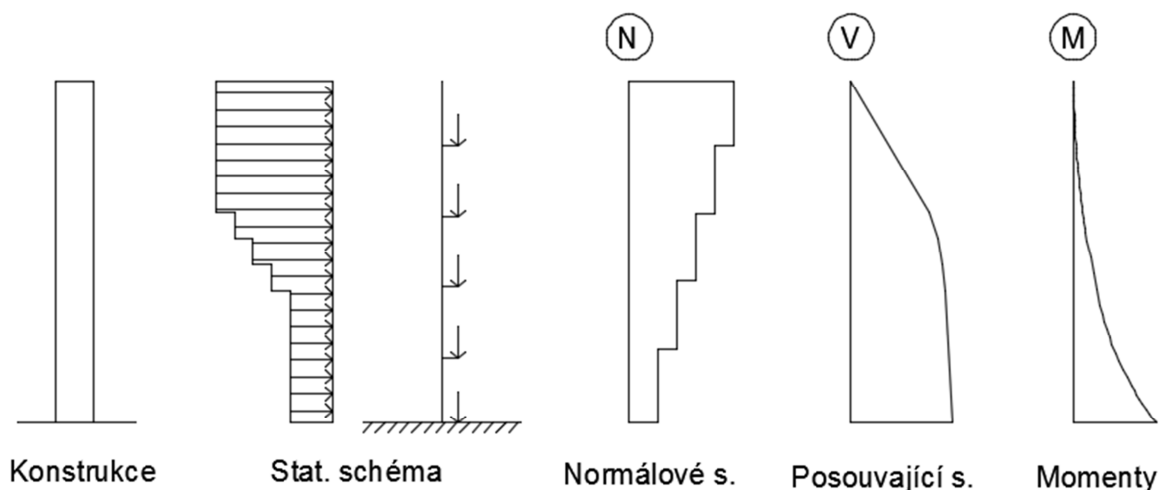
#### **Příhradová konstrukce:**

Konstrukce obsahující přímé pruty spojené v bodech (styčnicích), které vytváří kloubový spoj (nepřenáší moment). Tato konstrukce rozloží vnější zatížení do mnoha prvků. Jednotlivé prvky jsou namáhány tahovou a tlakovou složkou. Konstrukce rozhledny může být tvořena prostorovou příhradou, nebo složena z mnoha rovinných příhrad vzájemně propojených. Příhradová konstrukce nám objekt zlehčí a nejspíše i zlevní.

Rozhledna vytvořená příhradovou konstrukcí může být snadněji navržena do vyšších výšek, nežli ze stěny plné. Musíme ale uvažovat i nad pohodlím návštěvníků. Stěna tvořená příhradou nevytvoří ochranu proti povětrnostním vlivům návštěvníkům uvnitř, pokud nebude opláštěná.

**Plná konstrukce:**

Plná konstrukce bude tvořit výraznější zatížení na základovou spáru a bude tudíž snadněji přenášet vodorovné zatížení od větru. Při návrhu vysokých staveb se bude jednat o velmi masivní konstrukci a nejspíše i výrazně dražší variantu, nežli u příhrady. Na druhou stranu nám zajistí stabilní prostředí uvnitř a pohodlí návštěvníkům rozhledny.



Obrázek 36 – Vnitřní síly v konstrukci

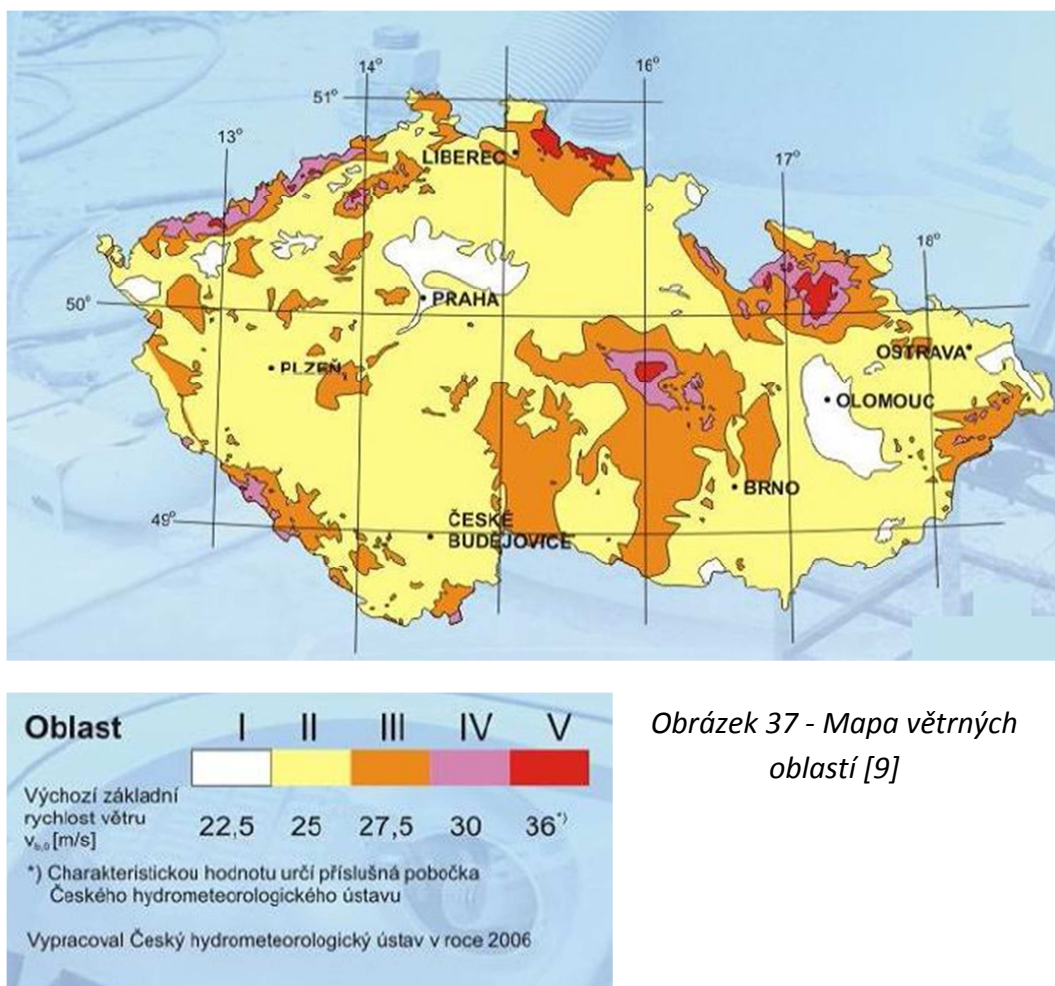
**5) Zatížení****a. Vítr**

Nejvýznamnější složkou zatížení těchto staveb je zatížení větrem. Toto zatížení navrhujeme dle normy ČSN EN 1991-1-4 (Eurokód 1) Zatížení Konstrukcí – Zatížení větrem. Dle této normy jsme schopni stanovit zatížení větrem pro objekty do maximální výšky 200m. Musíme brát v potaz zatížení větrem i v průběhu výstavby, kdy ještě konstrukce není plnohodnotně dokončená.

Tento druh zatížení je proměnný a na objekt nám působí jako tlakové síly na obálku budovy. Závisí tedy na velikosti, tvaru konkrétní konstrukce a na zeměpisné poloze objektu. Umístění nám stanoví větrnou kategorii (v ČR jsou I. – V.). Každá kategorie má normovou výchozí hodnotu základní rychlosti větru  $v_{b,0}$ , která je definována jako: „Desetiminutová střední rychlost větru, nezávislá na směru větru a ročním období, ve výšce 10 nad zemí v terénu bez překážek s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami, vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek.“ [12]



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu



Obrázek 37 - Mapa větrných oblastí [9]

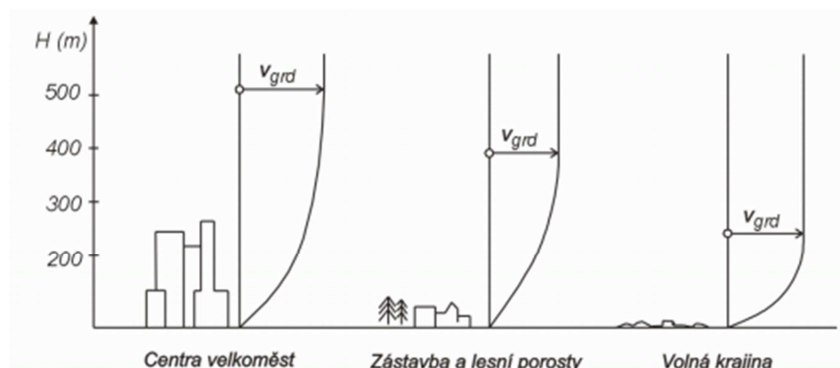
Dalším důležitým koeficientem pro stanovení zatížení větrem je kategorie terénu, která nám určí součinitel drsnosti terénu  $c_{r(z)}$ . K tomu slouží tabulka kategorií terénů a jejich parametrů.

Kategorie terénu	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0 - moře a přímořské oblasti	0,003	1
I - jezera nebo plochá krajina bez překážek	0,01	1
II - krajina s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky	0,05	2
III - oblast rovnoměrně pokrytá vegetací, budovami nebo překážkami (vesnice, lesy)	0,3	5
IV - alespoň 15 % povrchu je pokryto budovami o průměrné výšce přes 15 m	1	10

Tabulka kategorií terénu a jejich parametrů [12]

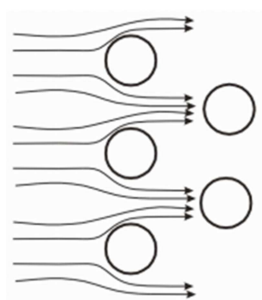
Pro rozhledny, které jsou obklopené stromy, je možné pro výpočet použít kategorii terénu III., ale pouze do výšky, kde se stromy ještě nachází. Od výšky cca 15m, je potřeba uvažovat kategorii terénu I., jelikož v těchto místech se již nenachází žádné překážky, které by bránily proudění větru.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

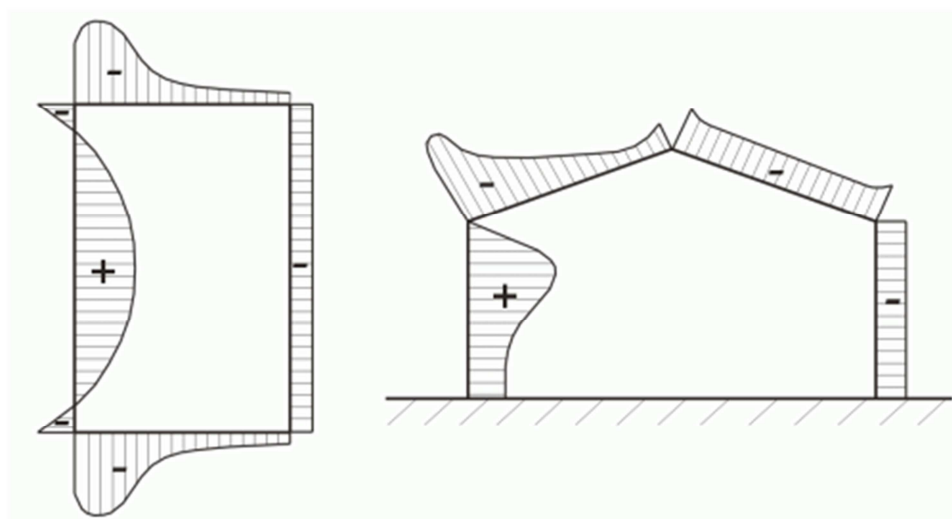


Obrázek 38 - Gradient rychlosti větru v závislosti na

Je třeba počítat s tím, že se může rychlost větru, při obtékání překážek, i zvětšit. Tomuto jevu se říká Venturiho účinek. S tímto musíme počítat při výstavbě rozhledny v lese, jelikož nám stromy mohou zvětšit zatížení větrem. Dále nám tento jev může nastat při příhradové konstrukci. Musíme uvažovat zatížení větrem na konkrétní plochu prvků příhrady, ale také obtékání větru těchto prvků na další prvky.



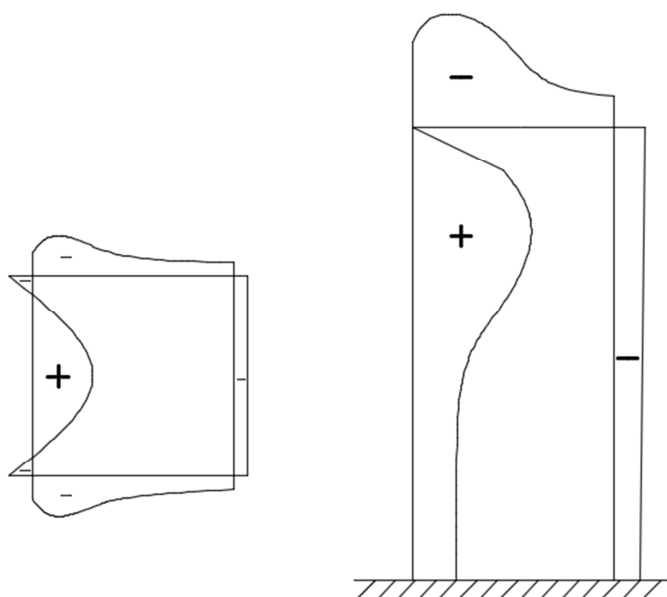
Obrázek 39 - Venturiho účinek [10]



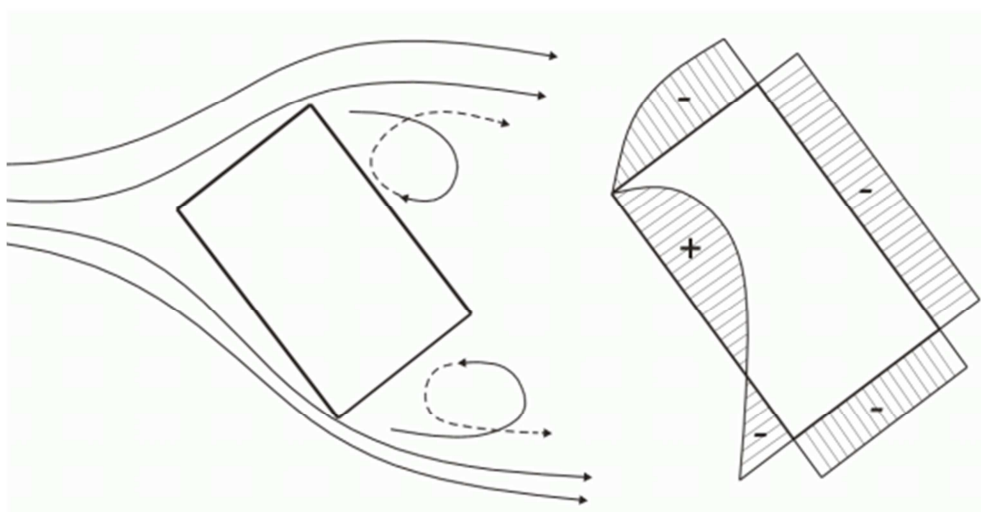
Obrázek 40 - Účinky od kolmého větru na objekt - oběcně [10]



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu



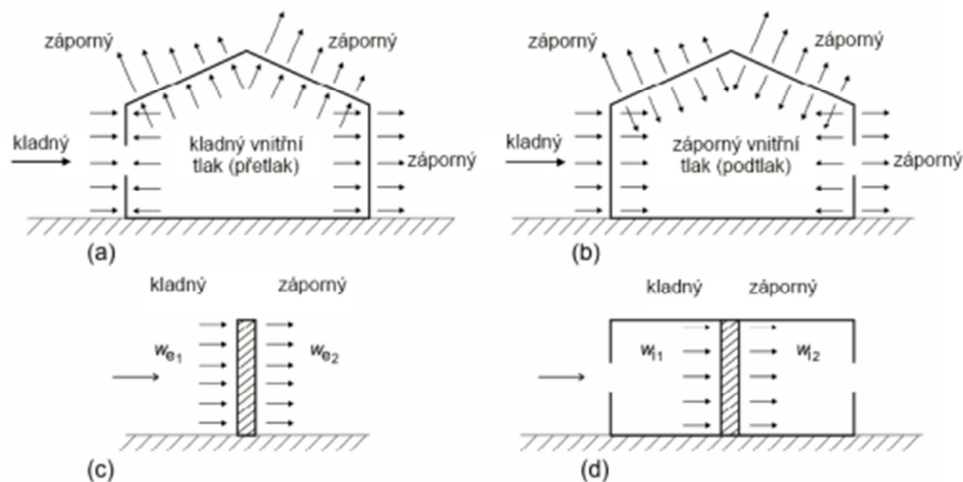
Obrázek 41 - Účinky od kolmého větru na objekt - rozhledna



Obrázek 42 - Účinky od šikmého větru na objekt - obecně [10]

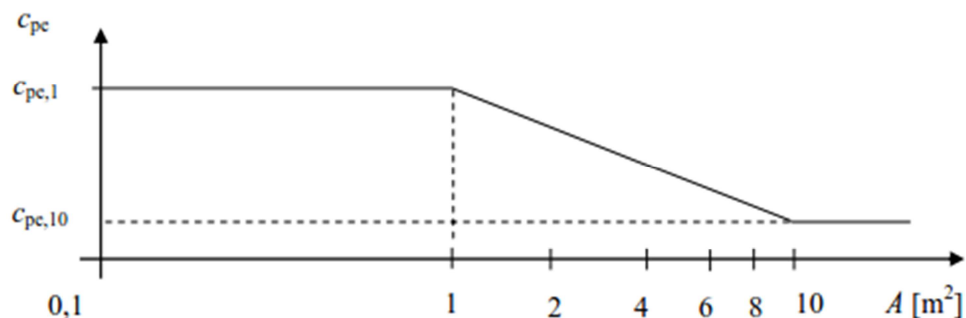
Při navrhování stavby na zatížení větrem postupujeme tak, že vypočítáme maximální dynamický tlak větru, určíme součinitele sil a tlaků a následně vypočítáme tlak a sílu větru na různé konstrukce.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu



Obrázek 43 - Tlaky větru na povrchy [12]

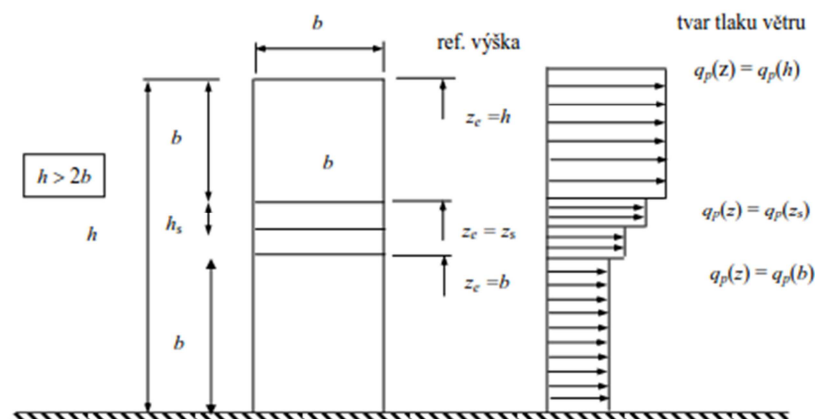
Součinitele tlaků jsou pro časté konstrukce dohledatelné v normě, ale pro ostatní lze dohledat součinitele výsledného tlaku a sil. V případě příhradové konstrukce rozhledny se budou muset součinitele dopočítávat. Dále se musí brát v potaz případ, kdy konstrukce bude zatížena námrazou, tudíž se zvětší její plocha a zvýší se zatížení od větru. Pro určení součinitelů se vychází z plochy objektu a jeho výšky. Plochu je zahrnuta v součiniteli  $c_{pe}$  patrného z obrázku.



Obrázek 44 - Závislost součinitele  $c_{pe}$  na ploše  $A$  [10]

Jak jsem již zmínila, tak u rozhleden je potřeba se zabývat výškou konstrukce. V normě, pro výpočet zatížení větrem, najdeme rozdělená tlaků po výšce konstrukce. Je-li konstrukce vyšší, než je dvojnásobek její šířky, postupuje se ve výpočtu dle obrázku.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu



Obrázek 45 - Rozdělení tlaků větru po výšce na výškovou stavbu [11]

Jak je z obrázku patrné, je potřeba vypočítat několik tlaků větru a konstrukci nerovnoměrně zatížit. Výška se rozdělí tak, že od spodní a horní hrany konstrukce se vezme hodnota šířky objektu. Zbývající část se rozdělí na několik dílů s postupným zvyšováním tlaku větru.

Zatížení větrem uvažujeme i na střechy. Ty se dělí na šikmé střechy a ploché střechy, s nebo bez atiky.

Při návrhu rozhledny je třeba zatížení větrem upravit pro každý konkrétní případ. Například bude-li rozhledna postavena na kopci bez okolního stínění objekty, je třeba uvažovat s vyššími účinky větru. Zvětší se nám tím i celková výška pro výpočet zatížení větrem a to o výšku kopce nad okolní krajinou.

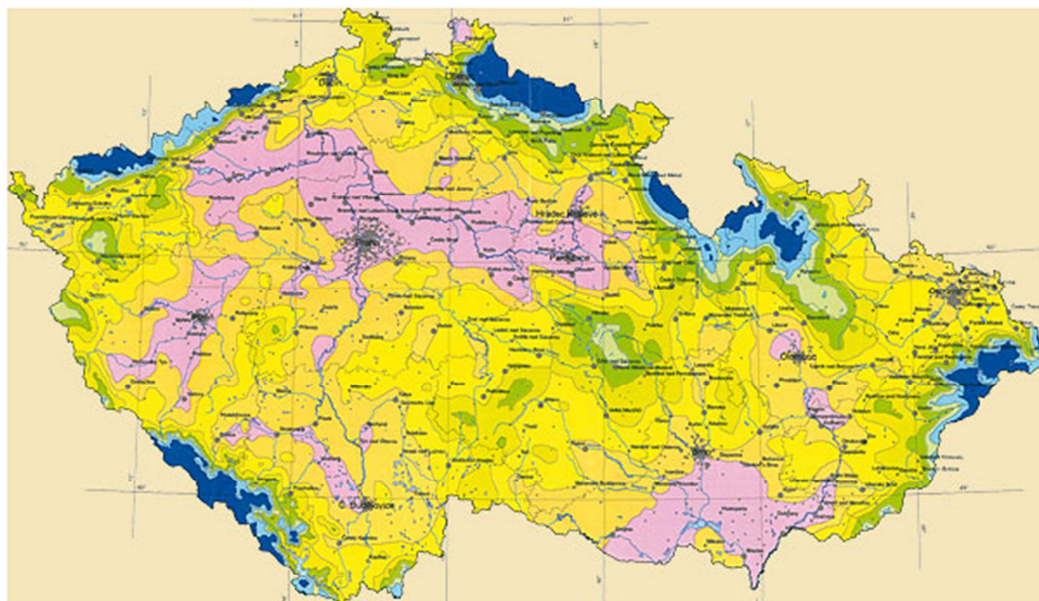
Dále bychom se u rozhleden měli zabývat 2.MS, kdy musíme uvažovat dynamické kmitání konstrukce. Výškové stavby je třeba navrhnout na vlnovou délku kmitání, které jsou schopné odolat, nebo je třeba doplnit stavbu hltičem kmitů.









Celkově stavbu navrhujeme na:

- 1.MS – stabilitu a pevnost
- 2.MS – průhyb a kmitání
- mimořádné zatížení – náraz, zemětřesení apod.

## b. Sníh

Zatížením sněhem se zabývá norma ČSN EN 1991-1-3, která stanovuje postup výpočtu zatížení sněhem na objekt. ČHMÚ vytvořili mapu sněhových oblastí pro Českou republiku, do které byly zahrnuty údaje z období z let 1961 – 2006. Vzniklo tak 8 sněhových kategorií, které nesou hodnoty charakteristického zatížení sněhem od  $s_k = 0,7 - 4 \text{ kN/m}^2$ .



 Oblast I - 0,7 kN/m <sup>2</sup>	 Oblast V - 2,5 kN/m <sup>2</sup>
 Oblast II - 1 kN/m <sup>2</sup>	 Oblast VI - 3 kN/m <sup>2</sup>
 Oblast III - 1,5 kN/m <sup>2</sup>	 Oblast VII - 4 kN/m <sup>2</sup>
 Oblast IV - 2 kN/m <sup>2</sup>	 Oblast VIII - >4 kN/m <sup>2</sup>

Obrázek 46 - Mapa sněhových oblastí v ČR [14]

Výsledná hodnota zatížení závisí především na tvaru střechy, tepelných vlastnostech, drsnosti povrchu, vzdálenosti od okolních staveb, na okolním terénu a klimatu v dané lokalitě. Ve výpočtu jsou zahrnuty součinitele, které závisí na tvaru  $\mu_i$ , expozici  $C_e$  a tepelném součiniteli  $C_t$ . Ty se přenásobí charakteristickou hodnotou zatížení sněhem na zemi  $s_k$ .

Střecha, která je členěná, může způsobovat lokální hromadění sněhu a je třeba s ním ve výpočtu počítat.

## c. Teplotou

Zatížení teplotou objasňuje norma ČSN EN 1991-1-5. U rozhleden může dojít k výraznému zatížení teplotou vzhledem k velkému rozdílu teplot po výšce konstrukce.

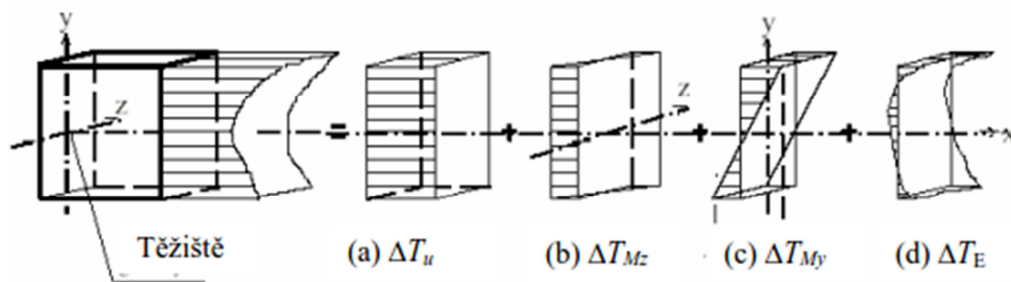
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Norma zahrnuje klimatické vlivy, které nám způsobuje slunečné záření, zastínění objektu, nebo rychlost větru. U rozhledny nedochází k výraznému rozdílu teplot vlivem vnitřního prostředí, tudíž není třeba s tím uvažovat.

Zatížení teplotou udává charakteristická hodnota, která se stanoví z extrémů (minimum a maximum) teploty vzduchu ve stínu. Jedná se o: „ *Hodnota, která je překročena ročními minimy (maximy) s pravděpodobností 0,02 (odpovídající padesátileté střední době návratu, vychází ze zaznamenaných hodinových hodnot.*“ [12]

V normě jsou rozlišeny 4 složky zatížení teplotou:

- Rovnoměrná složka teploty  $\Delta T_u$
- Lineárně proměnná rozdílová složka teploty ve směru osy y  $\Delta T_{My}$
- Lineárně proměnná rozdílová složka teploty ve směru osy u  $\Delta T_{Mz}$
- Nelineární složka  $\Delta T_E$



Obrázek 47 - Schéma složek teploty [12]

Zatížení teplotou je vždy potřeba počítat při návrhu ocelové konstrukce rozhledny, jelikož by její účinky mohly mít velmi nepříznivý vliv na stabilitu konstrukce.

#### d. Námraza

Pro zatížení námrazou je stanovena mezinárodní norma ČSN ISO 12494 s národní přílohou, kde je námrazová mapa pro území ČR, nebo pro konkrétní případy je možné požádat o poskytnutí údajů z lokality od ČHMU. Zatížení námrazou je částečně propojené se zatížením větrem, tudíž je potřeba vycházet i z normy na zatížení větrem.

Charakteristické hodnoty námrazy a ledovky jsou stanoveny pro střední dobu návratu 50 let na základě dat získaných z referenčního kolektoru, kterým je ocelová tyč o délce alespoň 0,5m a průměru 0,03m. [15]

Námraza může nejen výrazně konstrukci přitížit, ale způsobovat tahové síly v příhradových konstrukcích, nebo ocelových lanech a může způsobit i zvýšení průhybu. Také má určitý vliv na dynamické chování konstrukce.

Námraza se zařídí do 10-ti kategorií dle hmotnosti ledu. U konstrukcí, na které má vliv námraza je třeba počítat s kombinacemi zatížení námrazy a větru dle kombinačních rovnic.

#### **e. Užité**

Rozhledna jako taková není zahrnuta v užitém zatížení staveb dle normy ČSN EN 1991-1-1. Svými vlastnostmi zapadne do více kategorií zatížení. Nejlepší zařídění by vycházelo pro kategorii C – plochy, kde dochází ke shromažďování lidí a to konkrétně C3: plochy bez překážek pro pohyb osob (plochy v muzeích, na výstavách, ve veřejných a administrativních budovách) pro které je charakteristická hodnota zatížení  $5 \text{ kN/m}^2$ . Dle mého názoru nemůžeme srovnávat rozhlednu, na které nebude v každém podlaží tolik lidí jako například v muzeu či administrativní budově. Proto mi přijde vhodnější zvolit hodnotu užitého zatížení  $1,5 \text{ kN/m}^2$ , což odpovídá 2 dospělým osobám na  $1 \text{ m}^2$ .

Dominantní konstrukcí rozhledny je schodiště, na které uvažujeme charakteristickou hodnotu zatížení  $3 \text{ kN/m}^2$ .

Poslední kategorií užitého zatížení je H – Střechy s hodnotou  $0,75 \text{ kN/m}^2$ .

#### **f. Vlastní tíha**

Vlastní tíha je složena z nosných a nenosných prvků konstrukce. Pro výpočet je potřeba znát veškeré rozměry a vlastnosti materiálů. Charakteristické hodnoty vypočítáme z objemových hodnot daných materiálů.

### **5.2. Porovnání ŽB plné, ocelové a dřevěné příhradové konstrukce ve 2D**

Vytvořila jsem ve 2D srovnání 3 různých stěn s výškami 10, 20 a 30m. Jednou stěnou jsem zvolila železobetonovou konstrukci v tl. 300mm. Další konstrukce jsou tvořeny rovinnou příhradovou konstrukcí, jednou ve variantě ocelové - ocel S235 a druhou variantou je dřevěná konstrukce z C24.

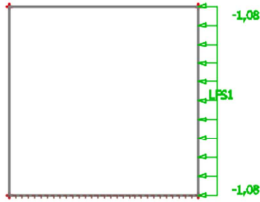
Zatížení konstrukce bylo pouze větrem a vlastní tíhou. Vítr je v hodnotě v  $\text{kN/m}^2$ . A výsledné síly v kN.



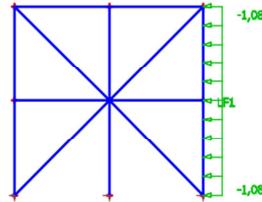
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### 5.2.1. Konstrukce při 10m výšce:

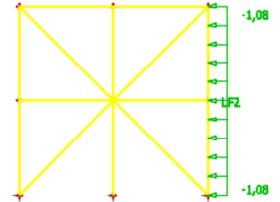
**ŽB**



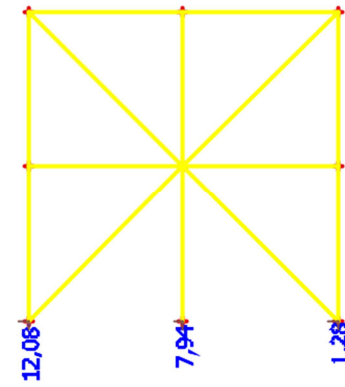
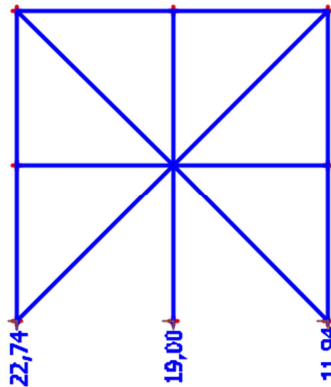
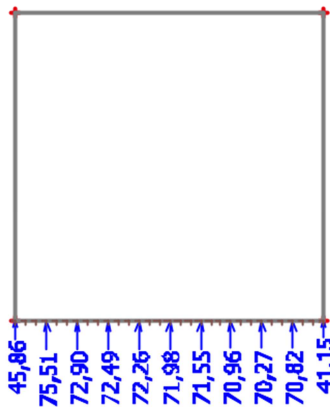
**OCEL**



**DŘEVO**

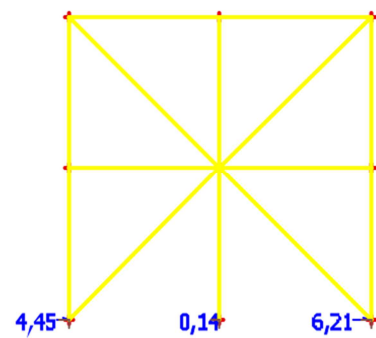
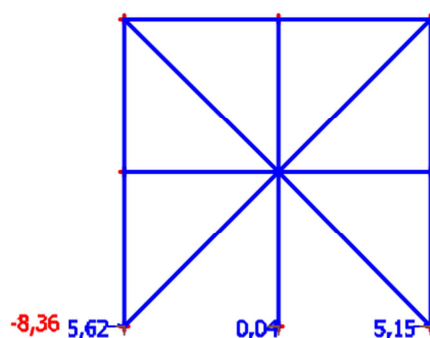
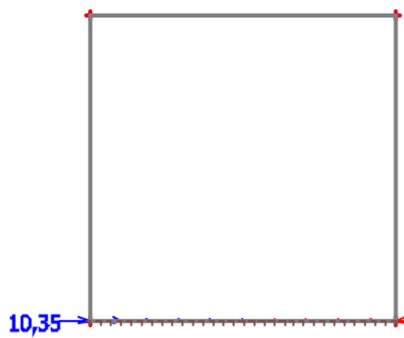


**Reakce ve svislém směru [kN]**



ŽB stěna se při 10 m dostane na hodnoty zatížení do podloží až 46 kN, kdežto ocelová na přibližně 23 kN a dřevěná příhrada na 12 kN.

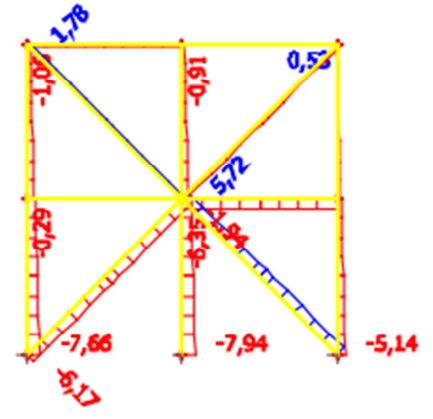
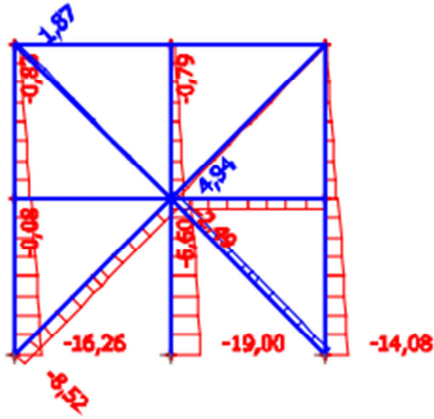
**Reakce ve vodorovném směru [kN]**



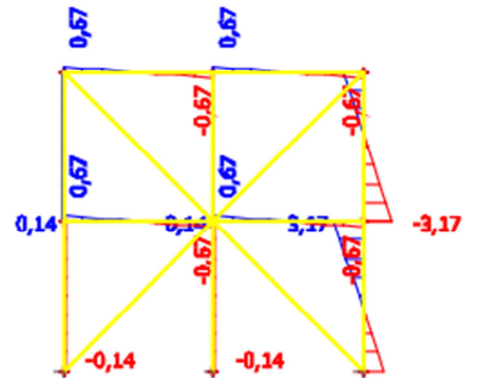
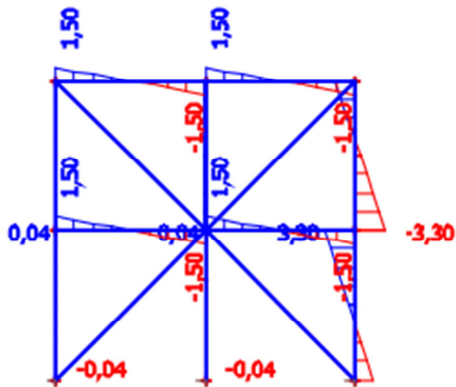
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Vnitřní síly pro příhradové konstrukce**

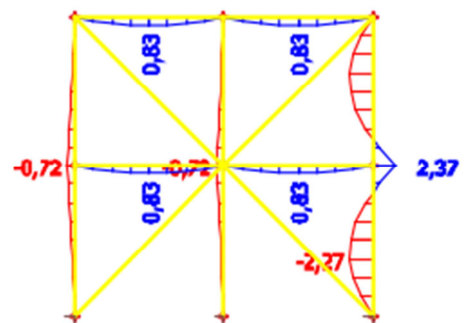
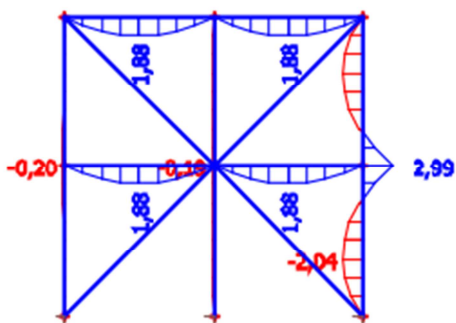
**Normálové síly**



**Posouvající síly**

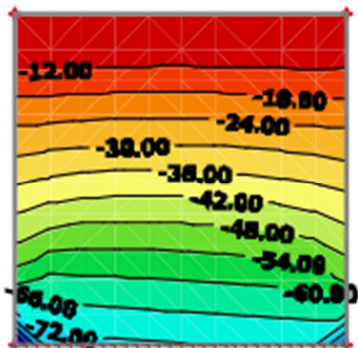


**Momenty [kNm]**



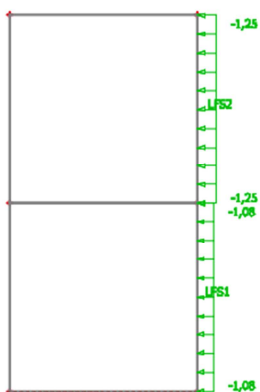
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Normálová síla v ŽB stěně**

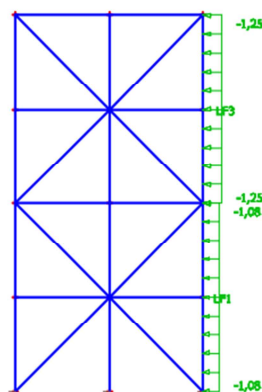


**5.2.2. Konstrukce při 20m výšce:**

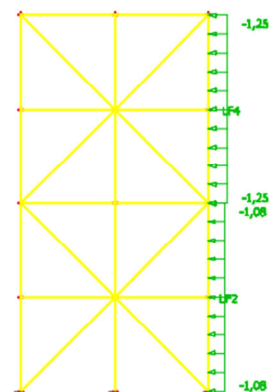
**ŽB**



**OCEL**

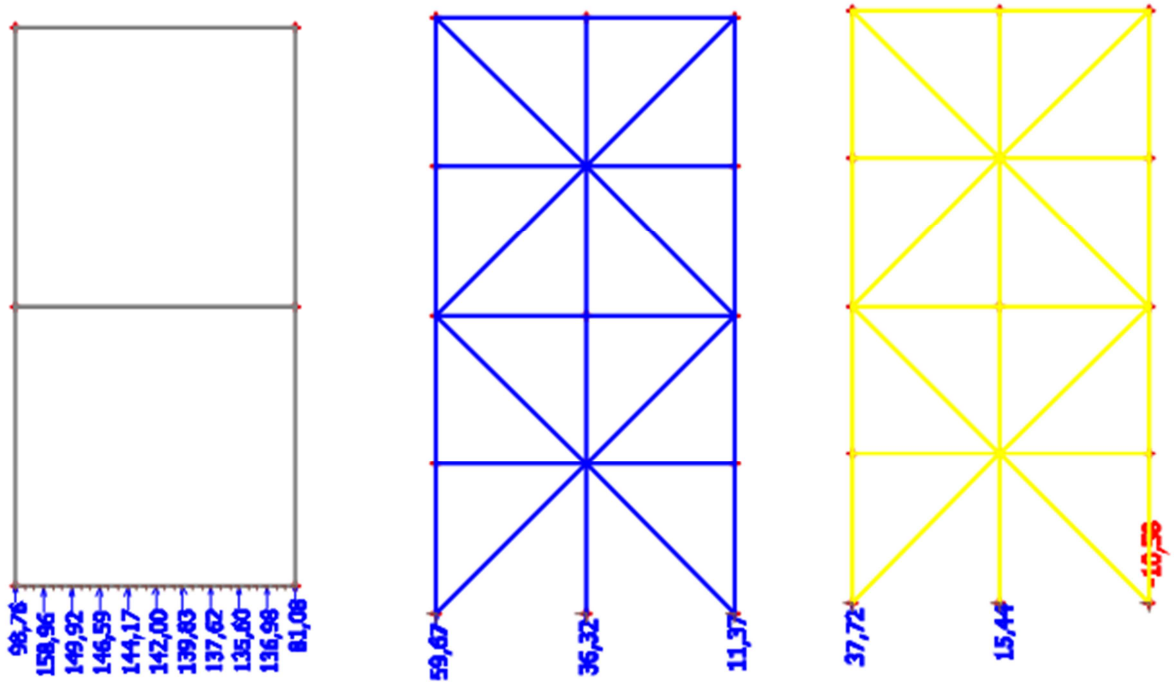


**DŘEVO**



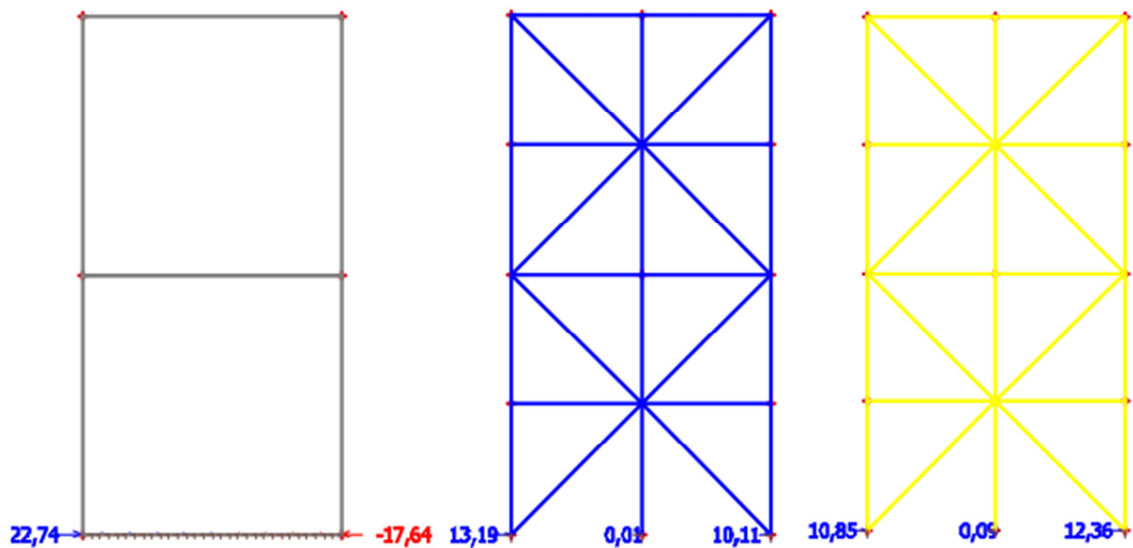
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Reakce ve svislém směru



ŽB stěna se při 20m dostane na hodnoty zatížení do podloží až 100 kN, kdežto ocelová přibližně na polovinu – 60 kN a dřevěná příhrada na 38 kN.

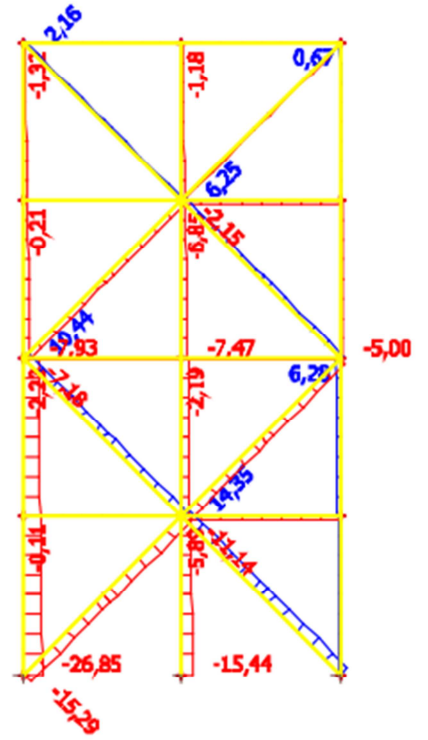
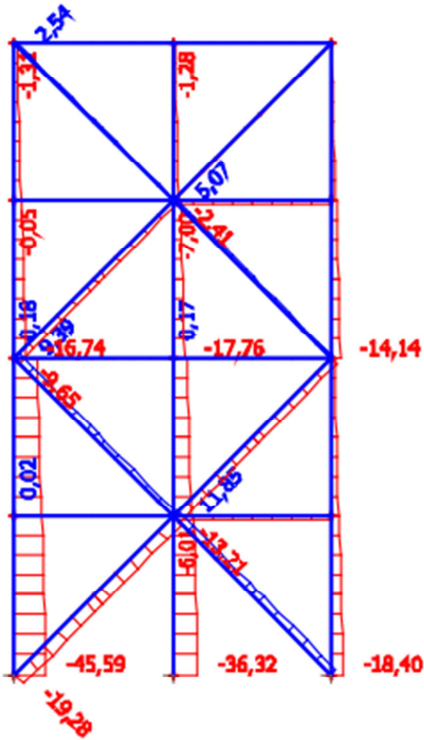
### Reakce ve vodorovném směru



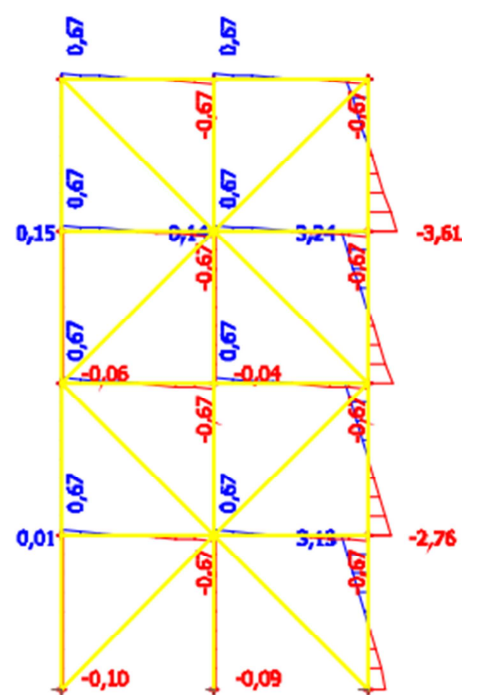
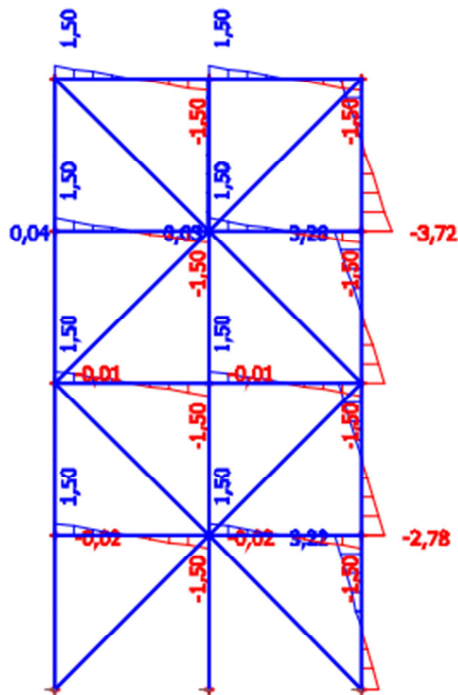
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Vnitřní síly pro příhradové konstrukce**

**Normálové síly**

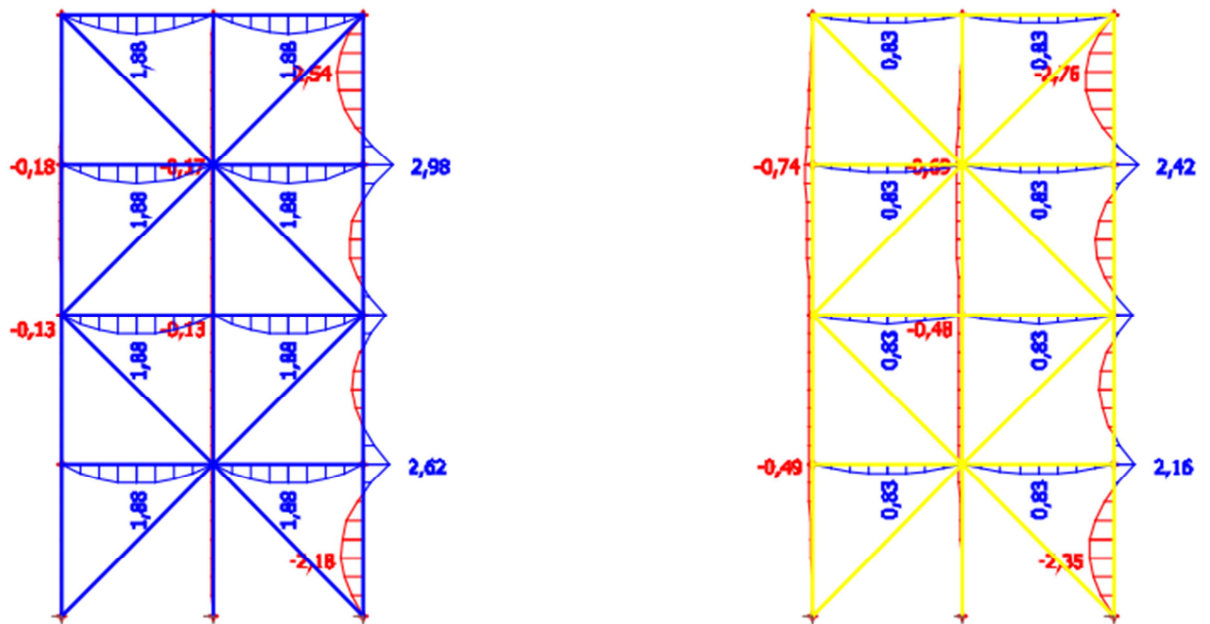


**Posouvající síly**

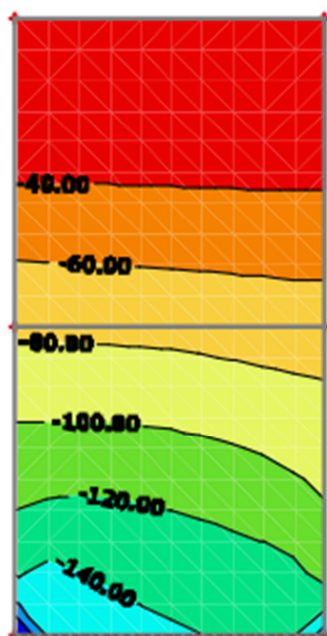


Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Momenty**



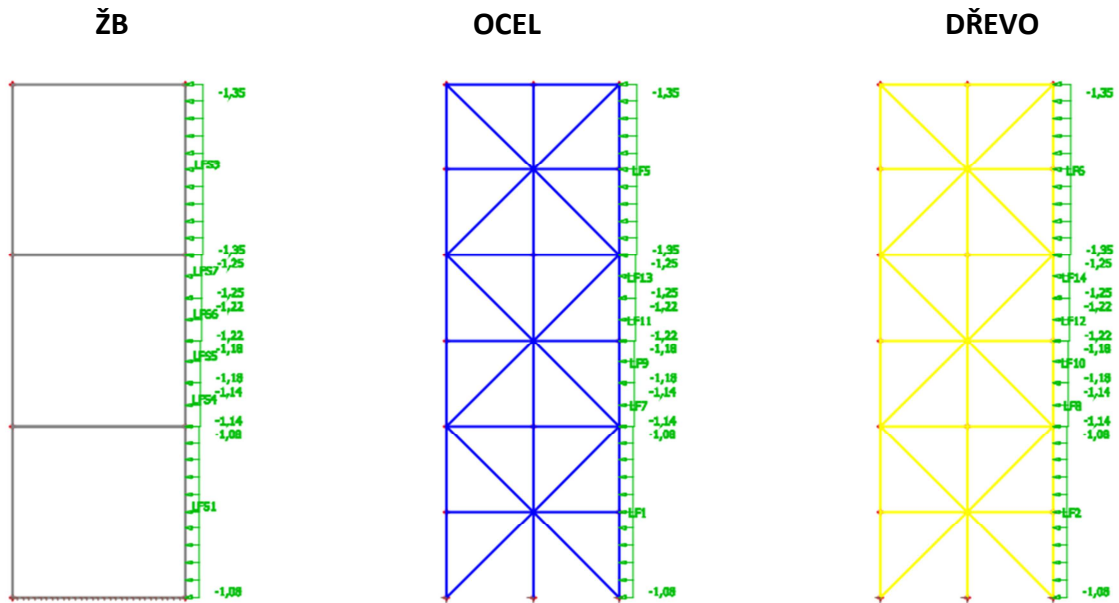
**Normálová síla v ŽB stěně**



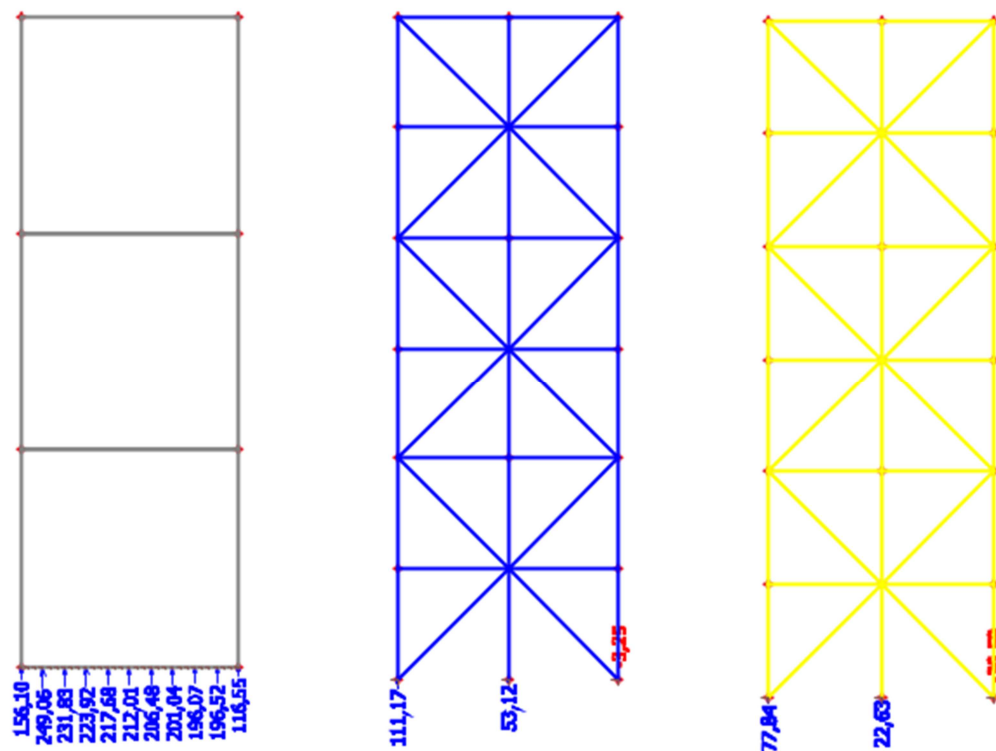


Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### 5.2.3. Konstrukce při 30m výšce:



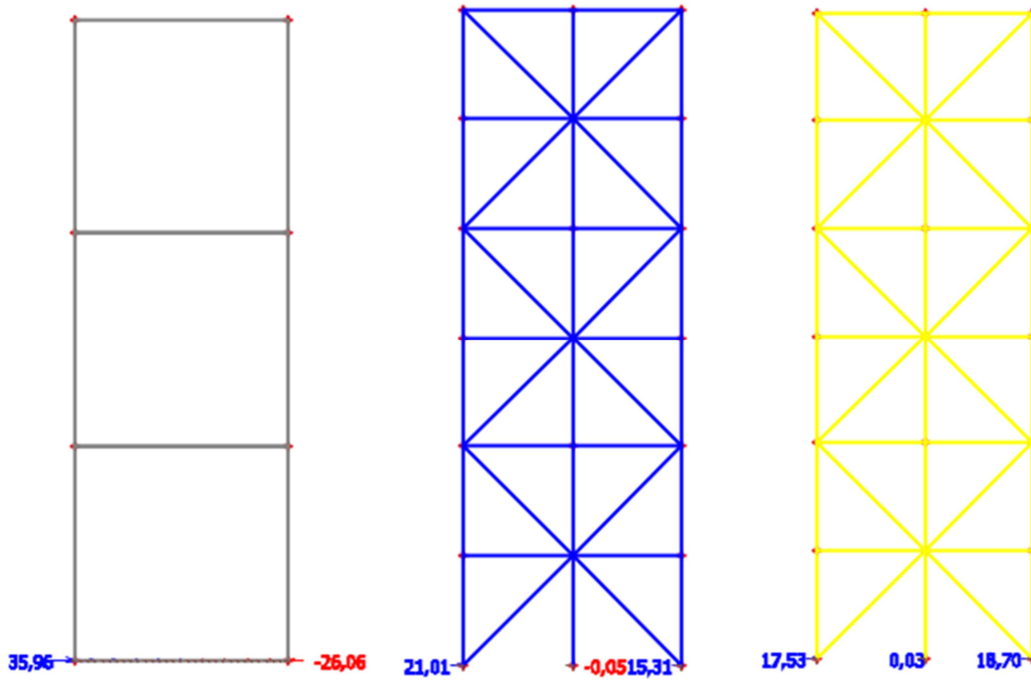
#### Reakce ve svislém směru



ŽB stěna se při 30m dostane na hodnoty zatížení do podloží až 156 kN, kdežto ocelová přibližně na 111 kN a dřevěná příhrada na 78 kN.

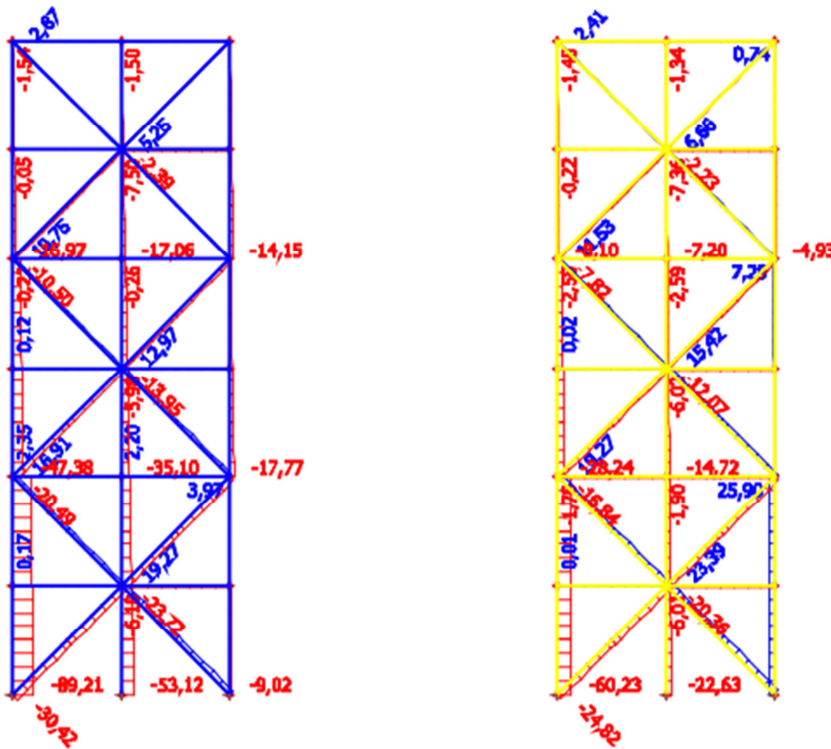
Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Reakce ve vodorovném směru**



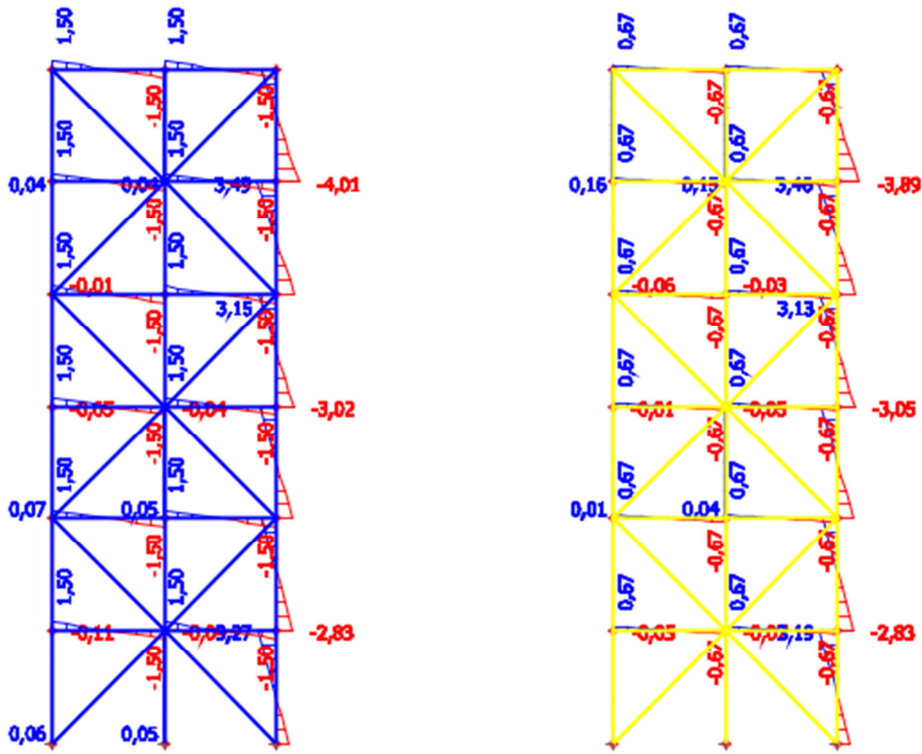
**Vnitřní síly pro příhradové konstrukce**

**Normálové síly**

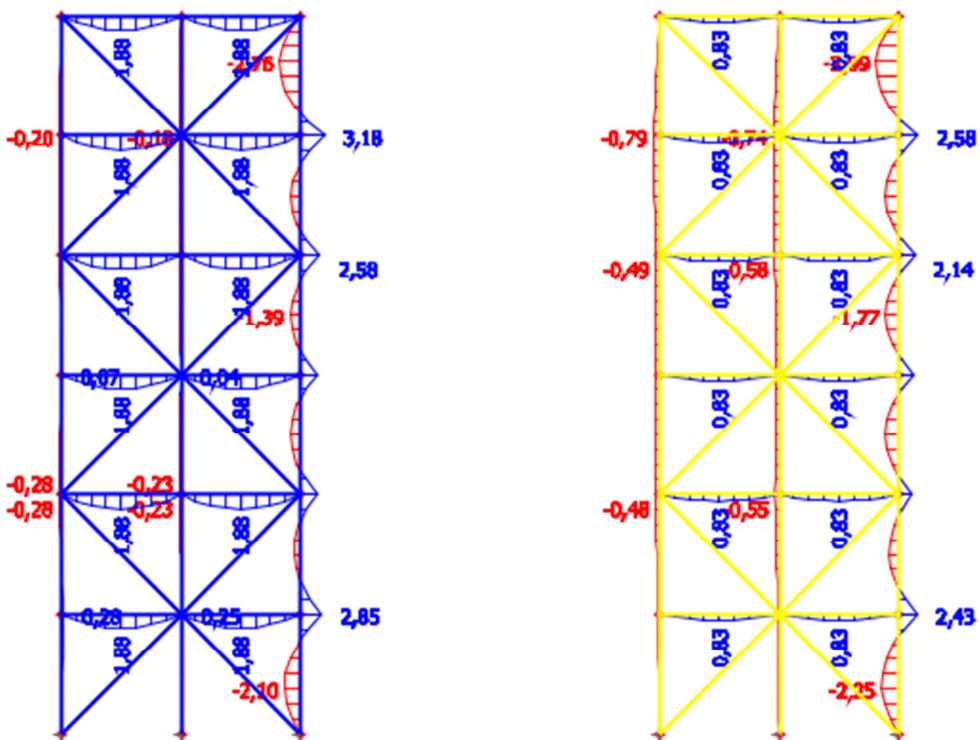


Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

**Posouvající síly**

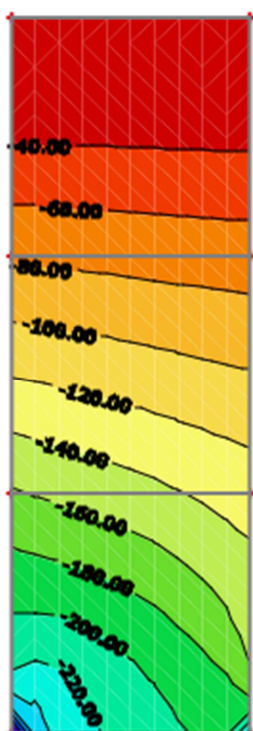


**Momenty**



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Normálová síla v ŽB stěně



### 5.3. Souhrn výsledků zatížení

Svislé zatížení podloží – maximální hodnoty:

Výška / Materiál	ŽB [kN]	Ocel [kN]	Dřevo [kN]
10 m	46	23	12
20 m	98	60	38
30 m	156	111	75

Výška / Materiál	ŽB [%]	Ocel [%]	Dřevo [%]
10 m	100	50	26
20 m	100	61	38
30 m	100	71	50

Ze souhrnu svislého zatížení na podloží je patrné, že s rostoucí výškou se zatížení nezvyšuje rovnoměrně u všech konstrukcí. Při 10m rozhledně je podíl zatížení ocelové konstrukce vůči ŽB na polovině, ale při 30m výšce tvoří zatížení už 70% z celkových 100% ŽB. Při 30m výšce tvoří přibližně polovinu reakce do podloží dřevěná příhradová konstrukce.

Vodorovné zatížení podloží – maximální hodnoty:

Výška / Materiál	ŽB [kN]	Ocel [kN]	Dřevo [kN]
10 m	10,35	5,62	6,21
20 m	22,74	13,19	12,36
30 m	35,96	21,01	18,70

Výška / Materiál	ŽB [%]	Ocel [%]	Dřevo [%]
10 m	100	54	60
20 m	100	58	54
30 m	100	58	52

Ze souhrnu vodorovného zatížení vyplívá, že plná železobetonová konstrukce má ve všech případech přibližně 2x tak velké reakce, než konstrukce příhradová. Ze srovnání dvou příhradových konstrukcí z oceli a dřeva vychází, že v tomto případě nemá na velikost vodorovné reakce materiál tolik vliv, jelikož se pohybují přibližně na stejných hodnotách. Na tyto hodnoty má samozřejmě vliv výška, ale nezvětšuje se procentuální rozdíl mezi jednotlivými konstrukcemi.

Vnitřní síly v příhradových konstrukcích:

Ve dvou variantách příhradových konstrukcích jsou ve všech variantách o trochu větší síly v ocelové konstrukci nežli dřevěné.

**5.4. Závěr návrhu rozhledny**

Při navrhování rozhledny je třeba dbát na velké množství atributů. Musí se jednat o velmi pečlivě promyšlenou a navrženou stavbu.

Při návrhu plné konstrukce je objekt výrazně těžší a lépe odolá povětrnostním vlivům díky své hmotnosti do podloží. Nosná konstrukce bude výrazně tužší. Nejspíše se nebude jednat o štíhlou konstrukci, tudíž nebude potřeba navrhování dle teorie II. řádu.

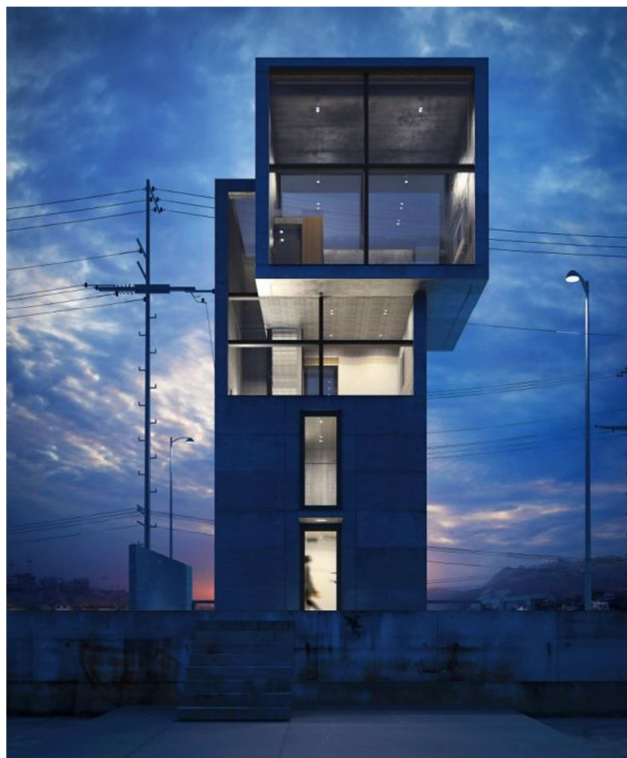
Naopak navrheme-li příhradovou konstrukci, bude se jednat o konstrukci štíhlou a tu musíme posuzovat podle teorie II. řádu. Tato konstrukce bude tuhostně měkčí, ale na druhou stranu výrazně lehčí.

Dle srovnání uvedeného výše je výrazný rozdíl v zatížení do podloží při 10m. Při vzrůstající výškou se zatížení do podloží u ocelové příhradové konstrukce zvětšuje a rozdíl mezi plnou železo-betonovou stěnou a příhradou zmenšuje.

## 6. Návrh železobetonové rozhledny

### 6.1. Vzor - ANDO 4x4 TOWER

Ve druhé části této diplomové práce se budu zabývat návrhem vlastní rozhledny ze železobetonu. Pro inspiraci jsem si zvolila zajímavou stavbu, která se nachází v Tarumi-ku, Kobe v Japonsku a nalezneme ji pod názvem „ANDO 4x4 TOWER“.



Obrázek 48 - ANDO Tower [16]

Jedná se o objekt, který není využíván jako rozhledna, nýbrž jako rodinný dům. Na návrhu pracoval architekt Tadao Ando. Dům stojí na pobřeží moře. Konstrukce domu je jednoduchá a moderní. Jedná se o dvě „krabicovité“ konstrukce. Horní podlaží přesahuje půdorysně přes spodní část. Půdorysné rozměry jsou tvořeny pouze čtvercem o straně 4m. Daná lokalita neumožňovala výstavbu objektu s větší půdorysnou plochou než 16,5 m<sup>2</sup>. Proto se architekt zabýval myšlenou, jak na tak malém prostoru vytvořit plnohodnotný prostor pro bydlení.

Ve vstupním patře najdeme vstupní a technickou místnost, ve druhém patře se nachází ložnice. Ve třetím patře je pokoj a v posledním podlaží se nachází obývací pokoj spojený s kuchyňským koutem. Velkou část plochy každého podlaží zabírá schodiště. Z toho důvodu je horní patro „posunuté“, aby mělo plnohodnotnou plochu bez ubírání schodištěm.



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu



Obrázek 49,50 - ANDO Tower [16]



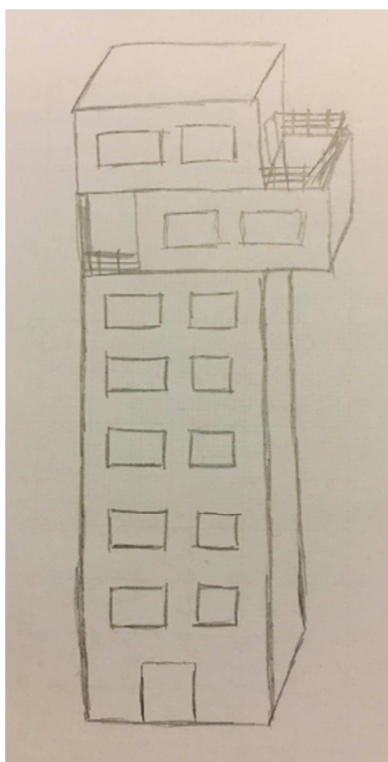
## 6.2. Vlastní návrh

Pro vlastní návrh rozhledny jsem se nechala inspirovat výše zmíněnou věží z Japonska. Vytvořila jsem vizualizaci objektu, na který jsem postupně navrhla nejvíce zatížené prvky. Mnou zvolená rozhledna je navržena jako železo-betonová masivní stavba s vnitřním ztužujícím jádrem, do kterého jsem umístila výtah pro možnost vyhlídky i osobám se špatnými pohybovými schopnostmi, nebo pro starší lidi. Mým cílem bylo vytvořit návrh stavby, která bude vyšší než 30 m. Pro umístění jsem si vybrala místo, které dobře znám a v jeho okolí se žádná rozhledna nenachází. Umístila jsem objekt na severo-západní stranu města Třemošná. Stavba bude sloužit pouze jako rozhledna, tudíž ve všech podlažích bude pouze výhled s výjimkou vstupního, kde uvažuji vstupní pokladu a prostor pro nákup pár drobností a rychlého občerstvení.

### 6.2.1. Parametry rozhledny

Půdorysné rozměry:	10 x 10 m
Celková výška:	31,5 m od terénu
Výška nejvyšší vyhlídky:	27 m od terénu
Materiál:	železobeton

### 6.2.2. Skica



Obrázek 51 – Návrh rozhledny

### 6.2.3. Vizualizace



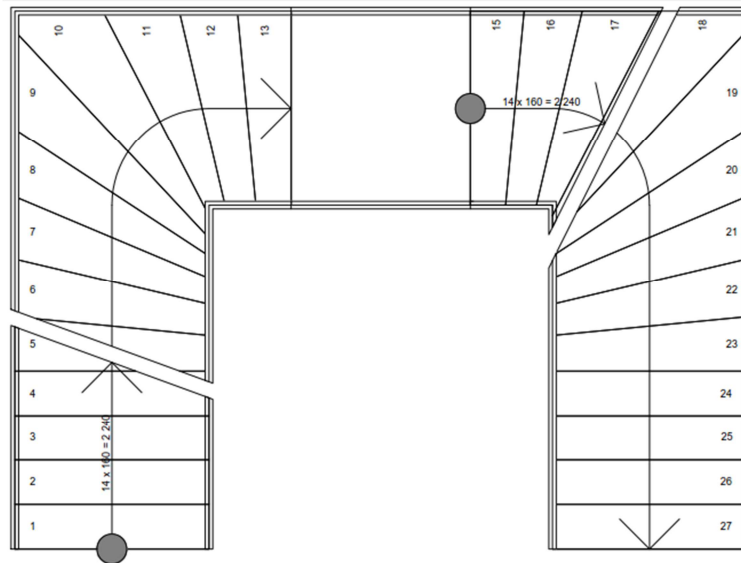
Obrázek 52 – Vizualizace rozhledny

### 6.2.4. Návrh schodiště

Konstrukční výška podlaží:	4,5 m
Výška stupně:	160 mm
Počet stupňů:	$4500/160 = 28$ stupňů
Šířka stupně:	$2h + b = 630$
	$2 \times 160 + b = 630 \rightarrow b = 310 \text{ mm} - \text{volím } 300\text{mm}$
Sklon:	$\text{tg } \alpha = h/b = 0,533 \rightarrow \alpha = 28^\circ$
Šířka ramene:	1300 mm

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Tvar schodiště:



Jedná se o pravotočité schodiště s 1 mezipodestou. Schodiště se v objektu opakuje 6x, tudíž by bylo ekonomické nechat vyrobit prefabrikát. Pokud ne, tak lze schodiště udělat monolitické (jako 1 kus), nebo prefabrikované na 2 části s vykonzolovanou mezipodestou.

## 6.3. Výpočet

### 6.3.1. Zatížení větrem

Umístění objektu: Třemošná

II. větrová oblast -  $V_b = 25$  m/s

III. Kategorie terénu  $z_0 = 0,3$  m...délka drsnosti

$z_{\min} = 5$  m...min. výška

Výška objektu celková:  $h = 31,5$  m

Šířka objektu:  $b = 10$  m

**a) Spodní část do výšky kdy:  $z_e = b = 10$  m**

**Součinitel terénu:**

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,3/0,05)^{0,07} = 0,22$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Základní rychlost větru:

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

### Součinitel drsnosti terénu:

$c_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$c_r(z = 10 \text{ m}) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot \ln(10 / 1,0) = 0,76$$

### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m(z = 10 \text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 0,76 \cdot 1 \cdot 25 = 18,88 \text{ m/s}$$

### Vliv turbulencí:

$q_p(z)$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 10) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{10}{1,0}\right)} = 0,29$$

### součinitel expozice:

$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,29] \left(\frac{18,88}{25}\right)^2 = 1,71$$

### základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63 \text{ N/m}^2$$

### max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z=10) = c_{e(z)} \cdot q_b = 1,71 \cdot 390,63 = 667,65 \text{ N/m}^2 = 0,668 \text{ kN/m}^2$$

### Tabulka součinitelů vnějších tlaků:

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7	
$q_p(z)$	0,668	-0,802	-0,935	-0,534	-0,735	-0,334	0,534	0,668	-0,468	

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### b) Prostřední část do výšky kdy: $z_e = b + h_s$

Tato část je rozdělená na 4 díly:

1) Výška:  $b + 1 \times h_s = 10 + 2,875 = 12,875 \text{ m}$

#### Součinitel terénu:

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,3/0,05)^{0,07} = 0,22$$

#### Základní rychlost větru:

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

#### Součinitel drsnosti terénu:

$c_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$c_r (z = 12,875 \text{ m}) = k_r \cdot \ln (z / z_0) = 0,22 \cdot \ln (12,875 / 1,0) = 0,81$$

#### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m (z = 12,875 \text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 0,82 \cdot 1 \cdot 25 = 20,24 \text{ m/s}$$

#### Vliv turbulencí:

$q_{p(z)}$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v (z = 12,875) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln(\frac{z}{z_0})} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{12,875}{1,0})} = 0,27$$

#### součinitel expozice:

$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left( \frac{v_m(z)}{v_b} \right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,27] \left( \frac{20,24}{25} \right)^2 = 1,88$$

#### základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63 \text{ N/m}^2$$



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z=12,875) = c_{e(z)} \cdot q_b = 1,88 \cdot 390,63 = 732,98 \text{ N/m}^2 = 0,733 \text{ kN/m}^2$$

### Tabulka součinitelů vnějších tlaků:

Oblast	A		B		C		D		E		
	h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7		
$q_p(z)$	0,733	-0,880	-1,026	-0,586	-0,806	-0,367		0,586	0,733	-0,513	

### Pro výšky vyšší než 15 m platí kategorie terénu I – plocha bez překážek:

I. Kategorie terénu  $z_0 = 0,01 \text{ m}$ ...délka drsnosti

$$z_{\min} = 1 \text{ m} \dots \text{min. výška}$$

$$2) \text{ Výška: } b + 2x \text{ } h_s = 10 + 2x2,875 = 15,75 \text{ m}$$

### Součinitel terénu:

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,01/0,05)^{0,07} = 0,17$$

### Základní rychlost větru:

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

### Součinitel drsnosti terénu:

$c_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$c_r(z = 15,75 \text{ m}) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,17 \cdot \ln(15,75 / 0,01) = 1,25$$

### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m(z = 15,75 \text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 1,25 \cdot 1 \cdot 25 = 31,24 \text{ m/s}$$

### Vliv turbulencí:

$q_p(z)$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_V(z = 15,75) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{15,75}{0,01}\right)} = 0,14$$

**součinitel expozice:**

$$c_e(z) = [1 + 7I_V(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,14] \left(\frac{31,24}{25}\right)^2 = 3,05$$

**základní dynamický tlak od větru:**

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63 \text{ N/m}^2$$

**max. dynamický tlak od větru:**

$$q_p(z=15,75) = c_{e(z)} \cdot q_b = 3,05 \cdot 390,63 = 1190,21 \text{ N/m}^2 = 1,19 \text{ kN/m}^2$$

**Tabulka součinitelů vnějších tlaků:**

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7	
$q_p(z)$	1,19	-1,428	-1,666	-0,952	-1,309	-0,595	0,952	1,19	-0,833	

$$3) \text{ Výška: } b + 3x \text{ hs} = 10 + 3 \cdot 2,875 = 18,625 \text{ m}$$

**Součinitel terénu:**

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,01}{0,05}\right)^{0,07} = 0,17$$

**Základní rychlost větru:**

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

**Součinitel drsnosti terénu:**

$C_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$C_r(z = 18,625 \text{ m}) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,17 \cdot \ln\left(\frac{18,625}{0,01}\right) = 1,28$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m(z = 18,625 \text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 1,28 \cdot 1 \cdot 25 = 31,96 \text{ m/s}$$

### Vliv turbulencí:

$q_{p(z)}$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 18,625) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{18,625}{0,01}\right)} = 0,13$$

### součinitel expozice:

$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,13] \left(\frac{31,96}{25}\right)^2 = 3,15$$

### základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63 \text{ N/m}^2$$

### max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z=18,625) = c_{e(z)} \cdot q_b = 3,15 \cdot 390,63 = 1231,53 \text{ N/m}^2 = 1,231 \text{ kN/m}^2$$

### Tabulka součinitelů vnějších tlaků:

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7	
$q_p(z)$	1,231	-1,477	-1,723	-0,9848	-1,354	-0,6155		0,9848	1,231	-0,862

$$4) \text{ Výška: } b + 4x \text{ } h_s = 10 + 4 \times 2,875 = 21,5 \text{ m}$$

### Součinitel terénu:

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,01}{0,05}\right)^{0,07} = 0,17$$

### Základní rychlost větru:

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Součinitel drsnosti terénu:

$c_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$c_r(z = 21,5\text{m}) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,17 \cdot \ln(21,5 / 0,01) = 1,30$$

### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m(z = 21,5\text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 1,3 \cdot 1 \cdot 25 = 32,56\text{ m/s}$$

### Vliv turbulencí:

$q_{p(z)}$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 21,5) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{21,5}{0,01}\right)} = 0,13$$

### součinitel expozice:

$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,13] \left(\frac{32,56}{25}\right)^2 = 3,24$$

### základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63\text{ N/m}^2$$

### max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z=21,5) = c_{e(z)} \cdot q_b = 3,24 \cdot 390,63 = 1267,4\text{ N/m}^2 = 1,267\text{ kN/m}^2$$

### Tabulka součinitelů vnějších tlaků:

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7	
$q_p(z)$	1,267	-1,520	-1,774	-1,014	-1,394	-0,634	1,014	1,267	-0,887	

### c) Horní část do výšky kdy $z_e = h = 31,5\text{m}$

#### Součinitel terénu:

$k_r$  - součinitel terénu

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,01/0,05)^{0,07} = 0,17$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Základní rychlost větru:

$v_{b,0}$  - výchozí základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

### Součinitel drsnosti terénu:

$c_{r(z)}$  - součinitel drsnosti

$$c_r(z = 31,5\text{m}) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,17 \cdot \ln(31,5/0,01) = 1,37$$

### Střední rychlost větru:

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie, většinou 1

$$v_m(z = 31,5 \text{ m}) = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 1,37 \cdot 1 \cdot 25 = 34,19 \text{ m/s}$$

### Vliv turbulencí:

$q_{p(z)}$  - max. dynamický tlak

$I_{v(z)}$  - vliv turbulencí

$k_I$  - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 31,5) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{31,5}{0,01}\right)} = 0,12$$

### součinitel expozice:

$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,12] \left(\frac{34,19}{25}\right)^2 = 3,49$$

### základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 625 = 390,63 \text{ N/m}^2$$

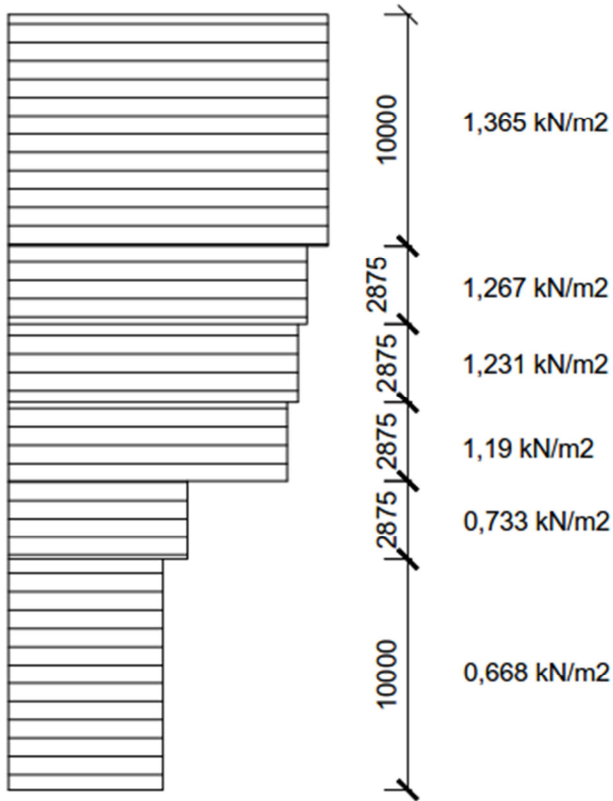
### max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z=31,5) = c_{e(z)} \cdot q_b = 3,49 \cdot 390,63 = 1365,12 \text{ N/m}^2 = 1,365 \text{ kN/m}^2$$

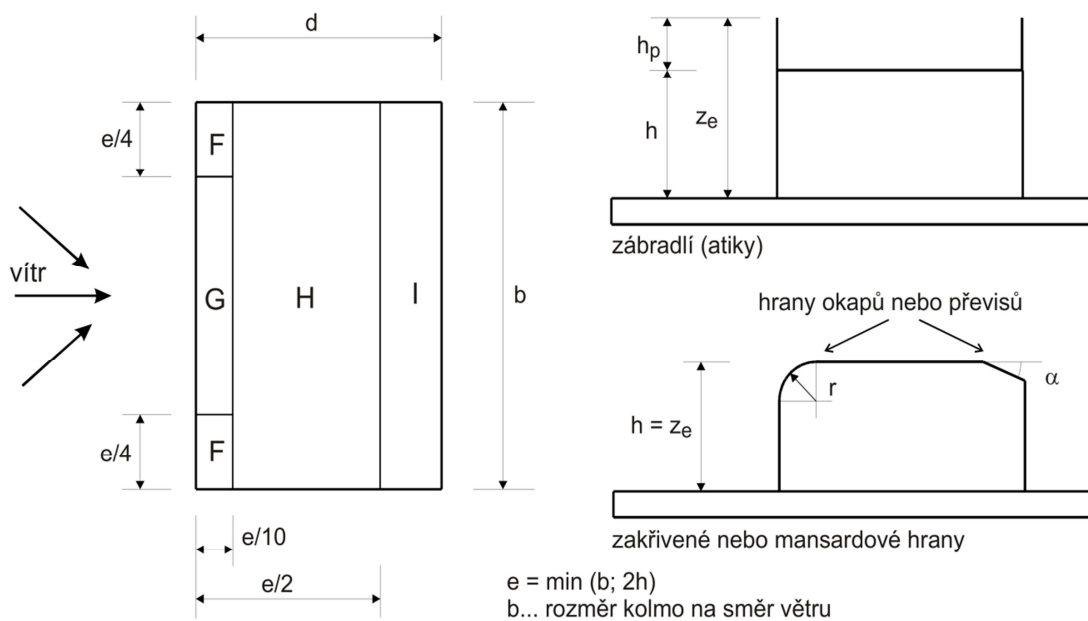
### Tabulka součinitelů vnějších tlaků:

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
3	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1	-0,7	
$q_p(z)$	1,365	-1,638	-1,911	-1,092	-1,501	-0,683	1,092	1,365	-0,955	

**Vítr působící na stěnu – celkový souhrn:**



**Vítr působící na střechu:**





**Směr 1 = Směr 2**

$$z_e = h = 31,5 \text{ m}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$e < \min(b, 2h) \text{ ze schématu} \rightarrow e = 10 \text{ m}$$

Tlak větru  $w_e$  působící na vnější povrchy se vypočte jako součin maximálního dynamického tlaku  $q_p(z)$  a součinitele vnějšího tlaku  $c_{pe}$  podle vztahu:

$$w_e = q_{p(z_e)} \cdot c_{pe}$$

Tlak větru  $w_i$  působící na vnitřní povrchy se vypočte jako součin maximálního dynamického tlaku  $q_p(z)$  a součinitele vnějšího tlaku  $c_{pi}$  podle vztahu:

$$w_i = q_{p(z_i)} \cdot c_{pi}$$

$q_{p(z_e)}$  - maximální dynamický tlak

$c_{pe}$  - součinitel vnějšího tlaku (z tabulek pro  $A > 10\text{m}^2$   $c_{pe} = c_{pe,10}$ )

$c_{pi}$  - součinitel vnitřního tlaku

**Vypočtený maximální dynamický tlak:  $q_{p(z)} = 1,002 \text{ kN/m}^2$**

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Typ ploché střechy	Oblast							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Ostré hrany	-1,80	-2,51	-1,20	-2,00	-0,70	-1,20	+-0,20	+-0,20

**6.3.2. Zatížení sněhem**

Třemošná – I. Sněhová oblast:  $s_k = 0,7 \text{ kPa}$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_d = \gamma_f \cdot s$$

$C_e$  ...součinitel expozice, který má obvykle hodnotu 1,0 (pro normální typ krajiny)

$C_t$ ...tepelný součinitel, který má obvykle hodnotu 1,0 (zohledňuje prostup tepla střechou)

$\gamma_f = 1,5$ ...součinitel zatížení

$\mu_i$  - podle sklonu plochá střecha

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = 0,8 + (0,8 \cdot 2) / 30 = 0,85$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### **Zatěžovací stav 1**

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,56 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,56 * 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,59 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,59 * 1,5 = 0,89 \text{ kN/m}^2$$

### **Zatěžovací stav 2(50%;100%)**

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,28 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,28 * 1,5 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,59 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,59 * 1,5 = 0,89 \text{ kN/m}^2$$

### **Zatěžovací stav 3(100%;50%)**

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,56 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,56 * 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sklon: } 2^\circ \rightarrow s = 0,3 \text{ kN/m}^2 \quad sd = 0,3 * 1,5 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

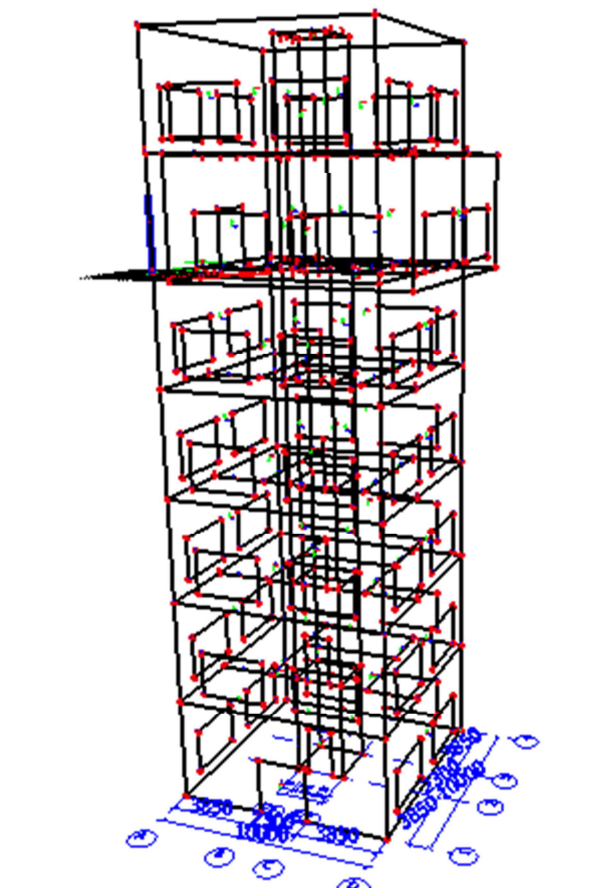
### **6.3.3. Užité zatížení**

- **Užitečné zatížení podlahy** – plochy C3 – plochy bez překážek pro pohyb osob (toto zatížení jsem uvažovala ve 2 nejvyšších podlažích, v ostatních nepředpokládám takové množství osob na jednom místě – tudíž uvažuji  $1,5 \text{ kN/m}^2$ )
  - Hodnota –  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- **Užitečné zatížení schodiště** - plochy C – plochy, kde může dojít k hromadění lidí
  - Hodnota –  $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

#### 6.4. Model:

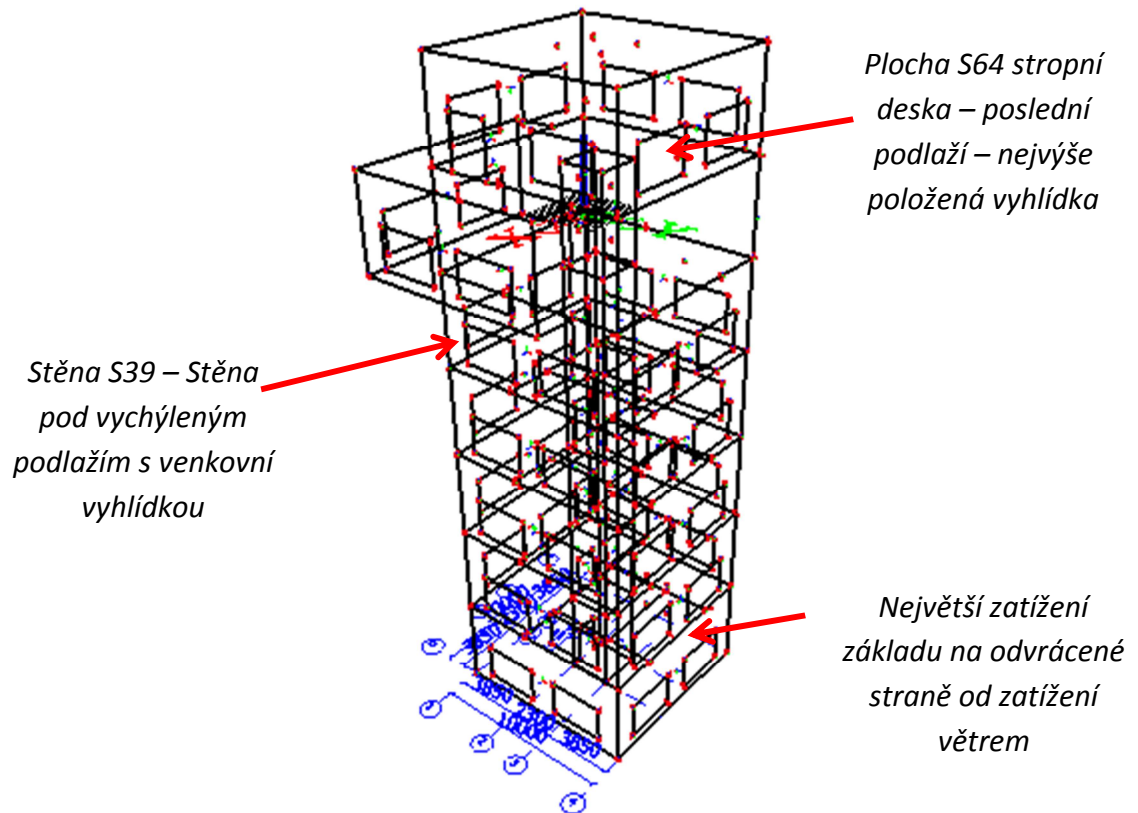
V programu Scia Engineer verze 14.0.1058 studentská verze jsem vytvořila model mého návrhu rozhledny. Data viz samostatná část této diplomové práce, do které jsem vložila report z programu.



Obrázek 53 – Model z programu Scia

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

#### 6.4.1. Zvolené prvky pro výpočet:



#### 6.5. Návrh základu – největší účinky kompletně:

Pro návrh základu jsem si vybrala hodnoty, které jsem získala z programu jako extrémy. Základ jsem posoudila jako základový pas na 1 běžný metr.

- Kombinační rovnice 6.10

$$\bullet \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$- \gamma_G = 1,35$$

$$- \gamma_Q = 1,5$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Zatížení	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Kategorie užitných zatížení pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-1)			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy tíha vozidla $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy $30\text{kN} < \text{tíha vozidla} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : střechy	0	0	0

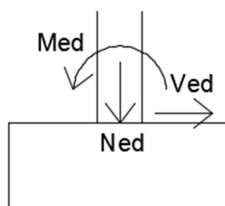
### 6.5.1. Vstupní hodnoty:

#### Zatížení:

$$N_{ED} = 541,03 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 78,66 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 99,05 \text{ kNm}$$



#### Únosnost zeminy:

Návrhová únosnost zeminy:  $R_d = 300 \text{ kPa}$

#### Materiály:

BETON C30/37

- Pevnost v tlaku charakteristická:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu dolní kvantil:  $f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_c = 1,5$
  - o  $\gamma_m = 1,5$
- Pevnost v tlaku návrhová:  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu návrhová:  $f_{ctd} = \phi_{ct} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2}{1,5} = 1,0667 \text{ MPa}$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### OCEL B500B S235

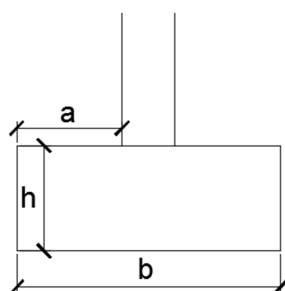
- Mez kluzu charakteristická:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_m = 1,15$
- Mez kluzu návrhová:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$

### Rozměry pasu:

$a = 1000 \text{ mm}$

$b = 2500 \text{ mm}$

$h = 1000 \text{ mm}$



### 6.5.2. Výpočet:

- Vlastní tíha 1bm pasu:  $N_G = \gamma_G \cdot A \cdot h \cdot \rho_{\text{žB}} = 1,35 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 25 = 84,375 \text{ kN}$
- Excentricita:  $e = \frac{M}{N} = \frac{M_{ED} + V_{ED} \cdot h}{N_{ED} + N_G} = \frac{99,05 + 78,66 \cdot 1}{541,03 + 84,375} = 0,2986 \text{ m}$

Posouzení základové spáry při zatížení dostředným tlakem

- Ned + vlastní tíha:  $N_C = N_{ED} + N_G = 541,03 + 84,375 = 625,405 \text{ kN}$
- Efektivní plocha:  $A_{ef} = (b - 2 \cdot e) = 4,757 \text{ m}^2$
- Napětí v základové spáře:

$$\sigma_d = \frac{N_C}{A_{ef}} = \frac{602,985}{2,846} = 125,108 \text{ kPa} < R_d = 300 \text{ kPa} - \text{VYHOVUJE}$$

Základ s přesahem 1m kolem stěn vyhoví.



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

## 6.6. Návrh základu – maximální užité zatížení:

- Kombinační rovnice 6.10

- $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ 
  - $\gamma_G = 0,9$
  - $\gamma_Q = 1,5$

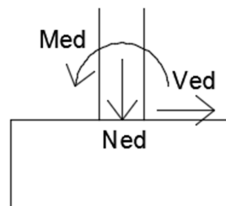
### 6.6.1. Vstupní hodnoty:

Zatížení:

$$N_{ED} = 403,5 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 59,15 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 63,12 \text{ kNm}$$



Únosnost zeminy:

Návrhová únosnost zeminy:  $R_d = 300 \text{ kPa}$

Materiály:

BETON C30/37

- Pevnost v tlaku charakteristická:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu dolní kvantil:  $f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu
  - $\gamma_c = 1,5$
  - $\gamma_m = 1,5$
- Pevnost v tlaku návrhová:  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu návrhová:  $f_{ctd} = \phi_{ct} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2}{1,5} = 1,0667 \text{ MPa}$

OCEL B500B S235

- Mez kluzu charakteristická:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
  - $\gamma_m = 1,15$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

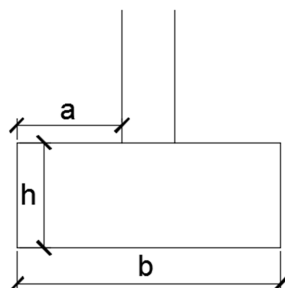
$$- \text{Mez kluzu návrhová: } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

### Rozměry pasu:

$$a = 1000 \text{ mm}$$

$$b = 2500 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$



### 6.6.2. Výpočet:

$$- \text{Vlastní tíha 1bm pasu: } N_G = \gamma_G \cdot A \cdot h \cdot \rho_{\text{žB}} = 1,35 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 25 = 84,375 \text{ kN}$$

$$- \text{Excentricita: } e = \frac{M}{N} = \frac{M_{ED} + V_{ED} \cdot h}{N_{ED} + N_G} = \frac{63,12 + 59,15 \cdot 1}{403,5 + 84,375} = 0,2755 \text{ m}$$

Posouzení základové spáry při zatížení dostředným tlakem

$$- \text{Ned + vlastní tíha: } N_C = N_{ED} + N_G = 403,5 + 84,375 = 487,875 \text{ kN}$$

$$- \text{Efektivní plocha: } A_{ef} = (b - 2 \cdot e) = 4,873$$

- Napětí v základové spáře:

$$\circ \sigma_d = \frac{N_C}{A_{ef}} = \frac{602,985}{2,846} = 91,09 \text{ kPa} < R_d = 300 \text{ kPa} - \text{VYHOVUJE}$$

Základ s přesahem 1m kolem stěn vyhoví.

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

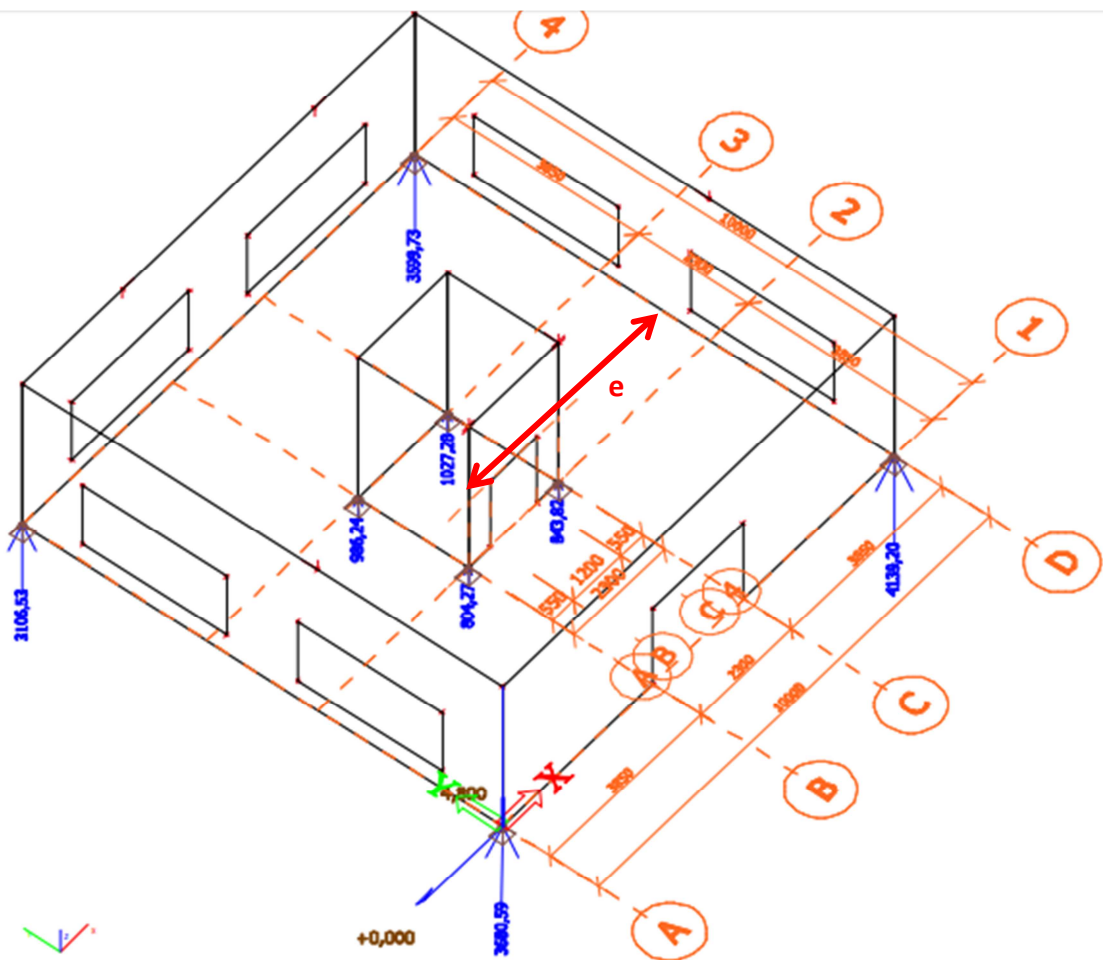
## 6.7. Návrh základu - překlopení:

- Kombinační rovnice 6.10

- $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ 
  - $\gamma_G = 0,9$
  - $\gamma_Q = 0$

### 6.7.1. Vstupní hodnoty:

Zatížení – vlastní tíha:



Moment od vlastní tíhy konstrukce:

$e = 5 \text{ m}$

$$M_{vl} = (3106,53 + 3680,59 + 4139,20 + 3599,73 + 986,21 + 804,27 + 843,82 + 1027,28) * 5 =$$

$$= 90935,4 \text{ kNm}$$



## 6.8. Návrh ŽB desky:

### 6.8.1. Vstupní hodnoty:

Tloušťka desky:  $h = 300\text{mm}$

Rozpětí:  $l_x = 9000\text{mm}$

$l_y = 9000\text{mm}$

### Materiály:

BETON C30/37

- Pevnost v tlaku charakteristická:  $f_{ck} = 30\text{MPa}$
- Pevnost v tahu dolní kvantil:  $f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$
- Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_c = 1,5$
  - o  $\gamma_m = 1,5$
- Pevnost v tlaku návrhová:  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20\text{MPa}$
- Pevnost v tahu návrhová:  $f_{ctd} = \phi_{ct} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2}{1,5} = 1,0667\text{MPa}$

OCEL B500B S235

- Mez kluzu charakteristická:  $f_{yk} = 500\text{MPa}$
- Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_m = 1,15$
- Mez kluzu návrhová:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78\text{MPa}$

**6.8.2. Výpočet:**

Návrh krytí pro podélnou výztuž:

*Nominální hodnota krycí betonové vrstvy:*

$$C \geq C_{nom}$$

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

$$C_{min} = \max(C_{min_b}; C_{min_{dur}} + \Delta C_{dur_y} - \Delta C_{dur_{st}} - \Delta C_{dur_{add}}; 10\text{mm})\text{mm}$$

- Předpokládaný průměr vyztuženého prutu:  $\varnothing = 14 \text{ mm}$
- Vliv prostředí XC1 a třídu konstrukce S4

$$C_{min_b} = 12\text{mm}$$

$$C_{min_{dur}} = 30\text{mm}$$

$$\Delta C_{dur_y} = 0\text{mm}$$

$$\Delta C_{dur_{st}} = 0\text{mm}$$

$$\Delta C_{dur_{add}} = 0\text{mm}$$

$$C_{min} = \max(14; 30+0-0-0; 10) = 30 \text{ mm}$$

$$\Delta C_{dev} = 5\text{mm}$$

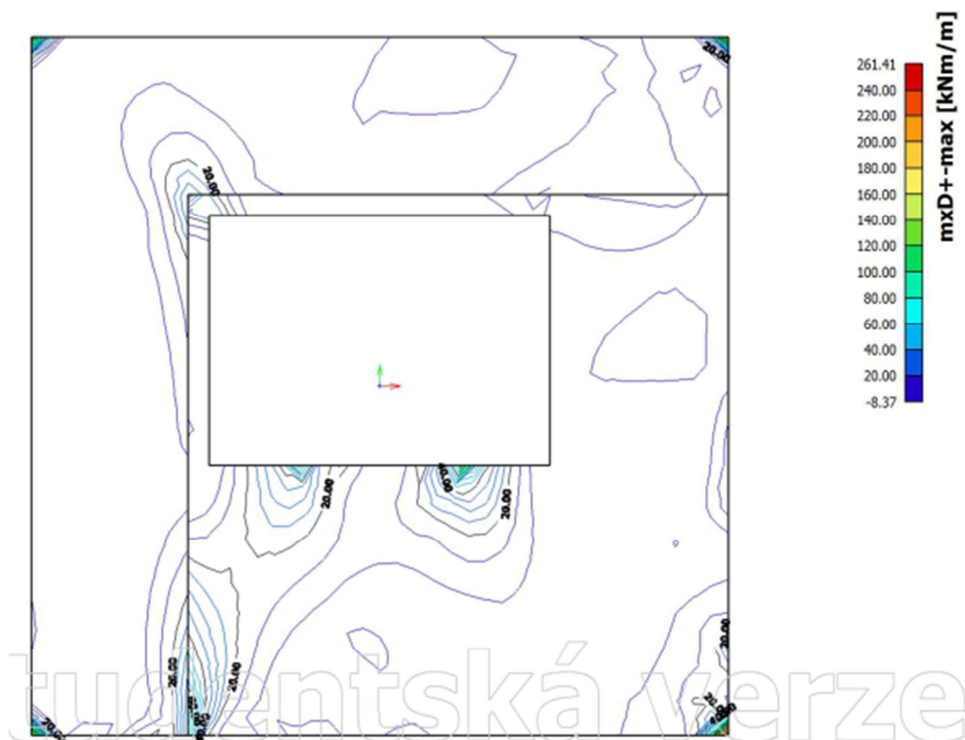
$$C_{nom_l} = C_{min} + \Delta C_{dev} = 0,035m$$

**Navrhují krycí vrstvu:**  $C = 35\text{mm}$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Návrh a posouzení ŽB desky na ohyb:

Posuzovaný směr namáhání: osa x  
 Návrhové vnitřní síly:  $m_{x,D+}$   
 Posuzovaná strana desky: dolní  
 Ohybový moment:  $M_{ed} = 100\text{kNm}$



### Předběžný návrh výztuže:

Předpokládaný průměr výztuže podélné:  $\emptyset = 14\text{mm}$

Průřez 300 x 1000 mm  $b = 1\text{m}$

Staticky účinná výška:  $d = h - C - \frac{\emptyset}{2} = 0,258\text{m}$

Součinitele

$\lambda = 0,8$

$\eta = 1$

Nutná plocha výztuže:

$$A_{sreq} = \left( \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} \right)} \right) = 927,7338 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$$



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Skutečná plocha výztuže:

Průměr výztuže  $\varnothing = 14\text{mm}$

Vzdálenost výztuže  $s = 150\text{mm}$

Světlá vzdálenost výztuže  $su = 136\text{mm}$

Plocha výztuže  $A_s = \pi \cdot \frac{\varnothing^2}{4} \cdot \frac{1m}{s} = 1026,2536\text{mm}^2$

### Posouzení navržené výztuže

Výška tlačené oblasti:  $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 27,8873\text{mm}$

Účinná výška:  $d = h - C - \frac{\varnothing}{2} = 0,258\text{m}$

Rameno vnitřních sil:  $z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x = 246,8451\text{mm}$

Moment na mezi únosnosti:  $M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 110,1416\text{kNm}$

$$M_{rd} \geq M_{ed} \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Kontrola předpokladu napětí ve výztuži:

Omezení výšky tlačené oblasti:  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

Poměrná výška tlačené oblasti:  $\xi = \frac{x}{d} = 0,1081$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{max} = 0,45$$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{bal1} = 0,617$$

Podmínka  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

**VYHOVUJE**

### Posouzení konstrukčních zásad pro podélnou výztuž (nosná)

Minimální plocha výztuže:  $A_{smin1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 389,064\text{mm}^2$

$$A_{smin2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 335,4\text{mm}^2$$

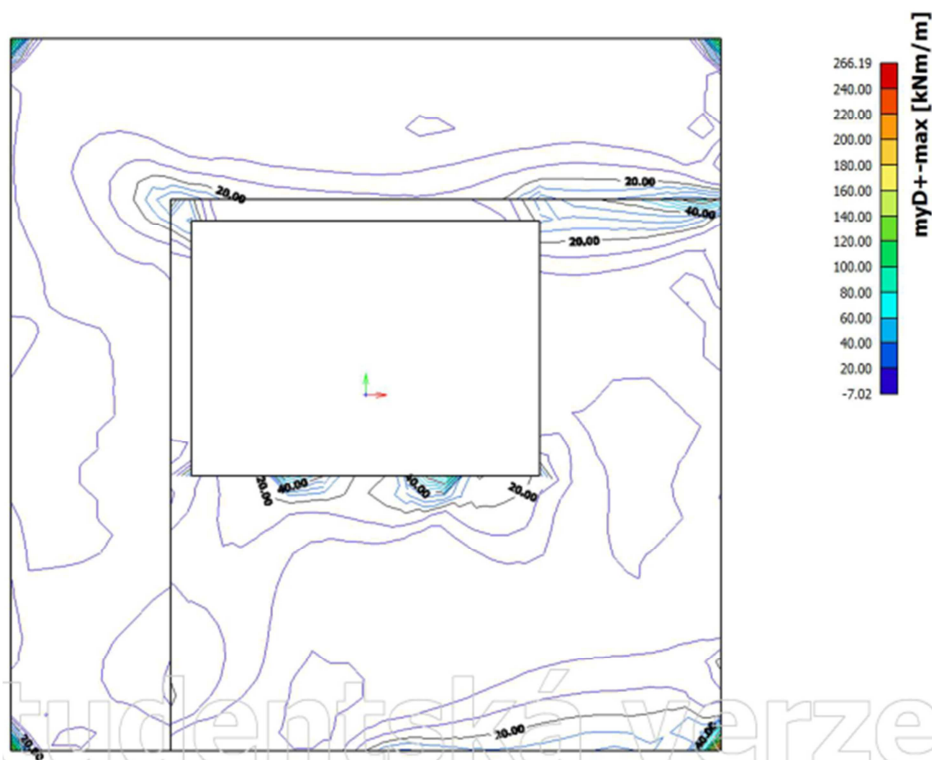
$$A_s = 1026,2536\text{mm}^2$$

**VYHOVUJE**

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Návrh a posouzení ŽB desky na ohyb:

Posuzovaný směr namáhání: osa y  
 Návrhové vnitřní síly:  $m_{y,D+}$   
 Posuzovaná strana desky: dolní  
 Ohybový moment:  $M_{ed} = 100 \text{ kNm}$



### Předběžný návrh výztuže:

Předpokládaný průměr výztuže podélné:  $\emptyset = 14 \text{ mm}$

Průřez 300 x 1000 mm  $b = 1 \text{ m}$

Statically účinná výška:  $d = h - c - \emptyset - \frac{\emptyset}{2} = 0,244 \text{ m}$

Součinitele

$\lambda = 0,8$

$\eta = 1$

Nutná plocha výztuže:

$$A_{sreq} = \left( \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} \right)} \right) = 985,9252 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Skutečná plocha výztuže:

Průměr výztuže  $\varnothing = 14\text{mm}$

Vzdálenost výztuže  $s = 150\text{mm}$

Světlá vzdálenost výztuže  $s_u = 136\text{mm}$

Plocha výztuže  $A_s = \pi \cdot \frac{\varnothing^2}{4} \cdot \frac{1m}{s} = 1026,2536\text{mm}^2$

### Posouzení navržené výztuže

Výška tlačené oblasti:  $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 27,8873\text{mm}$

Účinná výška:  $d = h - C - \varnothing - \frac{\varnothing}{2} = 0,244\text{m}$

Rameno vnitřních sil:  $z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x = 232,8451\text{mm}$

Moment na mezi únosnosti:  $M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 103,8948\text{ kNm}$

$$M_{rd} \geq M_{ed} \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Kontrola předpokladu napětí ve výztuži:

Omezení výšky tlačené oblasti:  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

Poměrná výška tlačené oblasti:  $\xi = \frac{x}{d} = 0,1143$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{max} = 0,45$$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{bal1} = 0,617$$

Podmínka  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

**VYHOVUJE**

### Posouzení konstrukčních zásad pro podélnou výztuž (nosná)

Minimální plocha výztuže:  $A_{smin1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 367,952\text{mm}^2$

$$A_{smin2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 317,2\text{mm}^2$$

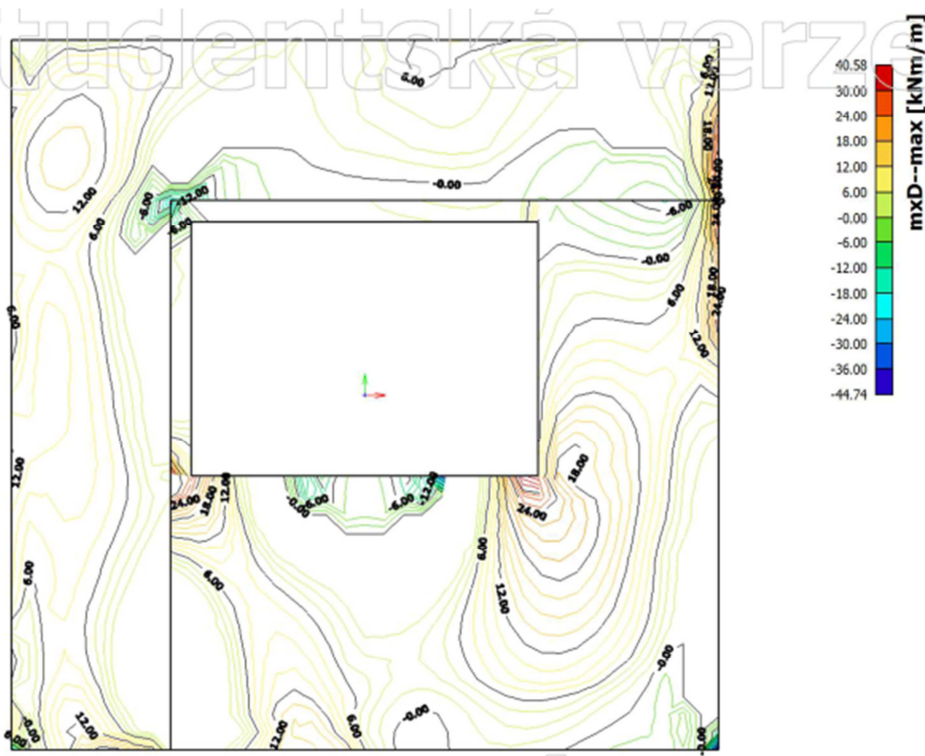
$$A_s = 1026,2536\text{mm}^2$$

**VYHOVUJE**

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Návrh a posouzení ŽB desky na ohyb:

Posuzovaný směr namáhání: osa x  
 Návrhové vnitřní síly:  $m_x, D-$   
 Posuzovaná strana desky: horní  
 Ohybový moment:  $M_{ed} = 40,58 \text{ kNm}$



### Předběžný návrh výztuže:

Předpokládaný průměr výztuže podélné:  $\emptyset = 12 \text{ mm}$

Průřez 300 x 1000 mm  $b = 1 \text{ m}$

Statically účinná výška:  $d = h - C - \frac{\emptyset}{2} = 0,259 \text{ m}$

Součinitele

$\lambda = 0,8$

$\eta = 1$

Nutná plocha výztuže:

$$A_{sreq} = \left( \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} \right)} \right) = 365,9842 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Skutečná plocha výztuže:

Průměr výztuže  $\varnothing = 12\text{mm}$

Vzdálenost výztuže  $s = 150\text{mm}$

Světlá vzdálenost výztuže  $su = 138\text{mm}$

Plocha výztuže  $A_s = \pi \cdot \frac{\varnothing^2}{4} \cdot \frac{1m}{s} = 753,9822\text{mm}^2$

### Posouzení navržené výztuže

Výška tlačené oblasti:  $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 20,4886\text{mm}$

Účinná výška:  $d = h - C - \varnothing - \frac{\varnothing}{2} = 0,259\text{m}$

Rameno vnitřních sil:  $z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x = 250,8045\text{mm}$

Moment na mezi únosnosti:  $M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 82,2183\text{kNm}$

$$M_{rd} \geq M_{ed} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

### Kontrola předpokladu napětí ve výztuži:

Omezení výšky tlačené oblasti:  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

Poměrná výška tlačené oblasti:  $\xi = \frac{x}{d} = 0,0791$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{max} = 0,45$$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{bal1} = 0,617$$

Podmínka  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

**VYHOVUJE**

### Posouzení konstrukčních zásad pro podélnou výztuž (nosná)

Minimální plocha výztuže:  $A_{smin1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 390,572\text{mm}^2$

$$A_{smin2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 336,7\text{mm}^2$$

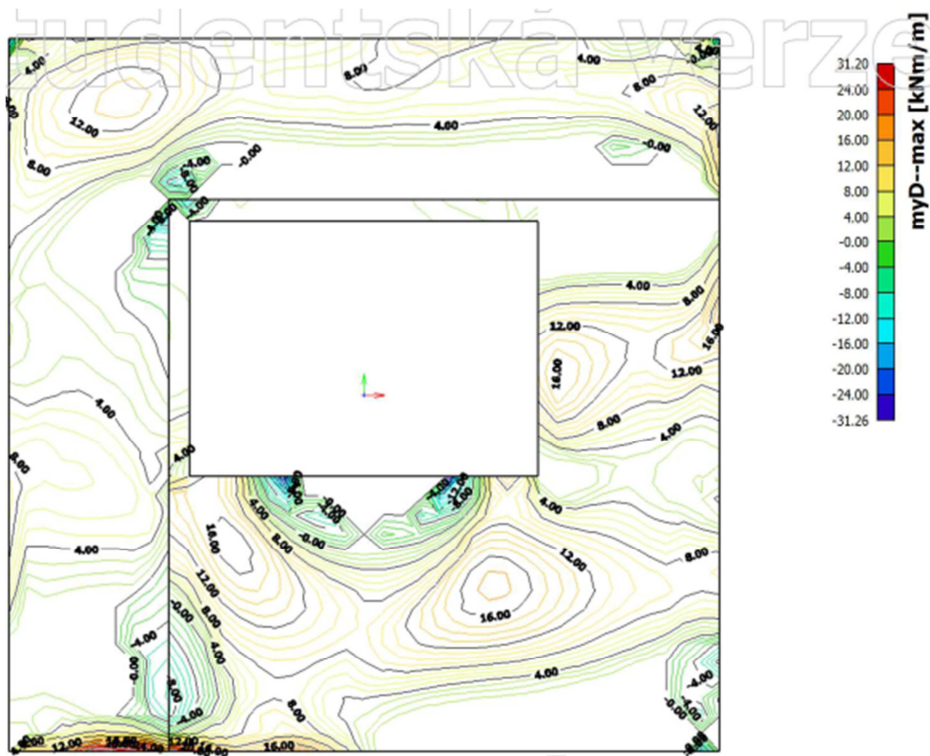
$$A_s = 753,9822\text{mm}^2$$

**VYHOVUJE**

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Návrh a posouzení ŽB desky na ohyb:

Posuzovaný směr namáhání: osa y  
 Návrhové vnitřní síly:  $m_{y,D}$   
 Posuzovaná strana desky: horní  
 Ohybový moment:  $M_{ed} = 31,2 \text{ kNm}$



### Předběžný návrh výztuže:

Předpokládaný průměr výztuže podélné:  $\emptyset = 12 \text{ mm}$

Průřez 300 x 1000 mm  $b = 1 \text{ m}$

Statically účinná výška:  $d = h - C - \emptyset - \frac{\emptyset}{2} = 0,247 \text{ m}$

Součinitele

$\lambda = 0,8$

$\eta = 1$

Nutná plocha výztuže:

$$A_{sreq} = \left( \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} \right)} \right) = 294,339 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Skutečná plocha výztuže:

Průměr výztuže  $\varnothing = 12\text{mm}$

Vzdálenost výztuže  $s = 150\text{mm}$

Světlá vzdálenost výztuže  $su = 138\text{mm}$

Plocha výztuže  $A_s = \pi \cdot \frac{\varnothing^2}{4} \cdot \frac{1m}{s} = 753,9822\text{mm}^2$

### Posouzení navržené výztuže

Výška tlačené oblasti:  $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 20,4886\text{mm}$

Účinná výška:  $d = h - C - \varnothing - \frac{\varnothing}{2} = 0,247\text{m}$

Rameno vnitřních sil:  $z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x = 238,8045\text{mm}$

Moment na mezi únosnosti:  $M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 78,2845\text{kNm}$

$$M_{rd} \geq M_{ed} \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Kontrola předpokladu napětí ve výztuži:

Omezení výšky tlačené oblasti:  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

Poměrná výška tlačené oblasti:  $\xi = \frac{x}{d} = 0,0829$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{max} = 0,45$$

Maximální poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi_{bal1} = 0,617$$

Podmínka  $(\xi \leq \xi_{bal}) \wedge (\xi \leq \xi_{max})$

**VYHOVUJE**

### Posouzení konstrukčních zásad pro podélnou výztuž (nosná)

Minimální plocha výztuže:  $A_{smin1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 372,476\text{mm}^2$

$$A_{smin2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 321,1\text{mm}^2$$

$$A_s = 753,9822\text{mm}^2$$

**VYHOVUJE**



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

## 6.9. Návrh ŽB stěny:

### 6.9.1. Vstupní hodnoty:

Tloušťka stěny:  $h = 500 \text{ mm}$

$b = 1 \text{ m}$

Světlá výška:  $l = 4500 \text{ mm}$

### Materiály:

BETON C30/37

- Pevnost v tlaku charakteristická:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu dolní kvantil:  $f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_c = 1,5$
  - o  $\gamma_m = 1,5$
- Pevnost v tlaku návrhová:  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu návrhová:  $f_{ctd} = \phi_{ct} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2}{1,5} = 1,0667 \text{ MPa}$
- Pevnost v tahu:  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

OCEL B500B S235

- Mez kluzu charakteristická:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
  - o  $\gamma_m = 1,15$
- Mez kluzu návrhová:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$

### 6.9.2. Výpočet:

Návrh krytí pro podélnou výztuž:

*Nominální hodnota krycí betonové vrstvy:*

$C \geq C_{nom}$

$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

$$C_{\min} = \max(C_{\min_b}; C_{\min_{\text{dur}}} + \Delta C_{\text{dur}_y} - \Delta C_{\text{dur}_{\text{st}}} - \Delta C_{\text{dur}_{\text{add}}}; 10\text{mm})\text{mm}$$

- Předpokládaný průměr vyztuženého prutu:  $\varnothing = 18 \text{ mm}$
- Vliv prostředí XC4 a třídu konstrukce S4

$$C_{\min_b} = 18\text{mm}$$

$$C_{\min_{\text{dur}}} = 30\text{mm}$$

$$\Delta C_{\text{dur}_y} = 0\text{mm}$$

$$\Delta C_{\text{dur}_{\text{st}}} = 0\text{mm}$$

$$\Delta C_{\text{dur}_{\text{add}}} = 0\text{mm}$$

$$C_{\min} = \max(18; 30+0-0-0; 10) = 30 \text{ mm}$$

$$\Delta C_{\text{dev}} = 10\text{mm}$$

$$C_{\text{nom}_l} = C_{\min} + \Delta C_{\text{dev}} = 0,040\text{m}$$

**Navrhují krycí vrstvu:**  $c = 40\text{mm}$

**Předběžný návrh výztuže:**

$$\varnothing = 18 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{tř}} = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha výztuže: } A_s = 10 \cdot \pi \cdot \frac{\varnothing^2}{4} = 2544,69 \text{ mm}^2$$

**Návrh a posouzení ve směru kolmém:**

- Štíhlost
- Limitní štíhlost

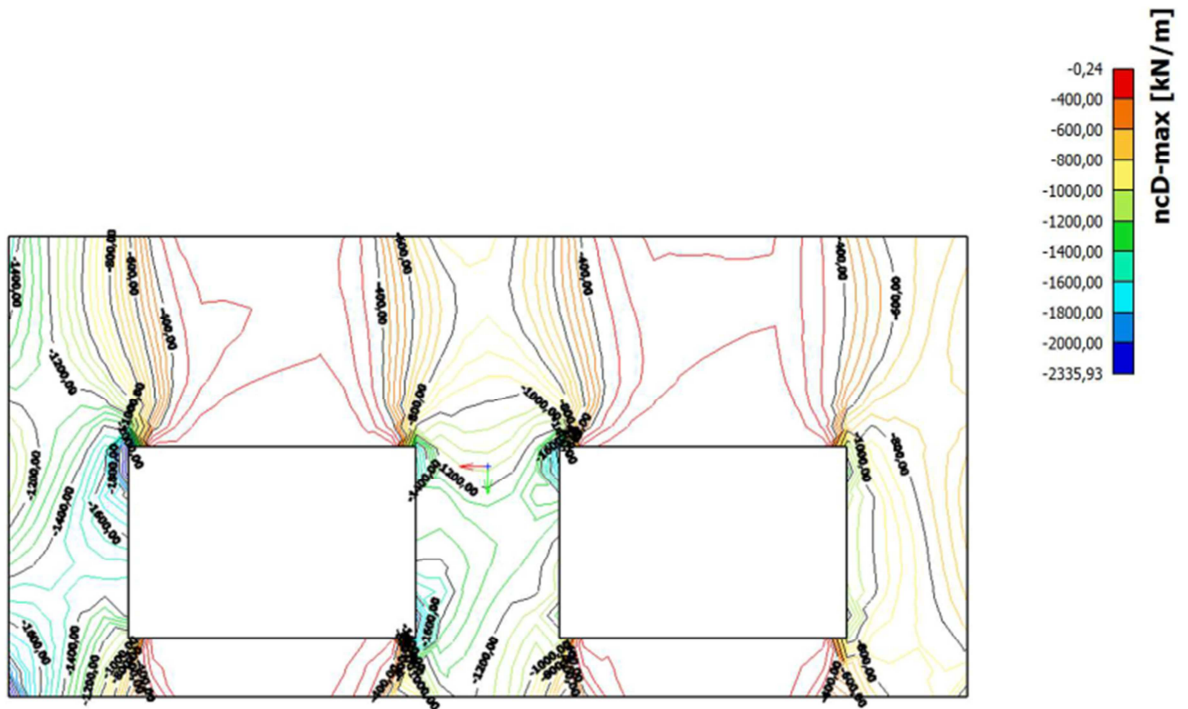
$$A = 0,7$$

$$C = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = 1,1051 \quad , \quad \omega = A_s \cdot \frac{f_{yd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0,1106$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Zatížení:  $N_{ed} = 1100\text{kN}$



Poměrná normálová síla:  $n = \frac{N_{ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{11}{100} = 0,11$

Limitní štíhlost:  $\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot \frac{C}{\sqrt{n}} = 32,654$

Účinná délka stěny:  $l_0 = 1 \cdot l = 4,5\text{m}$

Poloměr setrvačnosti:  $i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot h \cdot b^3}{b \cdot h}} = 0,2887\text{m}$

Štíhlost:  $\lambda = \frac{l_0}{i} = 15,5885$

$\lambda < \lambda_{lim}$  - průřez je masivní

**Konstrukční zásady vislé výztuže:**

$$A_{s1} = \frac{A_s}{2} = 1272,345 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = A_{s1} = 1272,345 \text{ mm}^2$$

Minimální vyztužení:  $A_{smin1} = 0,1 \cdot \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = 253 \text{ mm}^2$

$$A_{smin2} = 0,002 \cdot b \cdot h = 1000 \text{ mm}^2$$

Maximální vyztužení:  $A_{smax} = 0,04 \cdot b \cdot h = 20000 \text{ mm}^2$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

maximální osová vzdálenost podélných prutů  $\min(3 \cdot h; 400) \rightarrow s_{vmax} = 0,4m$

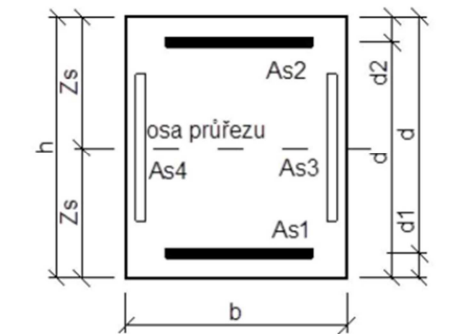
Účinná výška:  $d = h - C - \varnothing_{tř} - \frac{\varnothing}{2} = 0,437m$

$d_1 = c + \varnothing_{tř} + \frac{\varnothing}{2} = 0,063m$

$d_2 = d_1 = 0,063m$

Těžiště průřezu:  $z_{s1} = \frac{(h - d_1 - d_2)}{2} = 0,187m$

$z_{s2} = z_{s1} = 0,187m$



**Interakční diagram - výpočet:**

**BOD 0 – dostředný tlak:**

limitní hodnota napětí oceli je přetvoření betonu  $\varepsilon_{cu}$  při  $f_{cd}$  :

$$\varepsilon_{cu} = 0,002$$

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} = 0,002$$

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} = 0,002$$

napětí v oceli

$$\sigma_{s1} = E_s \cdot \varepsilon_{cu} = 400 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2} = \sigma_{s1} = 400 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_{s1} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 11017,876 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_{s2} - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} \cdot z_{s1} = 0$$

**BOD 1 – neutrální osa v těžišti výztuže As1, Fs1 = 0, x = d:**

přetvoření betonu

$$\varepsilon_{cub} = 0,0035$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

přetvoření oceli

$$\varepsilon_{s1} = 0$$

$$\sigma_{s1} = \varepsilon_{s1} = 0$$

napětí v tlačené oblasti oceli je dáno přetvořením průřezu:

$$\varepsilon_{cu}/x = \varepsilon_{s2}/(x-a)$$

$$x = d = 0,437m$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cub}}{x} \cdot (x - d_2) = 0,003$$

$$\varepsilon_{yd} = 0,0022$$

$$\varepsilon_{s2} > \varepsilon_{yd} - \text{platí}$$

$$\sigma_{s2} = f_{yd} = 434,7826 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd1} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s21} = 7545,194 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \frac{(h - 0,8 \cdot x)}{2} + A_{s2} \cdot \sigma_{s21} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2\right) = 629,246 \text{ kNm}$$

**BOD 2 – maximální ohybový moment, tažená výztuž na mezi kluzu,  $x = x_{bal,1}$**

přetvoření betonu

$$\varepsilon_{cub} = 0,0035$$

přetvoření oceli

$$\varepsilon_{s1} = 0,002$$

$$\varepsilon_{yd} = \varepsilon_{s1}$$

$$\sigma_{s12} = f_{yd} = 434,7826 \text{ MPa}$$

výška tlačené oblasti

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x_{bal1}}$$

$$x_{bal1} = \varepsilon_{cub} \cdot \frac{d}{(\varepsilon_{cub} + \varepsilon_{s1})} = 0,2781m$$

přetvoření tlačené ocele

$$\varepsilon_{s22} = \frac{\varepsilon_{cub}}{x_{bal1}} \cdot (x_{bal1} - d_2) = 0,0027$$

$$\varepsilon_{s22} \geq \varepsilon_{yd} - \text{platí}$$

$$\sigma_{s22} = f_{yd} = 434,7826 \text{ MPa}$$

Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd2} = 0,8 \cdot x_{bal1} \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 4449,4545 \text{ kN}$$

$$M_{Rd2} = 0,8 \cdot x_{bal1} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \left( \frac{h}{2} - 0,4 \cdot x_{bal1} \right) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} + A_{s2} \cdot \sigma_{s22} \cdot z_{s2} \\ = 824,3169 \text{ kNm}$$

### **BOD 3 – prostý ohyb, NRd,3 = 0**

přetvoření betonu

$$\varepsilon_{cub} = 0,0035$$

$$\sigma_{s13} = f_{yd} = 434,7826 \text{ MPa}$$

přetvoření oceli

$$\varepsilon_{s13} > \varepsilon_{yd}$$

#### 1 · rovnice

$$0,8 \cdot x_3 \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s23} = 0$$

$$b = m$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

#### 2 · rovnice

$$x_3 \cdot (\varepsilon_{cub} - \varepsilon_{s3}) = \varepsilon_{cub} \cdot d_2$$

$$d_2 = 0,063 \text{ m}$$

$$x_3 = 45,9140 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 1272,345 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon_{s3} = -0,00107377$$

$$\sigma_{s23} = E_s \cdot \varepsilon_{s3} = -214,75 \text{ MPa}$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd3} = 0$$

$$M_{Rd3} = 0,8 \cdot x_3 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \left( \frac{h}{2} - 0,4 \cdot x_3 \right) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} + A_{s2} \cdot \sigma_{s23} \cdot z_{s2} \\ = 222,515 \text{ kNm}$$

**BOD 4 – neutrální osa v těžišti výztuže As2:**

$$F_{s24} = 0$$

$$x_4 = d_2 = 0,063m$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd4} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 553,1935 \text{ kN}$$

$$M_{Rd4} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} = 103,4472 \text{ kNm}$$

**BOD 5 – dostředný tah,  $M_{Rd5} = 0$** 

-tažený beton neuvažujeme

$$N_{Rd5} = A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 1106,387 \text{ kN}$$

Omezení interakčního diagramu - vliv nehomogenního průřezu

$$e_{0max} = \max\left(\frac{h}{30}; 0,020\right)$$

$$e_0 = \frac{h}{30} = 0,0167m$$

**výstřednost**

$$M_0 = N_{Rd0} \cdot 0,02 = 220,358 \text{ kNm}$$

Vodorovná výztuž

$$A_{sminv} = 0,001 \cdot b \cdot h = 500mm^2$$

$$A_{sminv1} = 0,25 \cdot A_s = 636,17 \text{ mm}^2$$

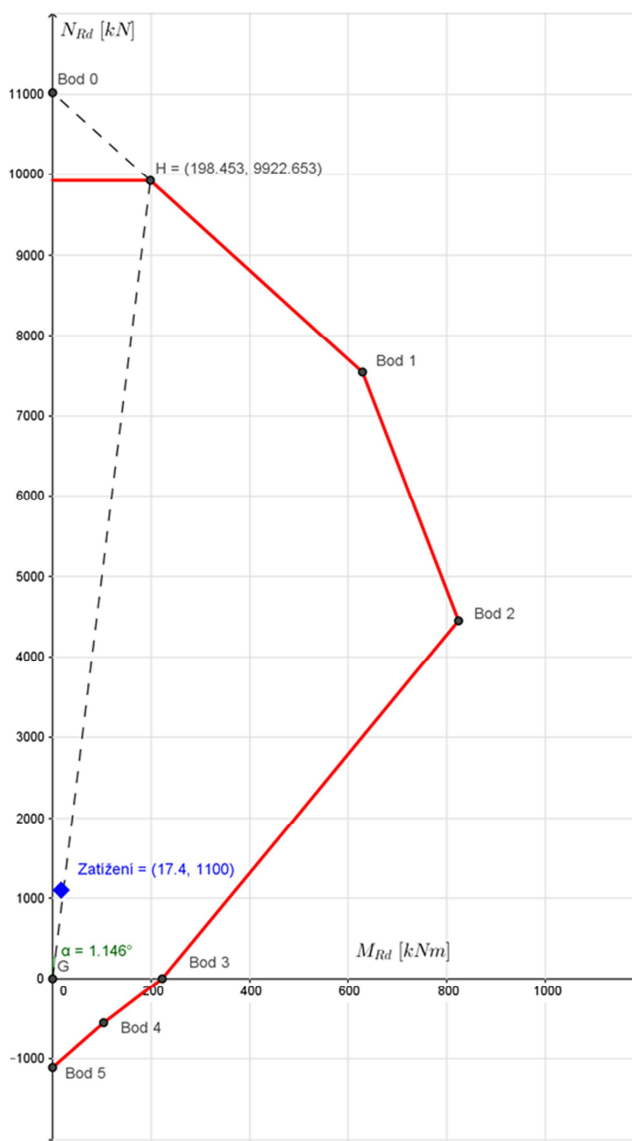
$$s = 100mm$$

$$A_{stř} = \pi \cdot \frac{R_{tř}^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = 1539,3804mm^2$$



Rozhledny – stavební a konstrukční řešení, ukázky realizací v ČR a návrh betonové rozhledny dle vlastního návrhu

### Interakční diagram:



Takto navržená ŽB stěna v tl. 500 mm z betonu C30/37 s výztuží z profilů  $\varnothing 18\text{mm}$  po 100mm je předimenzovaná. Pro výsledný návrh do projektové dokumentace je třeba výpočet upravit a výztuž napočítat tak, aby odolala veškerému zatížení, ale stavba zůstala ekonomicky výhodnou.

## 7. Závěr:

Předmětem této diplomové práce je objekt - **rozhledna**. Zabývala jsem se historií stavění rozhleden na našem území. Dále jsem vytvořila rozbor řešení rozhleden z hlediska materiálů, tvarů, výšek a dalších vlastností a pak srovnání různých realizací v České Republice. Ve druhé části jsem se zabývala nejprve obecnými požadavky, se kterými se můžeme setkat při návrhu rozhledny a poté návrhem vlastního železobetonového objektu.

Zjistila jsem zajímavosti ze světa rozhleden a srovnala si, jaké zastoupení převážně z hlediska materiálů versus výška stavby, se na našem území nachází.

Při realizaci této práce jsem si shrnula celkový postup návrhu objektů. V ČR nemáme velké množství výškových staveb a rozhledny se jim nejvíce přibližují. V práci jsem využila mnoho znalostí, které jsem získala během studií a také mne obohatila o znalosti, které jsou potřebné k návrhu vysokých staveb s malou půdorysnou plochou. Čerpala jsem z mnoha zdrojů zastoupených v knižní, internetové nebo normové podobě. V neposlední řadě jsem provedla návrh prvků ze železobetonu pro vlastní návrh rozhledny.

Pro vlastní návrh rozhledny jsem se nechala inspirovat tvarem věže z Japonska. Vytvořila jsem ŽB rozhlednu s vychýleným předpoledním podlažím. Na takto navrženou stavbu jsem napočítala zatížení. Dále jsem vytvořila statický model v programu Scia Engineer 16.1.62 ve studentské verzi. Tvorbou modelu jsem si prohloubila znalost tohoto programu, kdy jsem se zabývala veškerými problémy při vkládání dat do programu, ale také při výpočtu a tvorbě výstupů z programu.

Celkově bych ráda tuto diplomovou práci shrnula jako pro mne velmi přínosnou a jistě získané znalosti využiji v profesním životě.

Práce je členěna na 2 části, kdy v první jsem čerpala převážně z knih a internetových zdrojů a v druhé jsem využila spíše normy. Přílohou k práci v kroužkové vazbě je výstup z programu Scia, ve kterém jsou zobrazeny převážně prvky s extrémními vnitřními silami. Další přílohou je vizualizace ŽB rozhledny, půdorys a řez typického podlaží a pohledy ve výkresové podobě. V neposlední řadě je přiložené CD, které obsahuje kompletní práci, včetně souborů z použitých programů.

## 8. Zdroje

### 8.1. Knihy

- [1] NOUZA, Jan. Rozhledny Čech, Moravy a Slezska, Vydání 1999, Praha: Knihy 555, 162 str. ISBN 80-902590-4-9
- [2] NOUZA, Jan. Rozhledny na prahu 21. Století, Vydání 2003: Praha: Knihy 555, 152 str. ISBN 80-86424-19-7
- [3] FÁBERA, Jaroslav a Helena HOLUBÁŘOVÁ. Nové rozhledny ČR, První vydání, Praha 2015, dotisk 2016: Grada Publishing, a.s., 128 str. ISBN 978-80-247-5615-8

### 8.2. Internet

- [4] ROZHLEDNY ČR. [online] dostupné z: <http://rozhledny.webzdarma.cz/>
- [5] WIKIPEDIE. Seznam rozhleden v Česku [online] dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam\\_rozhleden\\_v\\_%C4%8Cesku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_rozhleden_v_%C4%8Cesku)
- [6] TREKING. Rozhledny [online] dostupné z: <http://www.treking.cz/regiony/rozhledny.htm#rozhledny>
- [7] ROZHLEDNY A VYHLÍDKOVÉ VĚŽE V ČESKÉ REPUBLICE [online] dostupné z: <http://rozhledny.wz.cz/index2roz.htm>
- [8] HOMEDIT. [online] dostupné z: <http://www.homedit.com/10-amazing-lookout-towers-converted-into-homes/>
- [9] KOOPERATIVA. [online] dostupné z: <http://www.kooperativa-vod.cz/ocelove-stozary/mapy-teren-topografie/>
- [10] Přednáška z VŠB [online] dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/sera/Zatizeni%20vetrem%20-%20teorie%20+%20norma.pdf>
- [14] KMBETA [online] dostupné z: <http://www.kmbeta.cz/mapa/cr.html>
- [15] KONSTRUKCE [online] dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/zatizeni-konstrukci-namrazou/>
- [16] Architectboy [online] dostupné z: <http://architectboy.com/4x4-house-tadao-ando/>

### **8.3. Normy a skripta**

[11] EUROKÓD 1 (ČSN EN 1991-1-4) Zatížení konstrukcí – část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem. Praha: ČNI, 2005.

[12] HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-89-4.

[13] PROCHÁZKA, Jaroslav. Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.

[16] Šmejkal Jiří. Železobetonové konstrukce Plzeň: ZČU, 2010, 191str., ISBN 978-80-70439-43-2.

### **9. Použitý software**

Microsoft Office 2010 (Word, Ecell)

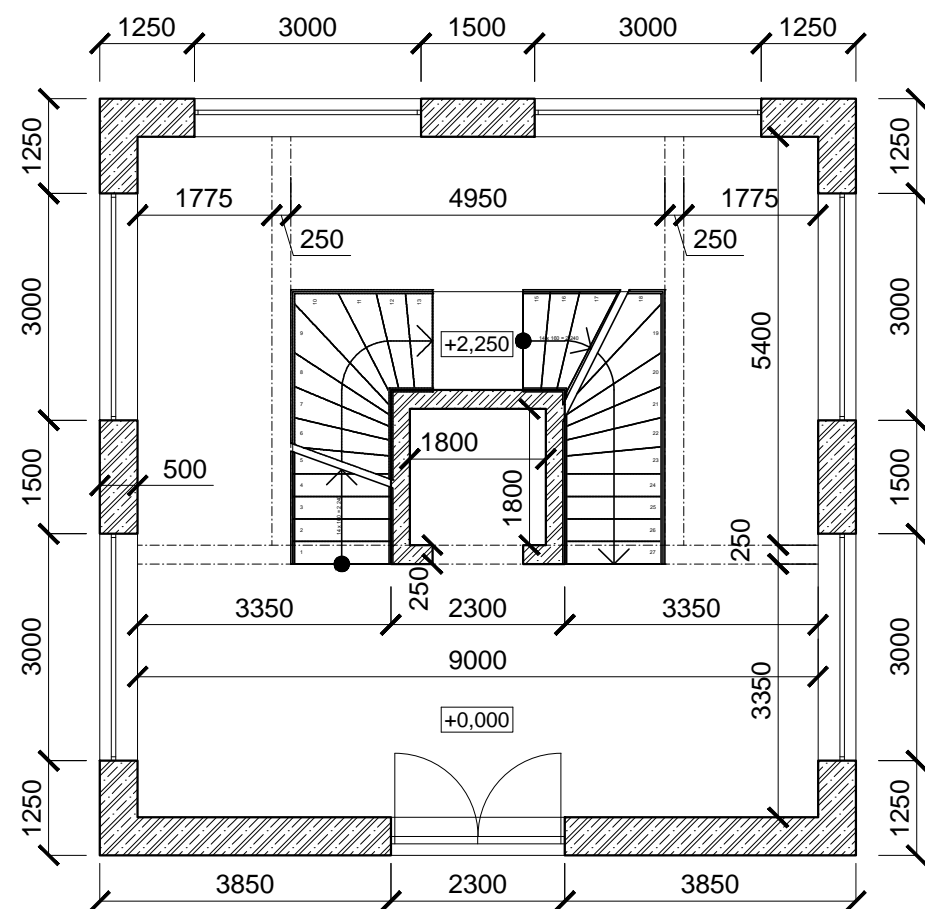
AutoCAD 2015 – studentská verze

ArchiCAD-64 19 EDU – studentská verze

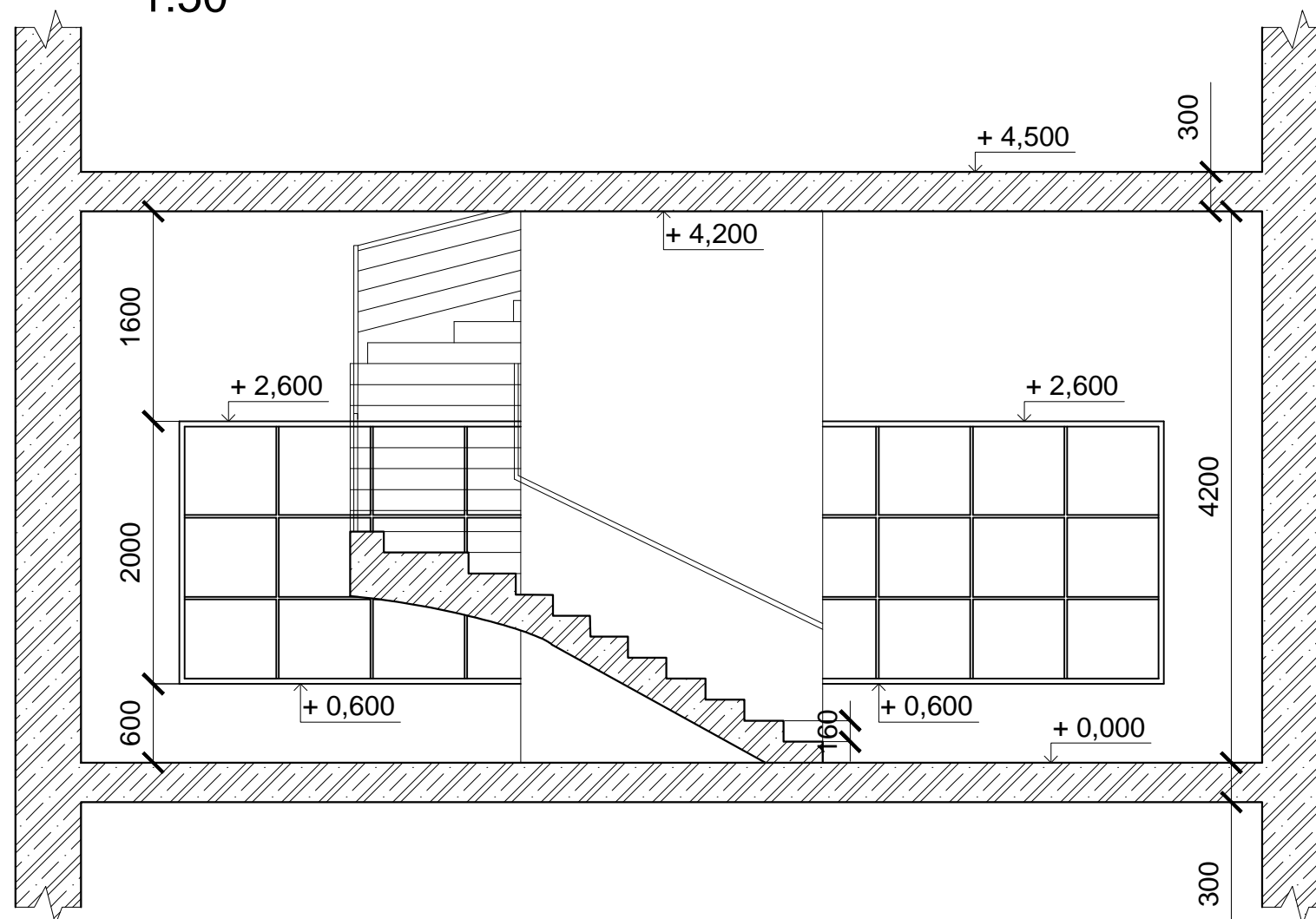
Scia Engineer 16.1.62 – studentská verze

SMath Studio Desktop

# PŮDORYS - TYPICKÉ PODLAŽÍ 1:100



# ŘEZ - TYPICKÉ PODLAŽÍ 1:50



## LEGENDA:



Železobeton ČSN EN 206-1 C30/37  
vyztužený žebírkovou ocelí B500B

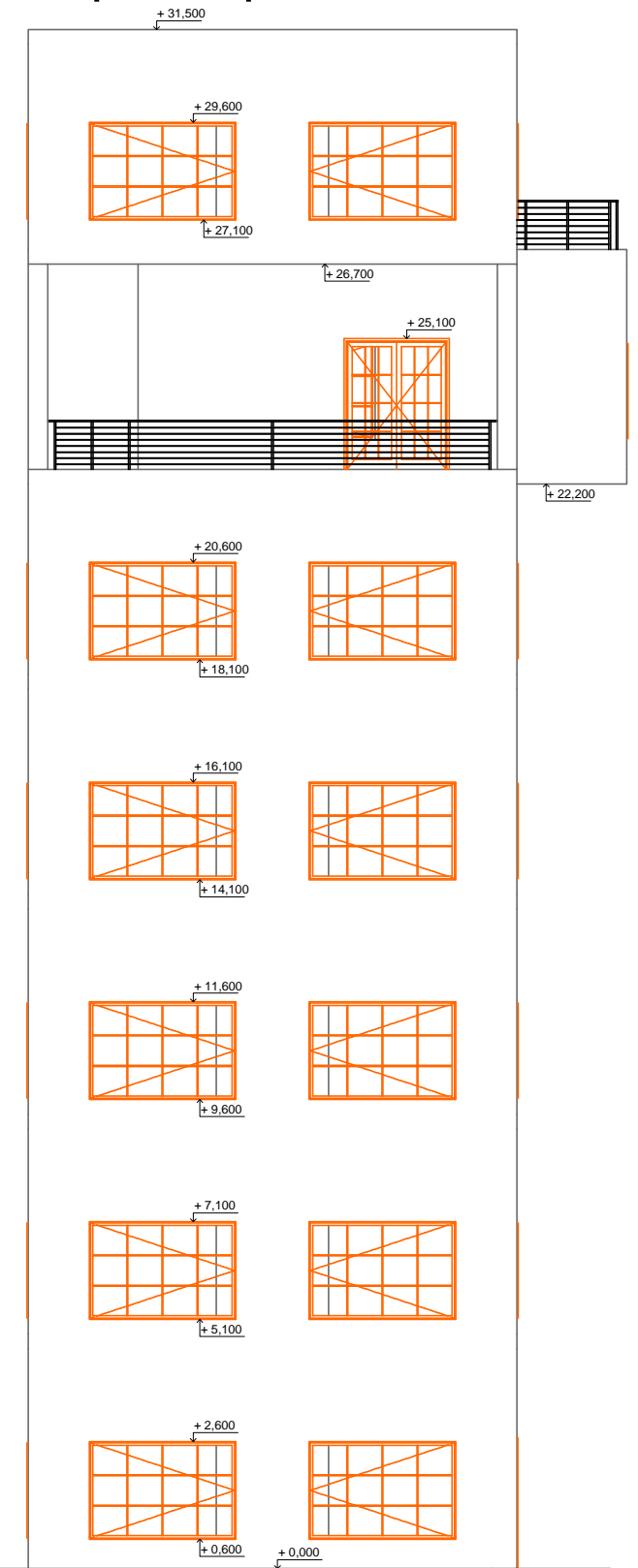
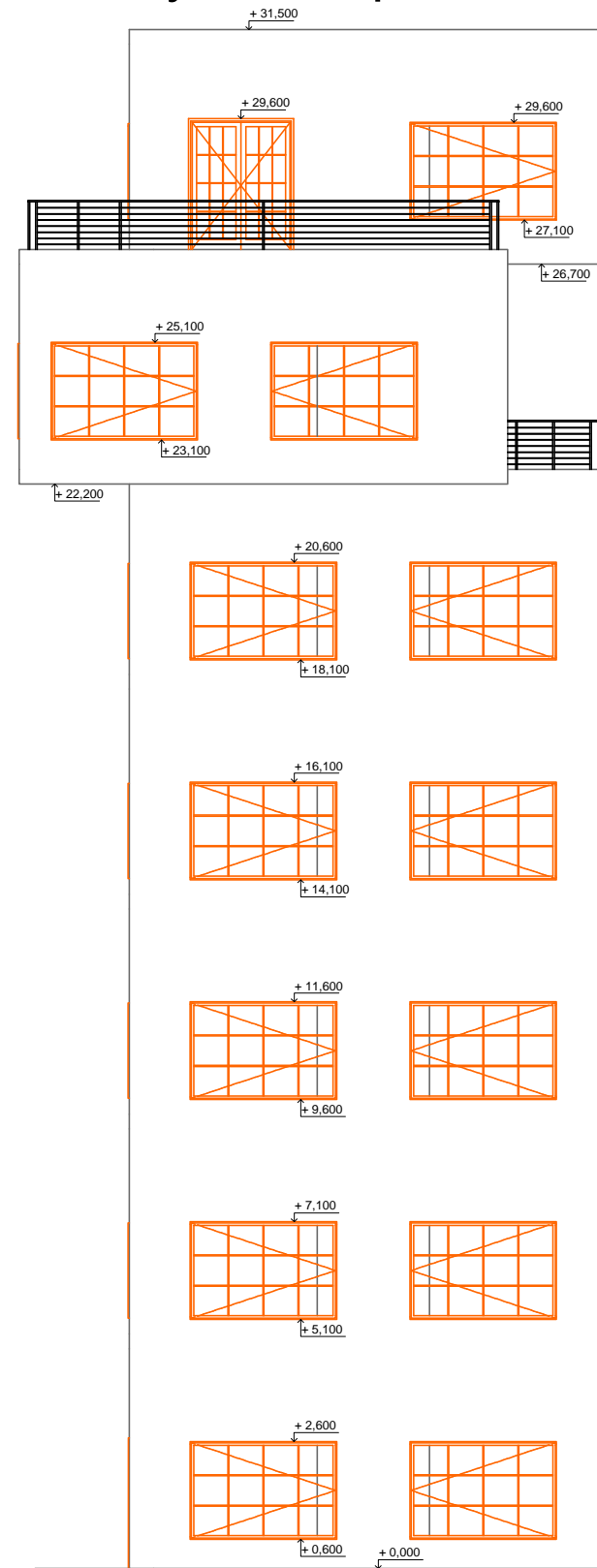
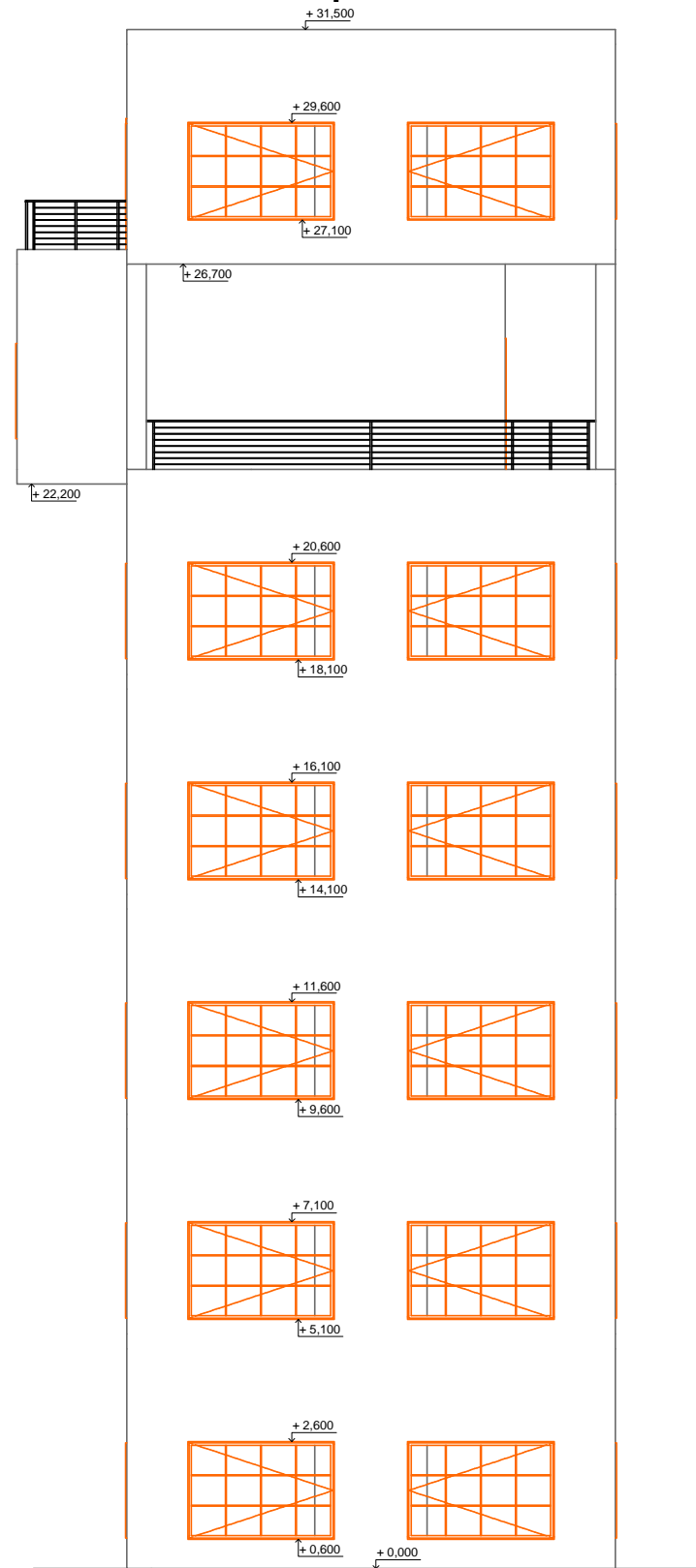
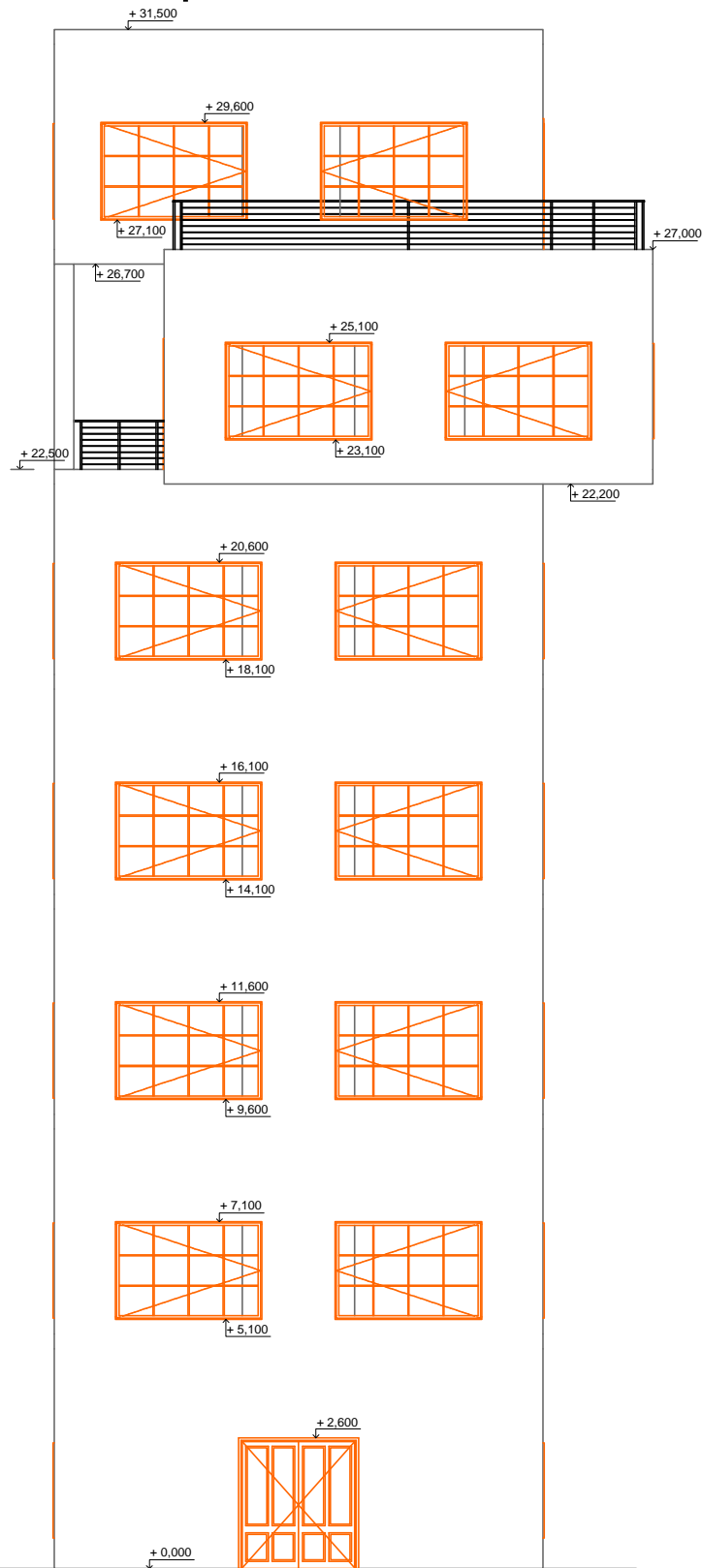
VYPRACOVALA		KONTROLOVAL		ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	
KRISTÝNA VYNAHLOVSKÁ		Ing. Luděk Vejvara			
CHARAKTER STAVBY	Návrh				
MÍSTO STAVBY	-				
STAVBA				FORMÁT	A3
<b>ŽB ROZHLEDNA</b>				DATUM	12/2016
				STUPEŇ PD	DSP
				MĚŘÍTKO	-
OBSAH				ZAKÁZKA	DP
Půdorys, řez - typické podlaží				VÝKRES	<b>D.1.1</b>

# Jižní pohled

# Severní pohled

# Východní pohled

# Západní pohled



VYPRACOVALA		KONTROLOVAL		ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	
KRISTÝNA VYNAHLOVSKÁ		Ing. Luděk Vejvara			
CHARAKTER STAVBY	Návrh				
MÍSTO STAVBY	-				
STAVBA				FORMÁT	A3
<b>ŽB ROZHLEDNA</b>				DATUM	12/2016
				STUPEŇ PD	DSP
				MĚŘÍTKO	1:150
OBSAH				ZAKÁZKA	DP
				VÝKRES	D.1.2



VYPRACOVALA		KONTROLOVAL		ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	
KRISTÝNA VYNAHLOVSKÁ		Ing. Luděk Vejvara			
CHARAKTER STAVBY	Návrh				
MÍSTO STAVBY	-				
STAVBA				FORMÁT	A3
<b>ŽB ROZHLEDNA</b>				DATUM	12/2016
				STUPEŇ PD	DSP
				MĚŘÍTKO	-
				ZAKÁZKA	DP
OBSAH	Vizualizace			VÝKRES	<b>D.1.3</b>