



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE BUDOVY PRO MATEŘSKOU ŠKOLU

THE WOODEN STRUCTURE OF THE BUILDING FOR A KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Natálie Dreslerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Pavla Bukovská

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studentka: **Natálie Dreslerová**
Vedoucí práce: **Ing. Pavla Bukovská**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Dřevěná konstrukce budovy pro mateřskou školu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V rámci souvisejících zadání bakalářské práce ve specializacích pozemní stavitelství, kovové a dřevěné konstrukce a betonové a zděné konstrukce, ve kterých je aplikována metoda BIM, vypracujte návrh dřevěné části nosné konstrukce budovy pro mateřskou školu v obci Vlkov u Velké Bíteše. Proveďte statické posouzení navržené dřevěné konstrukce, včetně posouzení vybraných spojů a spojovacích prostředků. Rozsah uplatnění metody BIM aplikujte dle pokynů vedoucí práce.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Výstupem bakalářské práce bude technická zpráva, statický výpočet a výkresová dokumentace v rozsahu dle pokynů vedoucí závěrečné práce. Studentka vytvoří konstrukční model dřevěných prvků konstrukce včetně vybraných detailů ve vhodném programu v souladu s principy BIM.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Studie řešeného objektu

Platné normy pro určení účinků zatížení a pro navrhování ocelových a dřevěných konstrukcí:

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

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

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2022

L. S.

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Pavla Bukovská
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je návrh dřevěné konstrukce pro denní místnosti mateřské školy v obci Vlkov u Velké Bíteše a zhotovení 3D modelu pomocí metody BIM. Celý objekt má pouze jedno nadzemní podlaží a skládá se ze dvou konstrukčních částí. První část je navržena převážně ze zdiva a železobetonových prvků. Druhá část je pak přístavek dvou identických křídel s konstrukčními prvky z lepeného lamelového dřeva. Nosným systémem jsou příčné rámy tvořené vazníky a sloupy, které jsou následně doplněny o vaznice přenášejí zatížení střešního pláště a o ztužující prvky ve formě ocelových táhel. Dřevěné přístavky jsou zastřešeny pultovou střechou se sklonem cca 5°. Statický model a stanovení vnitřních sil bylo zajištěno výpočtovým programem Scia Engineer 22.0. Samotné posouzení jednotlivých prvků bylo provedeno ručně za pomoci programu Microsoft Excel. Styčníky jsou řešeny pomocí ocelových spojovacích prvků, vybrané byly ověřeny ručním výpočtem. Značná část této práce je postavena na spolupráci s kolegy z ústavu PST A BZK.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mateřská škola, dřevěná konstrukce, lepené lamelové dřevo, dřevěné rámy, svorník, metoda BIM, modelování

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis is a design of a timber structure for living rooms of a kindergarden in the village of Vlkov near Velká Bíteš, and a creation of a 3D model using the BIM method. The entire building has only one above-ground floor and consists of two structural parts. The first part is mainly designed from masonry and reinforced concrete elements. The second part is an annex consisting of two identical „wings“ with structural elements made of glued laminated timber. The supporting system consists of transverse frames formed by beams and columns, which are then supplemented with purlins that transfer the load of the roof and with stiffening elements in the form of steel tie rods. The timber extensions are covered with a mono pitched roof with a slope of about 5°. The static model and determination of internal forces were ensured by the Scia Engineer 22.0 calculation program. The assessment of individual elements themselves was done manually using Microsoft Excel. Connections are solved using steel connecting elements that were selected and verified by manual calculation. A significant part of the work was based on cooperation with colleagues from the Institute of civil engineering and from the Institut of concrete and masonry structures.

KEYWORDS

Kindergarden, timber structure, glued laminated timber, timber frames, connector, BIM method, modeling

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DRESLEROVÁ, Natálie. *Dřevěná konstrukce budovy pro mateřskou školu.* Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí Ing. Pavla Bukovská.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Dřevěná konstrukce budovy pro mateřskou školu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2023

Natálie Dreslerová
autor

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala především vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Bukovské za obrovskou ochotu, odborné rady a čas, který věnovala této práci nejen při konzultacích.

Dále bych chtěla poděkovat svým blízkým za trpělivost a podporu při studiu.

Obsah

ÚVOD	9
TECHNICKÁ ZPRÁVA	10
1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU.....	10
1.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE, POPIS STAVBY.....	10
1.2. UMÍSTĚNÍ STAVBY	10
1.3. MATERIÁL KONSTRUKCE	10
1.4. POPIS DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE	10
2. PODKLADY, NORMY, PROGRAMY.....	11
2.1. NORMY	11
2.2. PROGRAMY.....	12
3. ZATÍŽENÍ	12
3.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	12
3.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	12
3.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ	13
4. KONSTRUKCE OBJEKTU	14
4.1. PRVKY KONSTRUKCE.....	14
4.2. SKLADBY.....	18
5. VYUŽITÍ PRVKŮ	18
6. VÝKAZ MATERIÁLŮ	18
7. POVRCHOVÁ ÚPRAVA MATERIÁLU	19
7.1. DŘEVO	19
7.2. OCEL.....	19
8. DOPRAVA A MONTÁŽ.....	19
9. ZÁVĚR	19
10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	20
11. SEZNAM PŘÍLOH	20

ÚVOD

Cílem mé práce je návrh a posouzení dřevěné konstrukce dvou křídel mateřské školy, tak aby vyhovovala dispozičnímu a statickému řešení a následné zpracování 3D modelu BIM metodou. Objekt školky se skládá ze dvou konstrukčních celků. Centrem budovy je zděné obdélníkové jádro skládající se převážně z železobetonových desek a z keramických a betonových tvárnic. Na tuto část navazují dvě dřevěné přístavby. Nosný systém těchto křídel se skládá z několika rámu, které jsou tvořeny tuhým rámovým spojením vazníků a sloupů z lepeného lamelového dřeva. Tyto příčné vazby jsou dále doplněny vaznicemi a ztužidly. Střecha tohoto celku je navržena jako pultová a má sklon zhruba 5°. Pro řešení styčniců byly použity ocelové spojovací prvky.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

1.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE, POPIS STAVBY

Bakalářská práce se zabývá návrhem nosné dřevěné konstrukce části objektu mateřské školy. Jde o mateřskou školu samostatně stojící o jednom nadzemním podlaží. Její půdorysné rozměry jsou přibližně 29,5 m x 20 m a výška v nejvyšše položeném bodě 5,5 m. Objekt se skládá ze dvou konstrukčních částí.

Jádro objektu je sestavené převážně z kombinace zděných a betonových tvárníc tl. 250 mm se systémovým zateplením ETICS tl. 200 mm. Strop je tvořen železobetonovými deskami o tloušťce 200 mm a 250 mm, nad kterými je navržena vegetační plochá střecha. Nachází se zde zázemí pro pedagogy, kanceláře, umývárny, šatny, kuchyň a technické a provozní místnosti.

K obdélníkové zděné části budovy jsou při jejich delších stranách přistavěna dvě identická dřevěná křídla sloužící jako denní místnost. Nosný systém je řešen vějířovitým uspořádáním rámu z lepeného lamelového dřeva, doplněných o vaznice a ztužidla. Tato konstrukce je doplněna lehkým obvodovým pláštěm s provětrávanou fasádou a pultovou střechou s kačírkem a SDK podhledem.

Školka je navržena pro 46 uživatelů, přiléhá k ní dále i zahrada upravená pro pobyt dětí. Její součástí je altánek, pískoviště, dětské hřiště a další herní prvky. Celková zastavěná plocha se odhaduje na 481,6 m² a užitná plocha pak na 413,38 m².

1.2. UMÍSTĚNÍ STAVBY

Stavba je umístěna v obci Vlkov u Velké Bíteše, v katastrálním území Vlkov u Osové Bítýšky (parcelní číslo 1545/63). Tato obec se nachází v kraji Vysočina, přibližně 40 km severozápadně od Brna v nadmořské výšce cca 500 m n. m. Pozemek je převážně rovinný, jižní stranou parcela přiléhá ke stávající místní komunikaci.

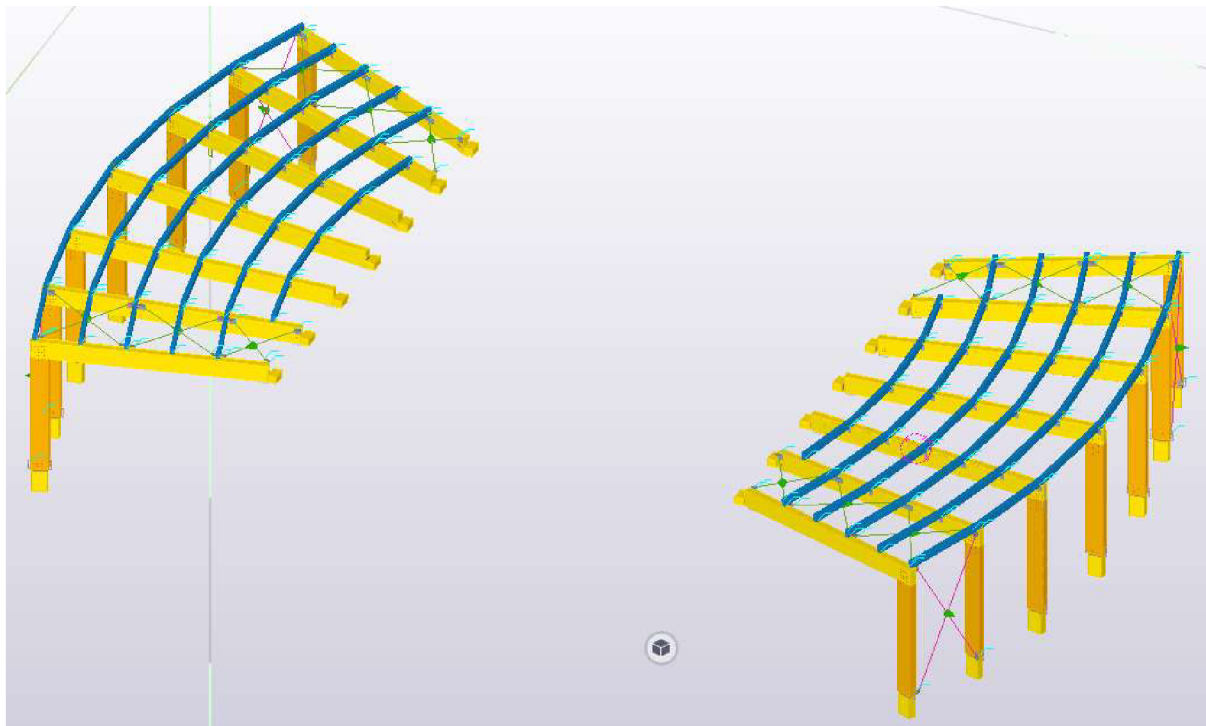
1.3. MATERIÁL KONSTRUKCE

Na stavbu hlavní konstrukce mateřské školy budou použity keramické tvarovky a železobetonové desky a stěny z betonu C 25/30 a výztuže B500B. Veškeré nosné prvky dřevěné konstrukce přistavěných křídel, jež je předmětem této práce, jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL 28h. Spojovací prvky, včetně ocelových plechů budou z konstrukční oceli S 355.

1.4. POPIS DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

Nosnou konstrukci jedné přístavby tvoří sedm rámu z lepeného lamelového dřeva. Každý z nich je složen ze sloupu a vazníku, jež jsou k sobě pevně spojeny a vytváří tedy tuhý rám. Druhý konec vazníku je pod sklonem cca 5° kloubově uložen do železobetonového věnce. Všechny rámy jsou vějířovitě uspořádány do tvaru „křídla“, prostřední je pak kolmý na rovinu železobetonové části objektu a ostatní jsou zrcadlově odsazena a odkloněna. Mezi rámy se tímto sestavením vytvoří šest polí. V obou krajních polích jsou navržena střešní a stěnová větrná ztužidla. Na této nosné konstrukci jsou uloženy vaznice, které nesou tíhu střešního pláště.

Návrh a posouzení průřezů bylo provedeno bez znalosti detailního řešení fasády. V případě realizace stavby je potřeba upravit statický model a posouzení průřezů.



Obrázek 1 - 3D model konstrukce

2. PODKLADY, NORMY, PROGRAMY

Návrh celého objektu je vytvořen formou BIM modelování. Pro statický návrh konstrukce a výpočet vnitřních sil pro následné posudky MSÚ a MSP byl využit program Scia Engineer 22.0 (studentská verze). Pro vytvoření modelu, výkresů a IFC souboru byl použit program Tekla Structures (studentská verze). K veškerému sdílení souborů a informací a finální vizualizace budovy bylo využito Tribble Connectu 3D. Samotné dimenzování prvků a celkově statický výpočet byl proveden v programu Microsoft Excel. Všechny posudky a výpočty jsou v souladu s platnými normami ČSN EN.

2.1. NORMY

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

2.2. PROGRAMY

Scia Engineer 22.0
Microsoft Excel
Microsoft Word
Tekla Structures
AutoCAD 2020

3. ZATÍŽENÍ

Zatížení je stanoveno v souladu ČSN EN 1991-1. Je uvažováno jako zatížení stálé a proměnné. Výpočet zatížení proběhl v programu Excel, stanovené hodnoty byly aplikovány na statický model ve Scia Engineer. Vzhledem k tvaru konstrukčního celku a proměnlivosti zatěžovacích šířek byla zatížení stanoveno vždy v extrémním umístění (pro největší a nejmenší zatěžovací šířku).

3.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

ZS1- Vlastní tíha – automaticky vygenerována programem Scia Engineer
ZS2- Vlastní tíha střešního pláště – maximální hodnota 6,46 kN/m

3.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

3.2.1. Zatížení sněhem

Mateřská škola spadá do sněhové oblasti IV, charakteristická hodnota zatížení sněhem pro tuto oblast je 2,0 kN/m². Je uvažováno s navátým a plným sněhem.

ZS3- Zatížení sněhem – max. hodnota 4,94 kN/m
ZS4- Zatížení navátým sněhem – max. hodnota 3,84 kN/m

Uvedené hodnoty se vztahují k maximální zatěžovací šířce rámu.

3.2.2. Zatížení větrem

Stavba se nachází ve větrné oblasti III a kategorii terénu III. Základní rychlost větru je pak 27,5 m/s. Zatěžovací stavy jsou rozděleny podle směru působení a podle části konstrukce na, na kterou mají vliv.

- Působení větru na svislé stěny – vítr příčný (90° a 270°)
- Působení větru na svislé stěny – vítr podélný (180° a 0°)
- Působení větru na střešní konstrukci – vítr příčný (90° a 270°)
- Působení větru na střešní konstrukci – vítr podélný (180° a 0°)

Pro určení oblastí podle působení větru se uvažuje celý objekt jako jeden celek. Pro zjednodušení je vymezen obdélníkový půdorysný tvar, který opisuje celou budovu školky. Rozměry oblastí se vypočítají dle normy ČSN EN 1991-1-4 a následně se převedou pouze na dřevěný přístavek.

Maximální dynamický tlak je roven 656,616 Pa.

ZS5- Vítr podélný zleva I+
ZS6- Vítr podélný zleva I-
ZS7- Vítr podélný zprava I+
ZS8- Vítr podélný zprava I-
ZS9- Vítr příčný na čelo I+
ZS10- Vítr příčný na čelo I-
ZS11- Vítr příčný na záda I+
ZS12- Vítr příčný na záda I-

3.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zmíněných zatěžovacích stavů pro výpočet mezních stavů únosnosti a použitelnosti byly stanoveny ručně a následně aplikovány do statického modelu ve výpočtovém programu Scia Engineer, který z nich následně vygeneroval potřebné vnitřní síly.

Samotný výpočet návrhových hodnot zatížení odpovídá kombinační rovnici 6.10. Podrobně rozepsáno v příloze B (statický výpočet).

MSÚ:

$$6.10: \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Obrázek 2 - rovnice 6.10

Jelikož je ztužidlo uvažováno pouze jako tažené, bylo potřeba stanovit i nelineární kombinace. Ty odpovídají kombinacím lineárním pro MSÚ, liší se pouze v součiniteli zatížení.

Výpočet zatížení pro mezní stav použitelnosti odpovídá rovnici 6.14.

MSP:

$$6.14: \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Obrázek 3 - rovnice 6.14

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. []
<small>*Studentská verze* *Studentká verze* *Studentká verze* *Studentká verze* *Studentká verze*</small>			
MSÚ 1	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
MSÚ 2	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
		ZS3 - snh	1,500
		ZS4 - návěj	1,500
MSÚ 4	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
		ZS3 - snh	1,500
		ZS4 - návěj	1,500
		ZS7 - vítr podélný P I+	0,900
MSÚ 5	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
		ZS3 - snh	1,500
		ZS4 - návěj	1,500
		ZS9 - vítr příčný čelo I+	0,900
MSÚ 6	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
		ZS3 - snh	1,500
		ZS4 - návěj	1,500
		ZS11 - vítr příčný záda I+	0,900
MSÚ 7	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střecha	1,350
		ZS5 - vítr podélný L I+	1,500

MSÚ 8	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,000
		ZS2 - střeška	1,000
		ZS6 - vítr podélný L I-	1,500
MSÚ 9	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střeška	1,350
		ZS7 - vítr podélný P I+	1,500
MSÚ 10	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,000
		ZS2 - střeška	1,000
		ZS8 - vítr podélný P I-	1,500
MSÚ 11	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střeška	1,350
		ZS9 - vítr příčný čelo I+	1,500
MSÚ 12	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,000
		ZS2 - střeška	1,000
		ZS10 - vítr příčný čelo I-	1,500
MSÚ 13	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,350
		ZS2 - střeška	1,350
		ZS11 - vítr příčný záda I+	1,500
MSÚ 14	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,000
		ZS2 - střeška	1,000
		ZS12 - vítr příčný záda I-	1,500

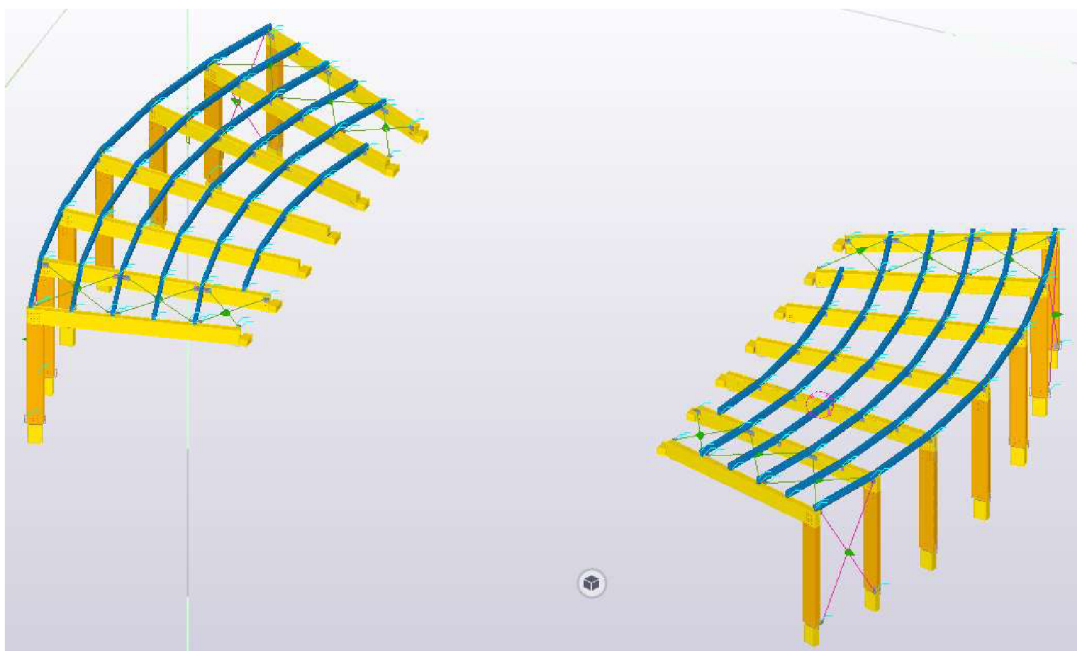
Obrázek 4 - kombinace zatěžovacích stavů

4. KONSTRUKCE OBJEKTU

4.1. PRVKY KONSTRUKCE

NÁZEV PRVKU	PRŮŘEZ (mm)	MATERIÁL	POČET KUSŮ	BAREVNÉ OZNAČENÍ
VAZNIK	200/480	GL 28h	2x7	ŽLUTÁ
VAZNICE	120/200	GL 28h		MODRÁ
SLOUP	200/480	GL 28h	2x7	ORANŽOVÁ
STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO	D16	S 355	2x12	ZELENÁ
STĚNOVÉ ZTUŽIDLO	D16	S 355	2x4	RŮŽOVÁ

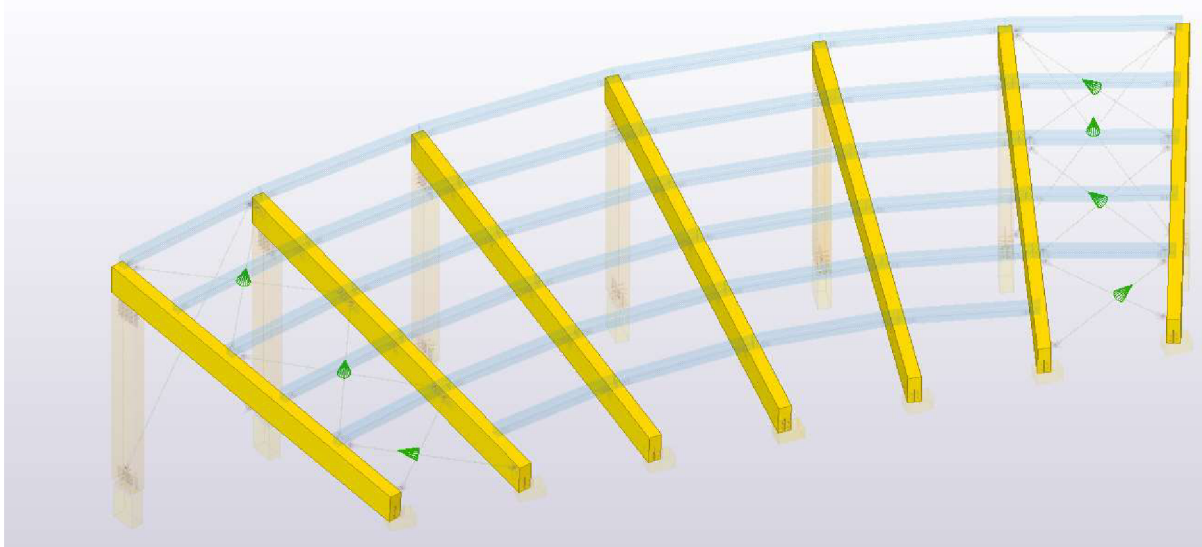
Tabulka 1 - prvky konstrukce



Obrázek 5 - 3D model konstrukce

4.1.1. Vazník

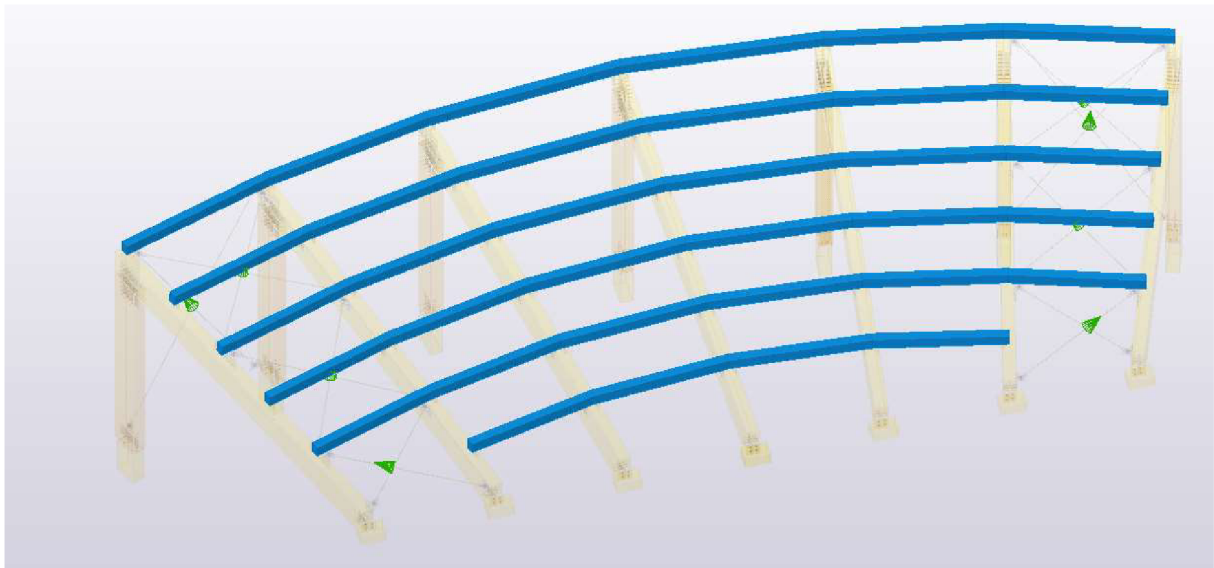
Vazníky jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL 28h a jsou konstantního obdélníkového průřezu 200/480 mm. Z důvodu vějířovitého uspořádání nemají všechny vazníky stejnou délku. Nejdelší vazník se nachází uprostřed půdorysných rozměrů a je kolmý na osu betonové stěny zděné části budovy. Zbylé jsou od něj poté po určité vzdálenosti pootočený do obloukového tvaru. Spolu se sloupem, na kterém jsou na výšku osazeny, tvoří konstrukční prvek rámu. Tento styčnický je staticky řešen jako tuhý rám a přenáší tudíž ohybové momenty do sloupu. Vazník je pod sklonem cca 5° uložen na sloupu o stejném průřezu a je k němu připevněn pomocí plechu s otvory pro vložení 24 ocelových kolíků a 6 svorníků, který je vložen do obou průřezů a to v jejich osách. Druhý konec vazníku je zakotven do betonového věnce v jádru objektu. Spoj je řešen jako žiletka opět zapuštěná do průřezu vazníku, propojená s dřevěným prvkem čtyřmi svorníky a ke kotevnímu plechu napojena svarovým spojem.



Obrázek 6 - vazníky

4.1.2. Vaznice

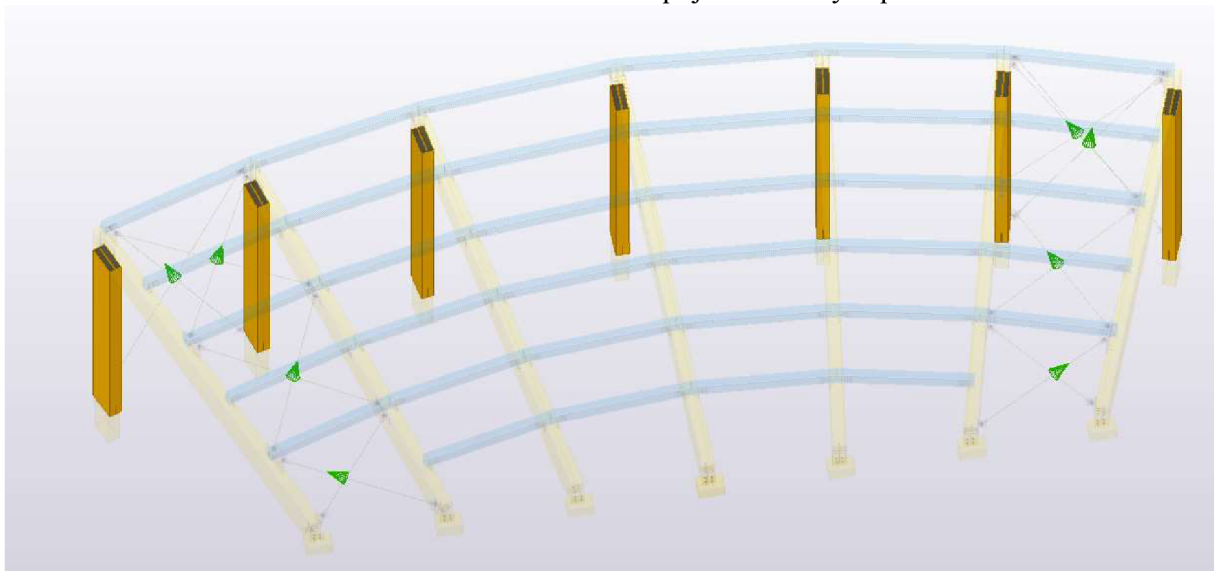
Prvky, které přenášejí zatížení střešního pláště do hlavní nosné konstrukce, jsou navrženy jako vaznice z lepeného lamelového dřeva o konstantním obdélníkovém průřezu 120/200 mm a pevnostní třídy GL 28h. Jsou po kratší straně na jednotlivých vaznicích uloženy tak, že půdorysně tvoří část oblouku. Jsou rozmístěny v osové vzdálenosti 1200 mm a k nosné konstrukci připevněny pomocí plechu ve tvaru L průřezu a několika vrtů M10. Tento spoj není dimenzován, pouze navržen podle katalogu výrobce ocelových spojovacích prvků. V krajním poli, kde se nachází střešní ztužidla, bude plech rozšířen o část pro napojení ocelové svorníkové vidlice s táhlem. Stejně jako u vazníků nejsou všechny vaznice o stejné délce, směrem k centru objektu se jejich rozpětí zmenšuje.



Obrázek 7 - vaznice

4.1.3. Sloup

Sloupy tvoří hlavní nosný svislý systém celé přístavby. Jsou taktéž navrženy z lepeného lamelového dřeva GL 28h o průřezu 200/480 mm. Spolu s vazníky tvoří příčnou vazbu konstrukce (rámy). Každý sloup je přes přivaření žiletkového plechu se čtyřmi svorníky ke kotevnímu plechu s mechanickými kotvami kloubově uložen do betonové patky. Podepření vazníku je řešeno kombinací kolíkového a svorníkového spoje s vloženým plechem.

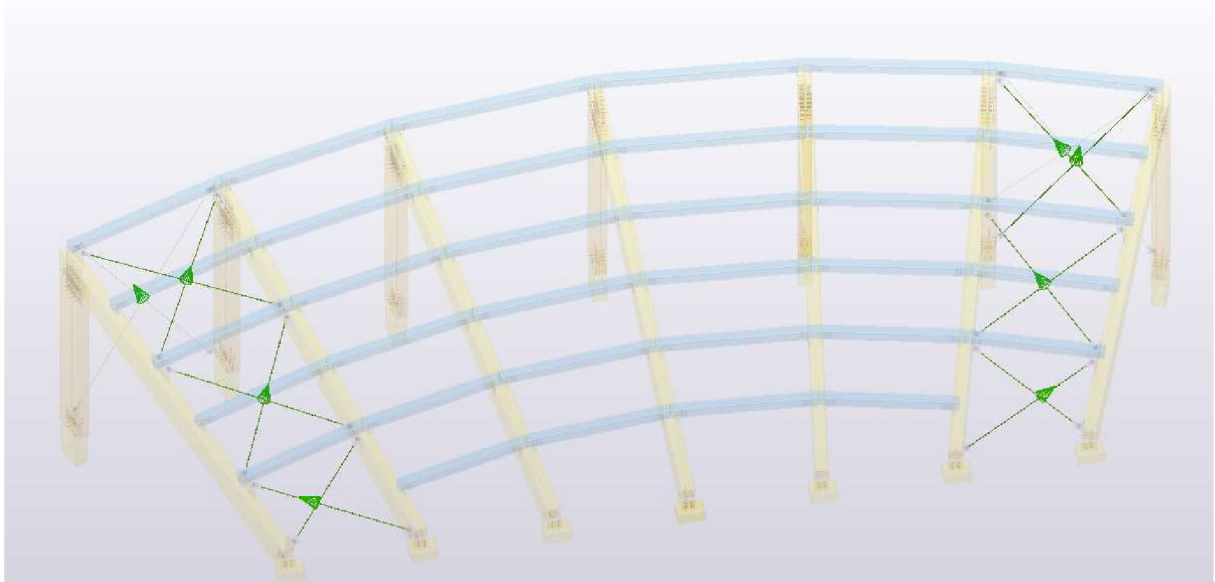


Obrázek 8 - sloupy

4.1.4. Střešní ztužidlo

Střešní ztužidla se nachází v krajních polích konstrukce mezi vazníky. Jsou uvažována pouze jako tažená, staticky tedy působí jako táhla. Zajišťují

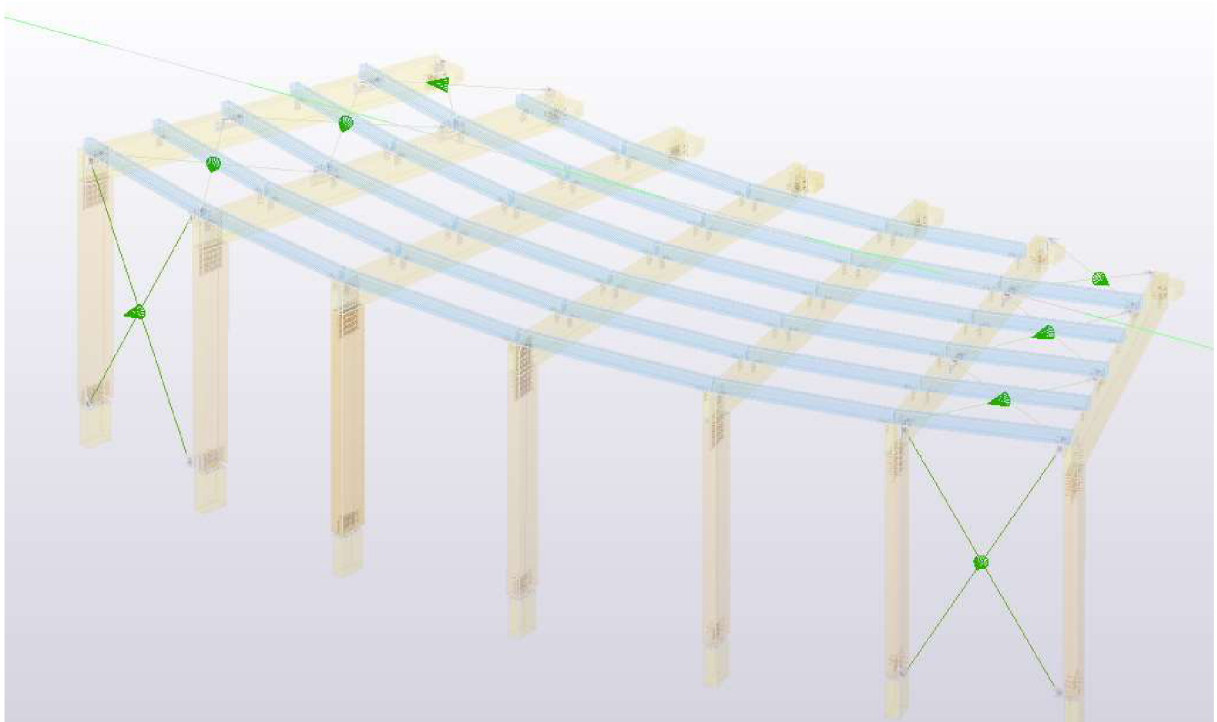
tuhost v rovině střešní konstrukce budovy. Navržena jsou jako kulatiny z konstrukční oceli S 355 o průměru 16 mm. Jejich umístění je závislé na poloze vaznic, jelikož jsou přes vidlici se svorníkem přimontována k plechu, jenž tvoří spoj mezi vaznicí a vazníkem. Ztužidla se vzájemně kříží a tvoří tak diagonály v polích ohraničených nosnou konstrukcí.



Obrázek 9 - střešní ztužidla

4.1.5. Stěnové ztužidlo

V konstrukčním systému jednoho křídla se nachází celkem čtyři táhla sloužící k zajištění tuhosti svislých prvků. Jsou zhotovena z konstrukční oceli S 355 o kruhovém průřezu 16 mm. Navazují tedy na střešní ztužidla a obdobně jsou instalována jako křížící se diagonály mezi horním a dolním koncem sloupu.



Obrázek 10 - stěnová ztužidla

Ke kotvení táhel ve vrchní části svislých prvků je využito plechu spojovacího vazník a vaznici. Ve spodní části pak bude zhotoven lomený plech v požadovaném tvaru a pomocí vrutů připevněn k vnějšímu dolnímu rohu sloupu.

4.2. SKLADBY

4.2.1. Obvodový plášť

Nosné rámy budou doplněny lehkým obvodovým pláštěm s provětrávanou fasádou obloženou latěmi Rombus ze sibiřského modřínu. V interiéru pak bude opláštěn SDK deskami.

4.2.2. Střešní plášť

Skladba šikmé střechy se bude skládat z minerální vaty vyplňující prostor mezi jednotlivými vaznicemi, z hydroizolační fólie a drenážního kačírku. Podhled tvoří OSB a fermacell desky pro zajištění požární ochrany dřevěné konstrukce.

5. VYUŽITÍ PRVKŮ

V následující tabulce je uvedeno maximální procentuální využití průřezů. Veškeré prvky vyhověly na MSP i MSÚ.

PRVEK	PRŮŘEZ (mm)	MATERIÁL	VYUŽITÍ
VAZNÍK	200/480	GL 28h	96 %
VAZNICE	120/200	GL 28h	82 %
SLOUP	200/480	GL 28h	28 %
STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO	D 16	S 355	11 %
STĚNOVÉ ZTUŽIDLO	D 16	S 355	6 %

Tabulka 2 - využití prvků

6. VÝKAZ MATERIÁLŮ

Uvedený výkaz je orientační a obsahuje předpokládanou spotřebu materiálu pro nosnou konstrukci řešené části stavby. Podkladem pro tento výkaz je výkresová dokumentace. Vzhledem z rozdílnosti rozměrů většiny prvků, jsou uvažovány průměrné hodnoty rozměrů.

PRVEK	PRŮŘEZ (mm)	POČET KUSŮ	OBJEM (m ³)	OBJEMOVÁ HMOTNOST (kg/m ³)	HMOTNOST (kg)
VAZNÍKY	200/480	14	9,542	410	3 912,22
VAZNICE	120/200	68	4,243	410	1 739,63
SLOUPY	200/480	14	4,704	410	1 928,64
ZTUŽIDLA STŘEŠNÍ	D 16	24	0,013	7850	105,05
ZTUŽIDLA STĚNOVÁ	D 16	8	0,0075	7850	58,88

Tabulka 3 - výkaz materiálů

7. POVRCHOVÁ ÚPRAVA MATERIÁLU

7.1. DŘEVO

Lepené lamelové dřevo samo o sobě díky technologii výroby splňuje požadavky na odolnost proti dřevokaznému hmyzu, houbám a účinkům požáru. Nicméně všechny dřevěné prvky se opatří ochranným nátěrem z bezbarvého či barevného laku (podle přání investora).

7.2. OCEL

Pro protikorozní ochranu a prodloužení životnosti ocelových plechů se použije metoda žárového zinkování.

8. DOPRAVA A MONTÁŽ

Z důvodu zjednodušení přepravy bude konstrukce rozdělena na jednotlivé prvky, které budou podle typu a velikosti buď vyskládány na paletách a převezeny nákladním automobilem, nebo v případě rozměrnějších prvků bude využito tahače s návěsem. Při montáži bude nápomocen zvedací mechanismus.

Montáž:

- Provedení zemních prací
- Betonáž základových patek
- Osazení patních plechů a kotevních šroubů u sloupů
- Připevnění ocelových plechů na vazníky na zemi
- Vztyčení a ukotvení sloupů a podepření k zamezení vybočení
- Osazení dvou krajních vazníků s přímou montáží vaznic a ztužidel
- Postupné osazování dalších vazníků a připojení vaznicemi ke stávajícímu rámu
- Montáž stěnových ztužidel a odstranění podepření sloupů
- Zhotovení střešního pláště
- Opláštění lehkým obvodovým pláštěm

9. ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem vypracovávala návrh a posouzení dřevěných přístaveb Mateřské školy Čmelák v obci Vlkov u Velké Bíteše. Práce je postavena na principu BIM modelování. Spolupracovala jsem tedy s kolegyní Marií Odehnalovou z ústavu Pozemního stavitelství, která zpracovávala architektonický a dispoziční návrh objektu a s kolegou Jakubem Ježkem z ústavu Betonových konstrukcí, který navrhoval železobetonové jádro objektu. Na základě výkresové a 3D dokumentace od slečny Odehnalové jsem vytvořila statický model ve výpočtovém programu a následně ručním výpočtem posoudila prvky dřevěné konstrukce na MSÚ a MSP od účinků vnitřních sil vygenerovaných tímto programem. Všechny prvky na oba mezní stavy vyhověly. Detaily vybraných spojů byly taktéž ověřeny ručním výpočtem. Podstatou spolupráce s panem Ježkem byl návrh kloubového připojení vazníků k železobetonovému věnci a přenosu vnitřních sil z dřevěné konstrukce do betonové. Veškeré posudky byly provedeny podle platných norem ČSN EN. Pro vytvoření 3D modelu a projektové dokumentace byl využit program Tekla Structures. Součástí bakalářské práce je také statický výpočet, výkresová dokumentace a IFC soubor s 3D modelem dřevěné konstrukce.

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. 2004. 76 s. Praha: Český normalizační institut, 2004.

ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení*. 2004. 44 s. Praha: Český normalizační institut, 2004.

ČSN EN 1991-1-3: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. 2004. 56 s. Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN EN 1991-1-4: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. 129 s. Praha: Český normalizační institut, 2007.

ČSN EN 1993-1-1: *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. 94 s. Praha: Český normalizační institut, 2011.

ČSN EN 1995-1-1: *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. 114 s. Praha: Český normalizační institut, 2006.

ČSN EN 338: *Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti*. 16 s. Praha: Český normalizační institut, 2016.

Scia Engineer: *Nelineární kombinace* [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: https://help.scia.net/17.0/cs/rb/loads/non_linear_combinations.htm

PEŠEK, Ondřej. ÚKDK. *Spoje ocel-dřevo se svorníky nebo kolíky*. Dostupné také z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO03_BO06/SPOJE%20OCEL-D%C5%98EVO.pdf

ŠIMŮNEK, Petr. *Zatížení teorie*. Dostupné také z: https://www.fce.vutbr.cz/bzk/simunek.p/prvky/01_cv1_zatizeni_teorie_tabulky.pdf

Rothoblaas [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.rothoblaas.com/catalogues-rothoblaas>

Trimble Connect [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://web.connect.trimble.com/projects/0-29SH5EiDc/data/folder/G1jEJyVbfLk>

Microsoft Teams: *VUT BIM Školka Čmelák*.

11. SEZNAM PŘÍLOH

B – STATICKÝ VÝPOČET

C – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

D.01 PŮDORYS KONSTRUKCE

D.02 ŘEZY KONSTRUKCÍ

D.03 POHLEDY

D.04 DETAILS I.

D.05 DETAILS II.

D.06 DETAILS III.

D – PLÁN REALIZACE BIM (BEP)

E – KONSTRUKČNÍ MODEL