



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 NOSNÁ KONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU V ROZTOKÁCH U JILEMNICE

WOODEN SUPPORTING STRUCTURE OF A FAMILY HOUSE IN ROZTOKY U JILEMNICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Mejvald

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVLA BUKOVSKÁ

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Mejvald
Název	Dřevěná nosná konstrukce rodinného domu v Roztokách u Jilemnice
Vedoucí práce	Ing. Pavla Bukovská
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Platné normy pro určení účinků zatížení a pro navrhování 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 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhněte dřevěnou nosnou konstrukci pro rodinný dům v obci Roztoky u Jilemnice. Při návrhu respektujte technické a architektonické požadavky související s účelem stavby. Rodinný dům bude mít půdorys tvaru obdélníku o rozměrech 7,5 m x 17 m a výška stavby bude vycházet z požadavku na jedno nadzemní podlaží a obytné podkroví. Provedte statické posouzení navržené nosné konstrukce, včetně posouzení vybraných spojů a navržených spojovacích prostředků.

Předepsané přílohy:

- Zadání
- Technická zpráva
- Statický výpočet
- Výkresová dokumentace v rozsahu podle pokynů vedoucí bakalářské práce

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavla Bukovská
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je návrh dřevěné nosné konstrukce pro rodinný dům v obci Roztoky u Jilemnice. Jedná se o rodinný dům s jedním nadzemním podlažím a obytným podkrovím. Navržená konstrukce má obdélníkový půdorys o rozměrech 7,5 m x 17 m s výškou 8 m. Jako konstrukční systém je zvolena soustava dřevěných ráků z lepeného lamelového dřeva. Objekt je zastřešen sedlovou střechou ve sklonu 40°. Nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěný krov z rostlého dřeva. Celá konstrukce je dále ztužena pomocí ocelových táhel. Konstrukce byla vymodelována v programu Dlubal RFEM 5.27.01, který také sloužil pro stanovení vnitřních sil na jednotlivých prvcích konstrukce. Posouzení prvků bylo provedeno ve výpočtovém programu RFEM a částečně ověřeno ručním výpočtem. Dále byly řešeny vybrané spoje v konstrukci jako například svorníkový víceřizný spoj.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, dřevěná konstrukce, lepené lamelové dřevo, rostlé dřevo, rám, svorník

ABSTRACT

This thesis is aimed at the design of wooden load-bearing structure for a detached house in the village of Roztoky u Jilemnice. It is a detached house with one storey and a living attic. The designed structure has a rectangular floor plan of 7,5 x 17 m with a height of 8 m. Glue laminated timber frames were chosen as a structural system. The building is covered by a gable roof with a 40° slope. The load bearing structure of the roof consists of wooden truss made of grown timber. The whole structure is further reinforced with steel bars. The structure was modelled in Dlubal RFEM 5.27.01, which was also used to determine the internal forces on the individual elements of the structure. The assessment of the elements was carried out in RFEM and partially verified by manual calculation. In addition, selected connections in the structure such as the bolted multi-slot connection were addressed.

KEYWORDS

single-family house, timber structure, glued laminated timber, solid timber, frame, bolt

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Martin Mejvald *Dřevěná nosná konstrukce rodinného domu v Roztokách u Jilemnice*. Brno, 2022. 34 s., 122 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavla Bukovská

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Dřevěná nosná konstrukce rodinného domu v Roztokách u Jilemnice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Martin Mejvald
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Dřevěná nosná konstrukce rodinného domu v Roztokách u Jilemnice* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Martin Mejvald
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Velice rád bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Bukovské za podporu, odborné rady a vstřícný přístup při konzultacích.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, přítelkyni a přátelům za podporu a pomoc během celého studia na vysoké škole.

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 KONSTRUKCE.....	- 11 -
2. PODKLADY, NORMY A PROGRAMY	- 11 -
2.1 POUŽITÉ NORMY	- 12 -
2.2 POUŽITÉ PROGRAMY	- 12 -
3. ZATÍŽENÍ A KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	- 12 -
3.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ	- 12 -
3.2 PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	- 12 -
3.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	- 13 -
4. KONSTRUKCE OBJEKTU.....	- 14 -
4.1 PRŮŘEZY	- 14 -
4.1.1 Sloupy	- 15 -
4.1.2 Příčle	- 16 -
4.1.3 Stropnice.....	- 17 -
4.1.4 Podélné dřevěné ztužidlo	- 18 -
4.1.5 Pozednice.....	- 19 -
4.1.6 Krokve.....	- 20 -
4.1.7 Vaznice.....	- 21 -
4.1.8 Kleštiny	- 22 -
4.1.9 Sloupky.....	- 23 -
4.1.10 Ocelová ztužidla	- 24 -
5. SKLADBY.....	- 25 -
5.1 OBVODOVÁ STĚNA	- 25 -
5.2 OBVODOVÁ STĚNA – OKNO	- 25 -
5.3 STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1.NP	- 25 -
5.4 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	- 25 -
6. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI.....	- 26 -
7. SPOJE	- 27 -
7.1 DETAIL 1 – PŘIPOJENÍ PŘÍČLE NA SLOUP	- 27 -
7.2 DETAIL 2 – PŘIPOJENÍ KROKVE NA VAZNICI.....	- 27 -
7.3 DETAIL 3 – PŘIPOJENÍ POZEDNICE NA SLOUP	- 28 -
7.4 DETAIL 4 – PŘIPOJENÍ STROPNICE NA PŘÍČEL	- 28 -
7.5 DETAIL 5 – PŘIPOJENÍ SLOUPU NA KOTEVNÍ PATKU	- 29 -
8. MONTÁŽ A DOPRAVA	- 29 -
9. POVRCHOVÁ ÚPRAVA MATERIÁLU	- 30 -
10. VÝKAZ MATERIÁLU.....	- 31 -
11. ZÁVĚR.....	- 31 -
12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	- 32 -
13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ	- 33 -
14. SEZNAM PŘÍLOH	- 34 -

ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je návrh dřevěné nosné konstrukce rodinného domu tak, aby vyhovovala dispozičnímu řešení a účelu stavby, a její posouzení na mezní stavy únosnosti a mezní stavy použitelnosti. Jedná se o rodinný dům ve tvaru obdélníku s jedním nadzemním podlažím a obytným podkrovím. Půdorysné rozměry jsou 7,5 m x 17 m. Objekt se nachází v obci Roztoky u Jilemnice, z hlediska klimatického zatížení spadá do III. větrové a VI. sněhové oblasti. Konstrukce objektu je tvořena soustavou rámu z lepeného lamelového dřeva. Objekt je zastřešen sedlovou střechou, která je nesena dřevěným krovem. Konstrukce je v podélném směru ztužena pomocí ocelových táhel.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

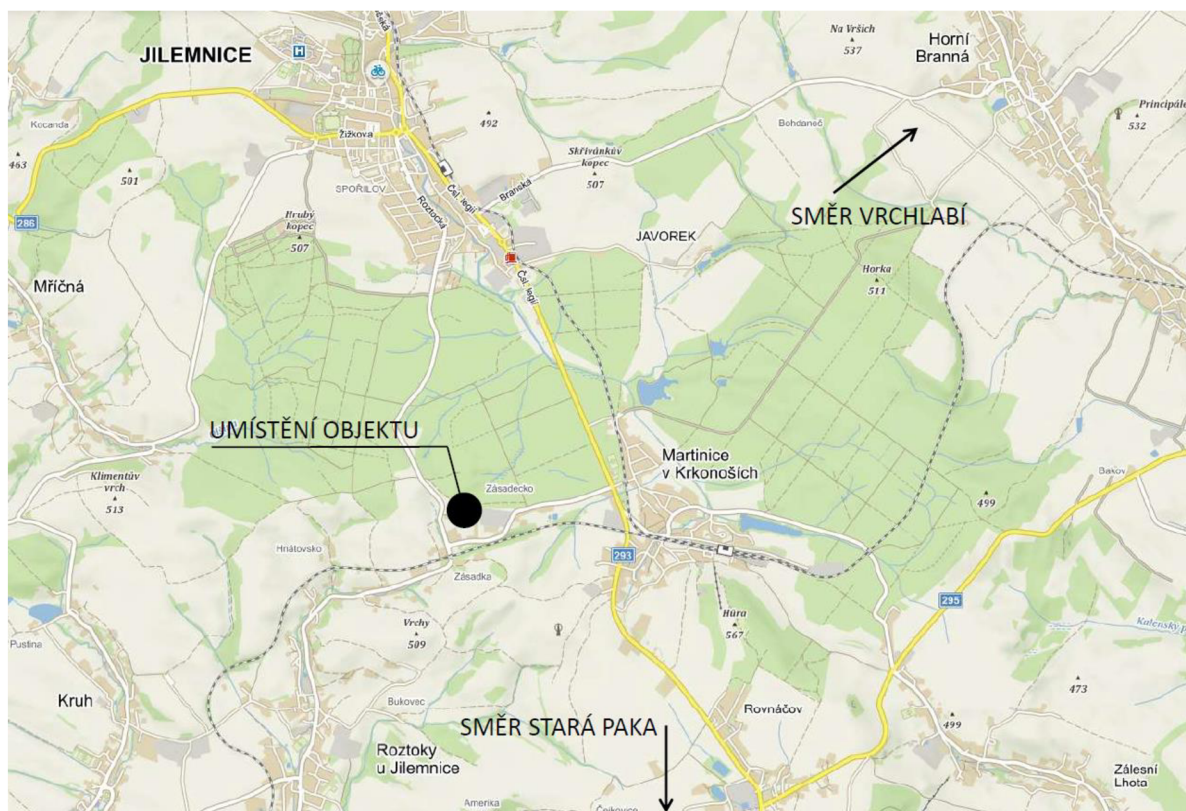
1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

1.1 Základní informace, popis stavby

Bakalářská práce se zabývá návrhem dřevěné nosné konstrukce rodinného domu. Objekt má půdorysný tvar obdélníku a jeho přibližné rozměry jsou 7,5 m x 17 m, výška objektu je cca 8 m. Jedná se o rodinný dům s jedním nadzemním podlažím a obytným podkrovím. Objekt je zastřešen sedlovou střechou ve sklonu 40°. V 1.NP se nachází dominantní vstupní hala se schodištěm, dále v se podlaží nachází obývací pokoj s kuchyní a jídelnou, pokoj pro hosty, koupelna, technická místnost a posilovna. Druhé nadzemní podlaží slouží zejména pro bydlení členů rodiny. Nachází se zde otevřená pracovna, ložnice, dětské pokoje a koupelna.

1.2 Umístění stavby

Stavba je umístěna na kraji obce Roztoky u Jilemnice. Tato obec se nachází v Libereckém kraji mezi městy Jilemnice, Vrchlabí a Stará Paka. Jedná se o oblast v blízkosti Krkonoš. Nadmořská výška místa stavby je cca 500 m n.m.



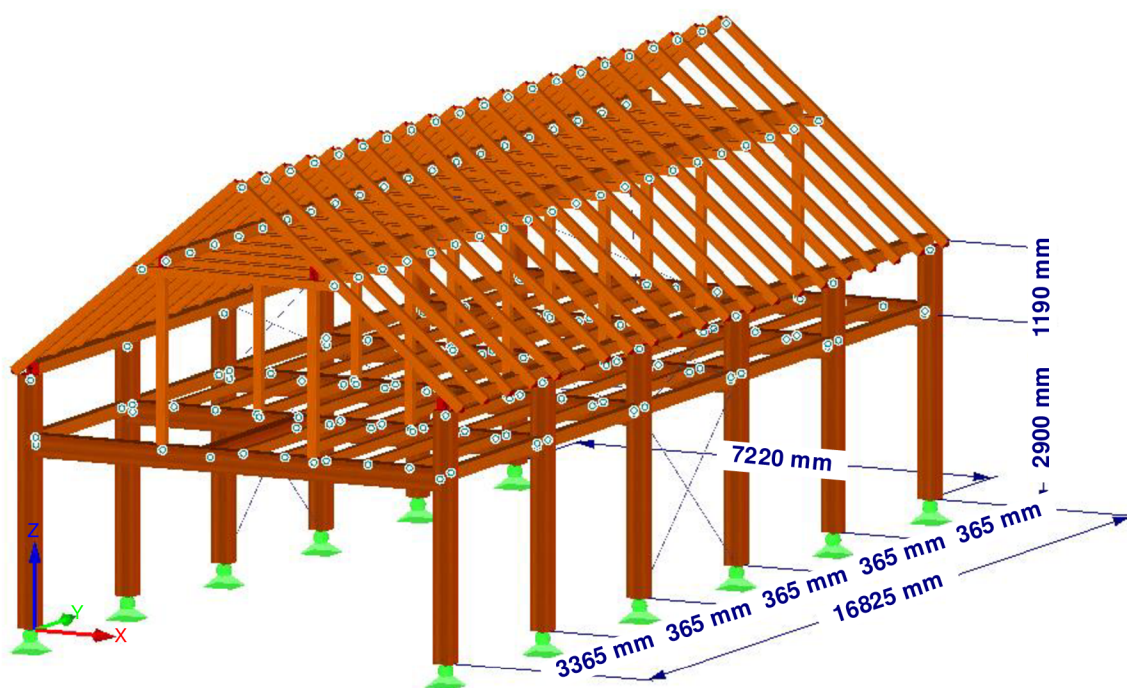
Obrázek 1 - Umístění stavby [19]

1.3 Materiál konstrukce

Na stavbu RD bude použito rostlé jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24 a lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL28h. Spojovací prvky a plechy budou z oceli třídy S235. [7]

1.4 Popis konstrukce

Nosnou konstrukcí je těžký dřevěný skelet, který je tvořen soustavou ráků z LLD, ráky jsou orientovány v příčném směru, vzdálenost jednotlivých ráků je 3365 mm. Rám se skládá ze svislých sloupů, které ve 3/4 jejich délky rozdělují vodorovná příčel. Kolmo na příčel jsou umístěny stropnice, které do příčel přenášejí zatížení ze stropní konstrukce. V úrovni stropu se dále mezi ráky nachází vodorovná dřevěná ztužidla. Na nosných rámech je umístěna konstrukce krovy. Jedná se o vaznicovou soustavu, která je složená z pozednice, krokve, vaznice, kleštin a sloupků. Pozednice je umístěna na sloupech ráků a je zároveň podpírána i skladbou stěny v podkroví. Na pozednici je kloubově uložena krokev, která je ve sklonu 40°, krokev je dále podepřena vaznicí. Vaznice je uložena na sloupky, které jsou podepřeny příčlemi. Pod vaznicemi se nachází kleštiny, jedná se o vysoko umístěné kleštiny, ze statického hlediska budou tedy tlačeny.



Obrázek 2 - Izometrie konstrukce z programu Dlubal RFEM

2. PODKLADY, NORMY A PROGRAMY

Pro model konstrukce, výpočet vnitřních sil a posouzení konstrukce na MSÚ a MSP byl použit výpočetní program Dlubal RFEM 5.27.01 (studentská verze). Pro výkresy a nákresy byl použit program CADKON+ 2022 (studentská verze). Pro posouzení spojů a jednoduché výpočty byl použit program Microsoft Excel. Všechny výpočty a posudky byly provedeny dle platných norem ČSN EN.

2.1 Použité 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 – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

2.2 Použité programy

- Dlubal RFEM 5.27.01
- CADKON+ 2022
- ARCHICAD 23
- MS Excel
- MS Word

3. ZATÍŽENÍ A KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Zatížení, které působí na konstrukci bylo uvažováno jako zatížení stálé a proměnné. Podrobný výpočet zatížení je uveden v příloze B – statický výpočet.

3.1 Stálé zatížení

Do stálého zatížení je zařazena vlastní tíha konstrukce, která byla vygenerována programem Dlubal RFEM a ostatní stálé zatížení, kam spadá zatížení od střešního pláště, zatížení od stropu, zatížení od obvodových stěn a zatížení od prosklených stěn.

ZS1 – Vlastní tíha

ZS2 – Ostatní stálé zatížení:	Střešní plášť:	0,73 kN/m ²
	Stropní konstrukce:	1,02 kN/m ²
	Obvodová stěna:	1,76 kN/m ²
	Prosklená obvodová stěna:	0,30 kN/m ²

3.2 Proměnné zatížení

Objekt se nachází v oblasti podkrkonoší, a to přesně v obci Roztoky u Jilemnice (Liberecký kraj). Obec Roztoky u Jilemnice leží v VI. sněhové oblasti a III. větrné oblasti, kategorie terénu III. Objekt byl zařazen do kategorie A – Obytné plochy a plochy pro domácí činnost. Střecha byla zařazena do kategorie H – Střechy nepřístupné a je zde uvažované zatížení $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$.

SNÍH

Zatížení sněhem na střeše: $s_{(40^\circ)} = 1,59 \text{ kN/m}^2$

ZS3 – Sníh plný (nenavátý)

ZS4 – Sníh navátý

VÍTR

Maximální dynamický tlak: $q_{p(z)} = 0,729 \text{ kN/m}^2$

- ZS5 – Vítr na střeche příčný S+
- ZS6 – Vítr na střeche příčný S-
- ZS7 – Vítr na střeche příčný S-+
- ZS8 – Vítr na střeche příčný S+-
- ZS9 – Vítr na střeche příčný J+
- ZS10 – Vítr na střeche příčný J-
- ZS11 – Vítr na střeche příčný J-+
- ZS12 – Vítr na střeche příčný J+-
- ZS13 – Vítr na střeche podélný V-
- ZS14 – Vítr na střeche podélný Z-
- ZS15 – Vítr na stěnu příčný S+
- ZS16 – Vítr na stěnu příčný J+
- ZS17 – Vítr na stěnu podélný V+
- ZS18 – Vítr na stěnu podélný Z+

UŽITNÉ

Zatížení uvažované na stropní konstrukci: $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Zatížení uvažované na střeche: $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

- ZS19 – Užitné

3.3 Kombinace zatížení

Kombinace zatěžovacích stavů na mezní stav únosnosti (MSÚ) a mezní stav použitelnosti (MSP) byly vygenerovány výpočetním programem Dlubal RFEM.

MSÚ (STR/GEO) – výpočet podle kombinačních rovnic 6.10a) a 6.10b)

$$6.10a) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Obrázek 3 - Rovnice 6.10a) [1]

$$6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Obrázek 4 - Rovnice 6.10b) [1]

MSP – charakteristická – výpočet podle rovnice 6.14

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

Obrázek 5 - Rovnice 6.14 [1]

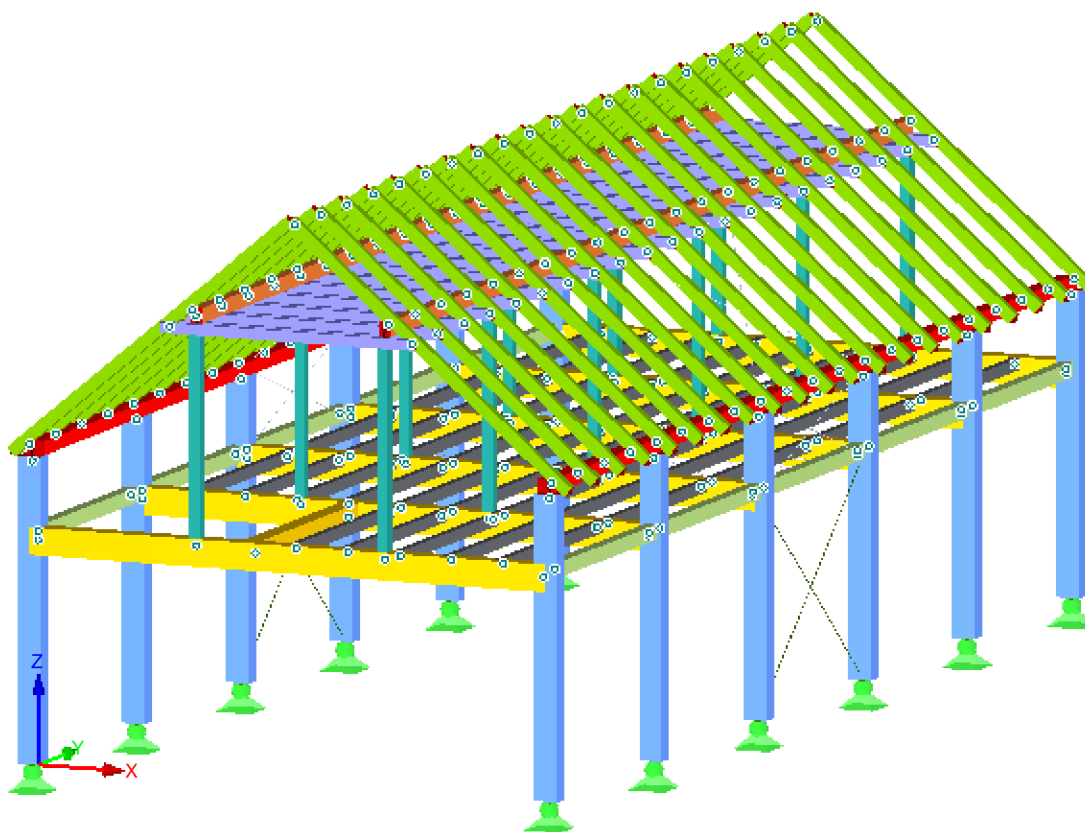
Jednotlivé zatěžovací stavy a jejich kombinace byly následně posouzeny v přídatném programu RF-TIMBER Pro.

4. KONSTRUKCE OBJEKTU

4.1 Průřezy

PRVEK KCE	ROZMĚRY PRVKU b/h[mm]	MATERIÁL	BARVA V MODELU
SLOUP	240/320	LLD – GL28h	Světle modrá
PŘÍČEL	240/360	LLD – GL28h	Žlutá
STROPNICE	100/160	Rostlé d. C24	Šedá
PODÉLNĚ DŘEVĚNÉ ZTUŽIDLO	160/200	Rostlé d. C24	Brčálově zelená
POZEDNICE	220/180	Rostlé d. C24	Tmavě červená
KROKEV	100/160	Rostlé d. C24	Světle zelená
VAŽNICE	160/200	Rostlé d. C24	Světle červená
KLEŠTINY	2x80/140	Rostlé d. C24	Fialová
SLOUPKY	140/140	Rostlé d. C24	Tyrkysová
ZTUŽIDLO VE STĚNĚ	∅ 12	Ocel S235	Tmavě zelená
ZTUŽIDLO VE STŘEŠE A STROPĚ	∅ 8	Ocel S235	Světla šedá

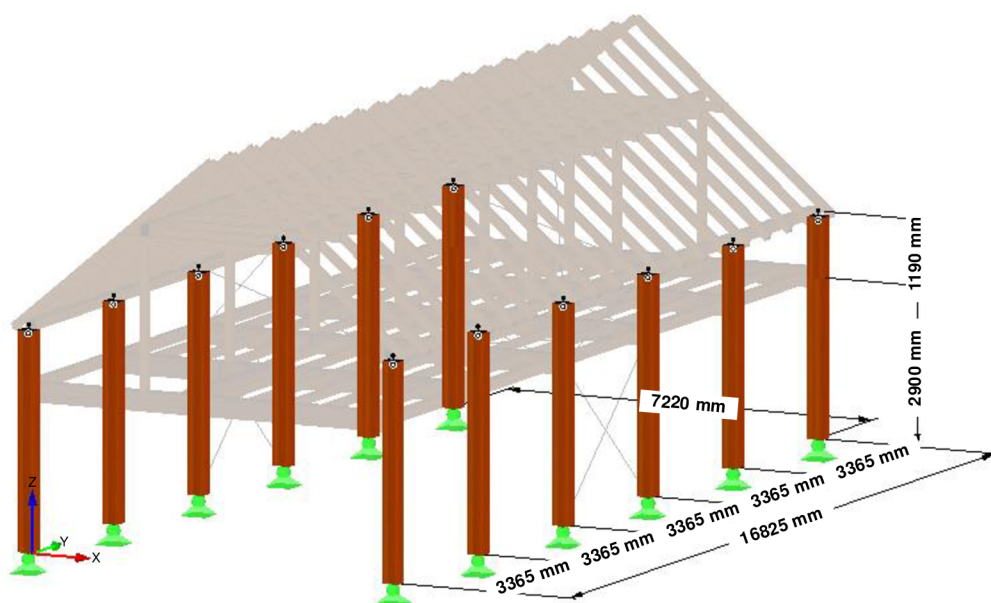
Tabulka 1 - Přehled průřezů



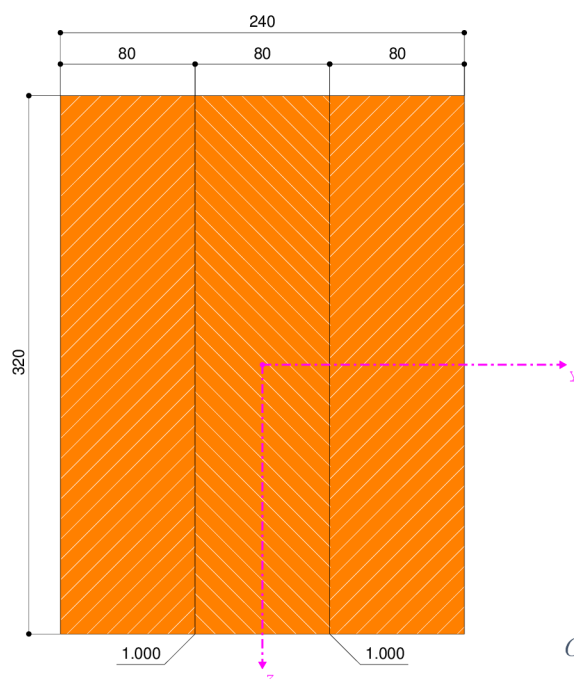
Obrázek 6 - Model konstrukce podle průřezů

4.1.1 Sloupy

Sloupy jsou z LLD pevnostní třídy GL28h a jsou součástí hlavních nosných rámu konstrukce. Sloupy jsou tvořeny ze 3 BSH hranolů šířky 80 mm a výšky 320 mm. BSH lepené hranoly jsou vyráběny lepením dřevěných lamel šířky 80 mm a výšky 40 mm, hoblují se ze 4 stran. Tyto hranoly jsou vzájemně spojeny vodovzdorným lepidlem a vytváří tak průřez o rozměru 240 x 320 mm. Díky kvalitnímu melaninovému lepidlu je uvažován součinitel poddajnosti jako hodnota 1,0. Sloup je celkové výšky 4000 mm a ve 3/4 jeho výšky je rozdělený příčlím. Osová vzdálenost sloupů v rámu je 7220 mm a rámy jsou od sebe vzdáleny 3365 mm. Sloupy jsou v patě uloženy do ocelové sloupové patky (viz výkresová část), která je do základů ukotvena pomocí chemických kotev. Na sloupy je uložena pozednice.



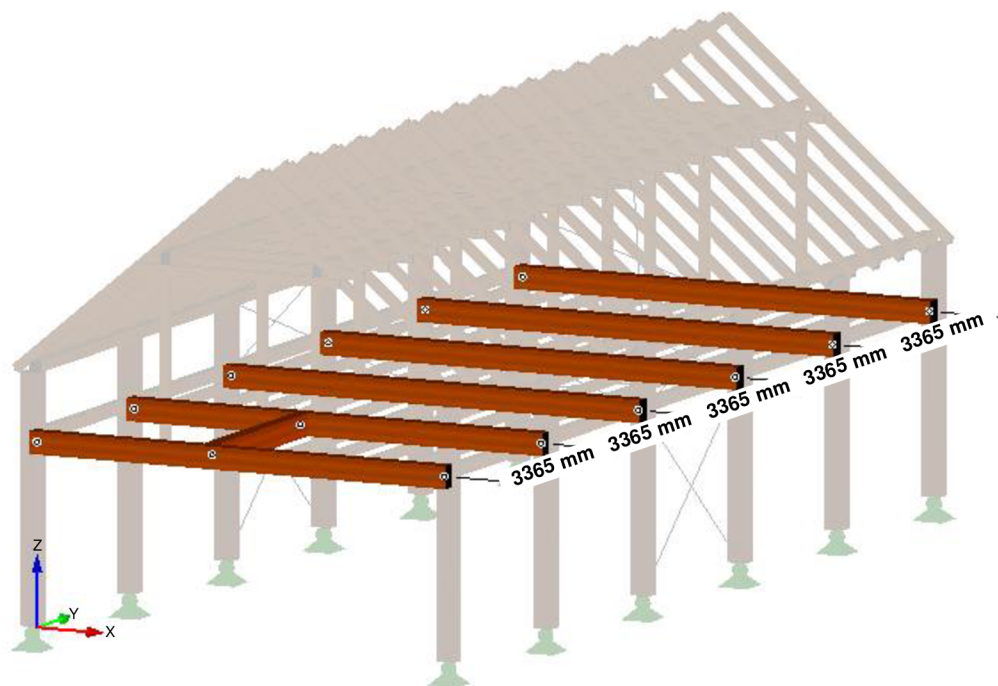
Obrázek 7 - Sloupy 240x320 mm



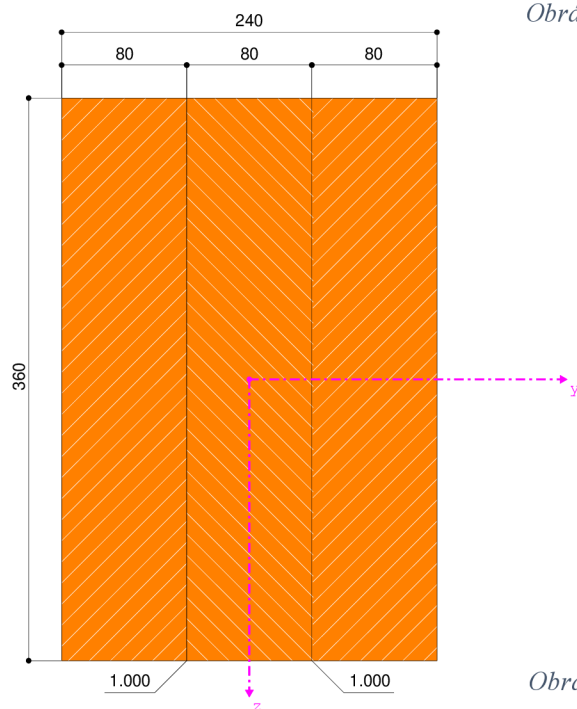
Obrázek 8 - Průřez sloupu 240x320 mm

4.1.2 Příčle

Příčle společně se sloupy tvoří nosný rám v příčném směru. Příčle jsou z LLD pevnostní třídy GL28h. Průřez příčle je tvořen ze 3 BSH hranolů šířky 80 mm a výšky 360 mm. BSH lepené hranoly jsou vyráběny lepením dřevěných lamel šířky 80 mm a výšky 40 mm, hoblují se ze 4 stran. Tyto hranoly jsou vzájemně slepeny vodovzdorným lepidlem a vytváří tak průřez o rozměru 240 x 360 mm. Díky kvalitnímu melaninovému lepidlu je uvažován součinitel poddajnosti jako hodnota 1,0. Jednotlivé příčle jsou na sloupy napojeny ve 3/4 výšky sloupů. Spoj je řešen pomocí vložených tenkých ocelových plechů, které jsou s dřevěnými prvky spojeny pomocí svorníků.



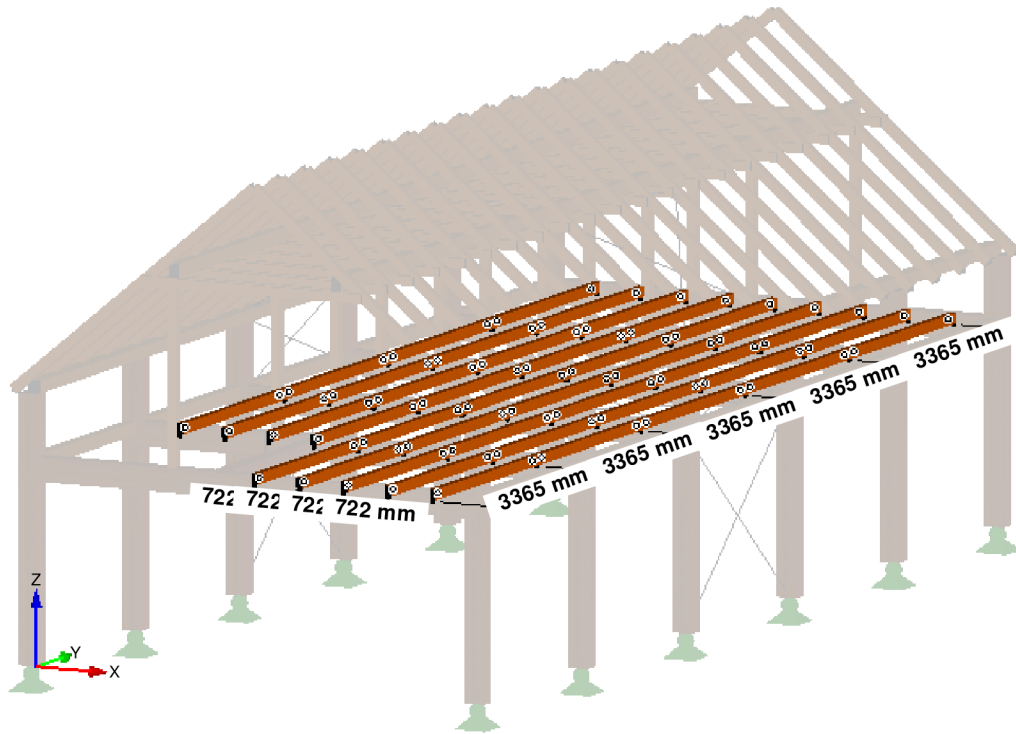
Obrázek 9 - Příčle 240x360 mm



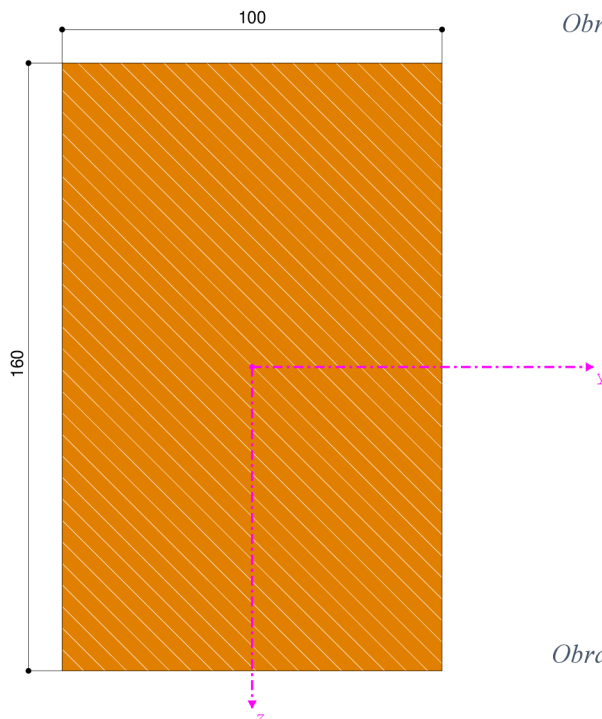
Obrázek 10 - Průřez příčle 240x360 mm

4.1.3 Stropnice

Úkolem stropnic je přenášet zatížení z 2.NP do nosných rámců konstrukce. Stropnice jsou navrženy z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Jsou obdélníkového rozměru 100 x 160 mm. Stropnice jsou od sebe osově vzdáleny 722 mm. Jejich statickým schématem je prostý nosník kloubově připojený mezi příčle. Jsou uloženy tak, aby jejich horní hrana lícovala s hranou příčle a vytvořil se tak vodorovný povrch pro ukládání podlahy ve 2.NP. Stropnice budou připojeny pomocí skryté trámové botky, hřebíků a kolíků.



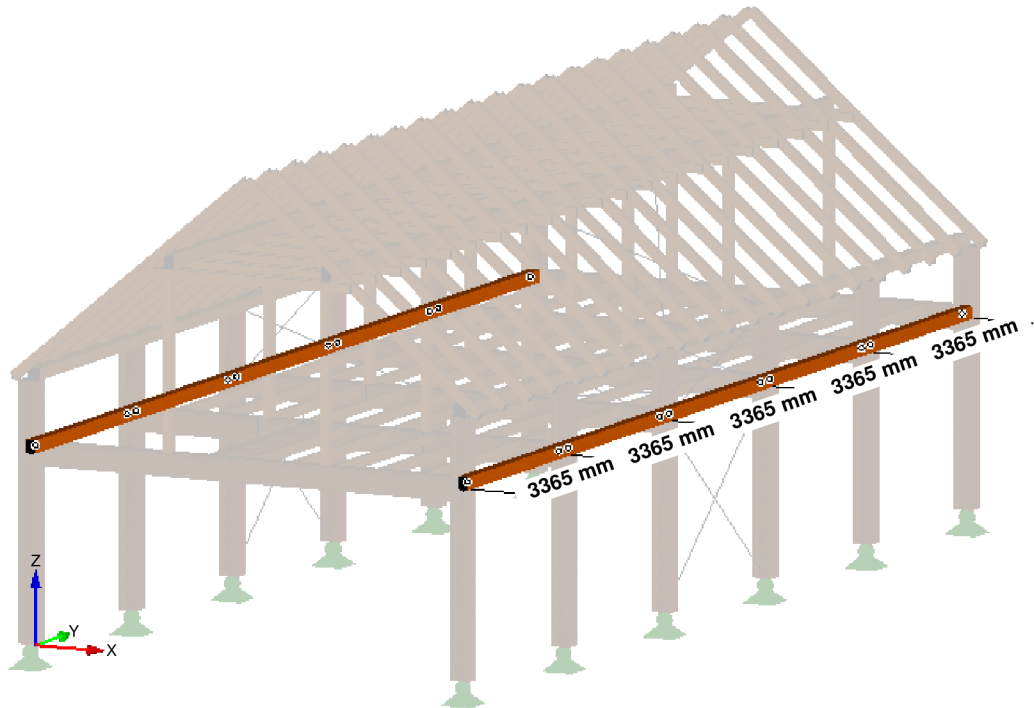
Obrázek 11 - Stropnice 100x160 mm



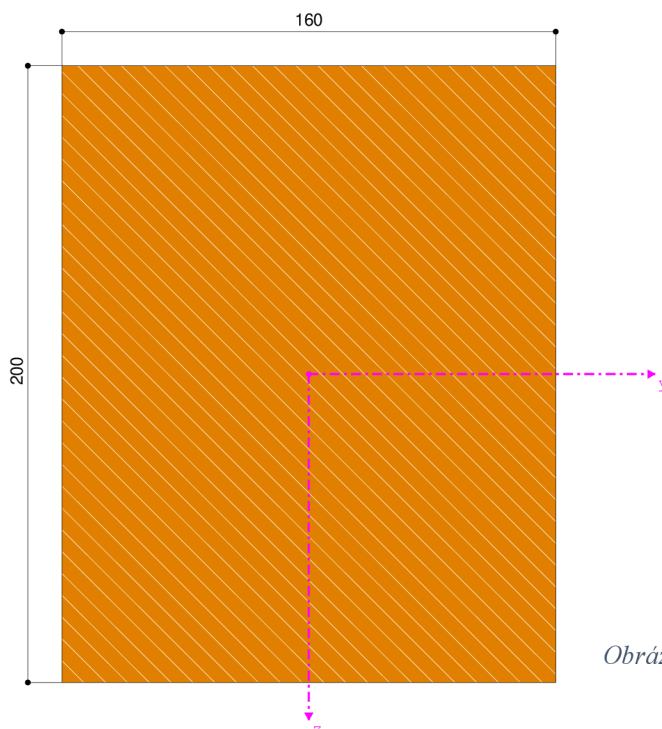
Obrázek 12 - Průřez stropnice 100x160

4.1.4 Podélné dřevěné ztužidlo

Ztužidla jsou z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Průřez těchto prvků je 160 x 200 mm. Jejich úkolem je ztužení konstrukce v podélném směru, budou také sloužit k uchycení skladby stěny. Jsou navrženy jako prostý nosník kloubově připojený mezi nosné rámy, jejich horní hrana musí lícovat s horní hranou příčlí a stropnic.



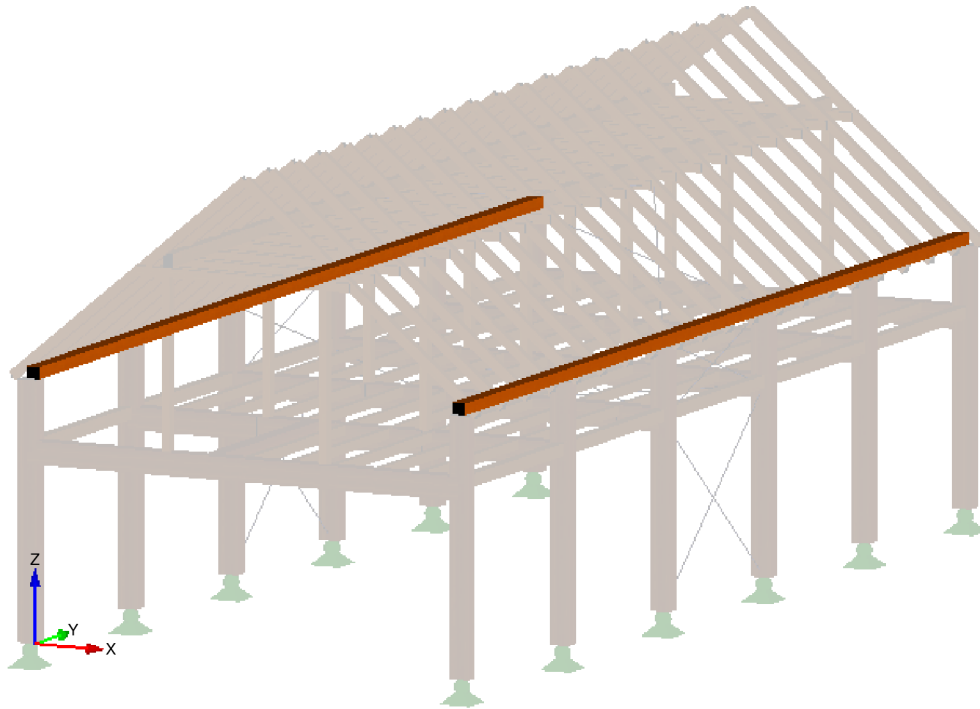
Obrázek 13 - Podélné dřevěné ztužidlo 160x200 mm



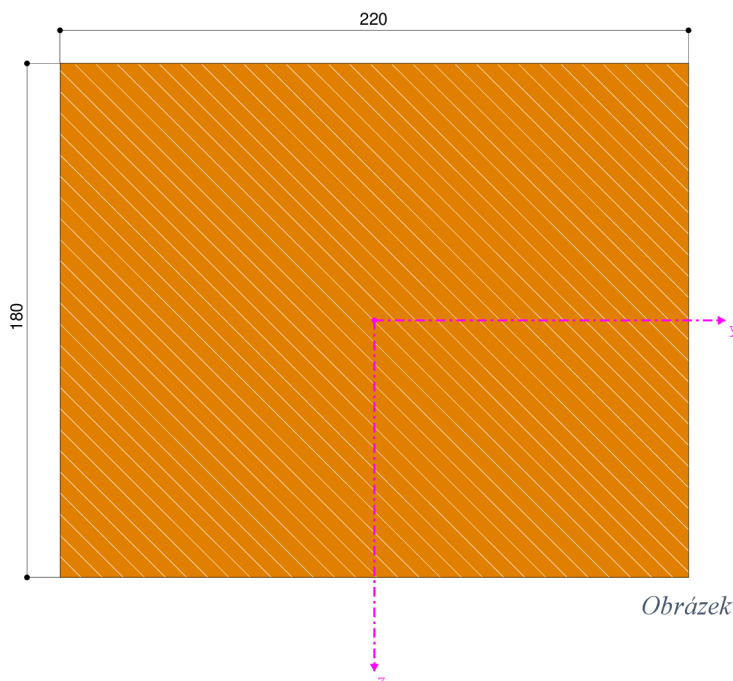
Obrázek 14 - Průřez ztužidla 160x200 mm

4.1.5 Pozednice

Pozednice uložená na sloupech je navržena z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Jedná se o obdélníkový průřez o rozměrech 220 x 180 mm. Pozednice je vodorovný nosný prvek, na který je osedlána krokev. Pozednice přenáší síly z konstrukce krovy do sloupů. Ke sloupům je připevněna pomocí ocelových úhelníků a hřebíků.



Obrázek 15 - Pozednice 220x180 mm



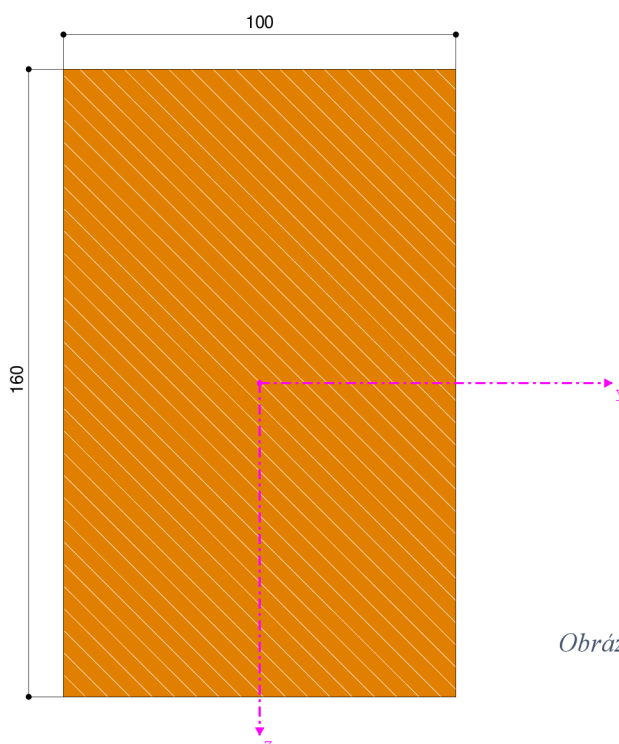
Obrázek 16 - Průřez pozednice 220x180 mm

4.1.6 Krokve

Krokve jsou šikmé nosné prvky krovu ve sklonu 40° , jsou navrženy z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Průřez krokve je 100×160 mm, osová vzdálenost krokví je 841 mm, tato vzdálenost je z důvodu přesného uložení plné vazby krovu nad nosný rám. Krokve jsou na vaznice i pozednice osedlány a upevněny pomocí ocelových úhelníků s hřebíky. Ve vrcholu jsou krovy spojeny pomocí ostříhu.



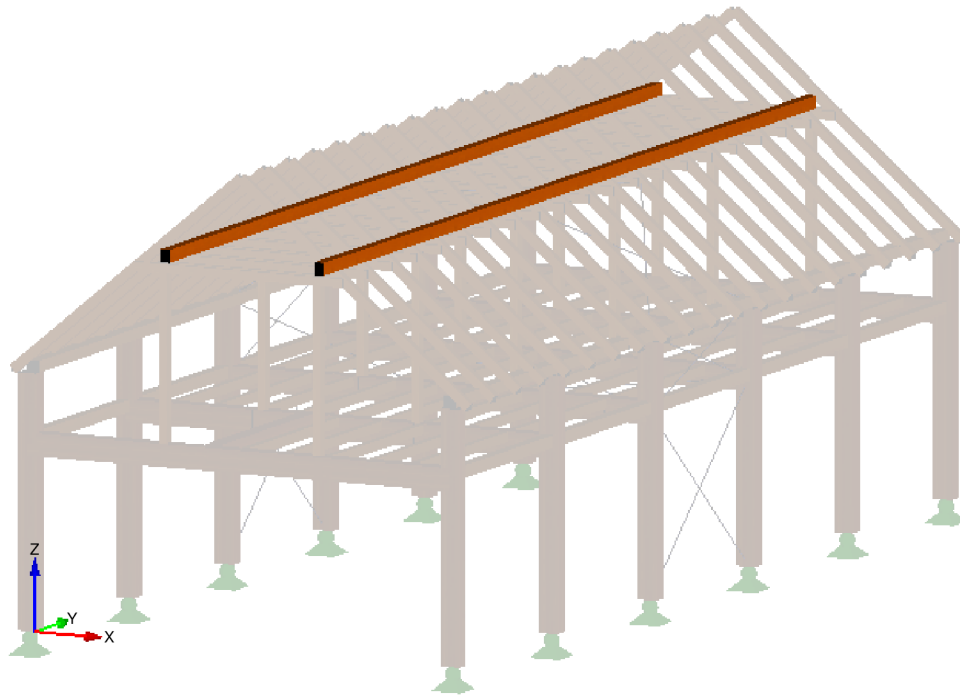
Obrázek 17 - Krokve 100x160 mm



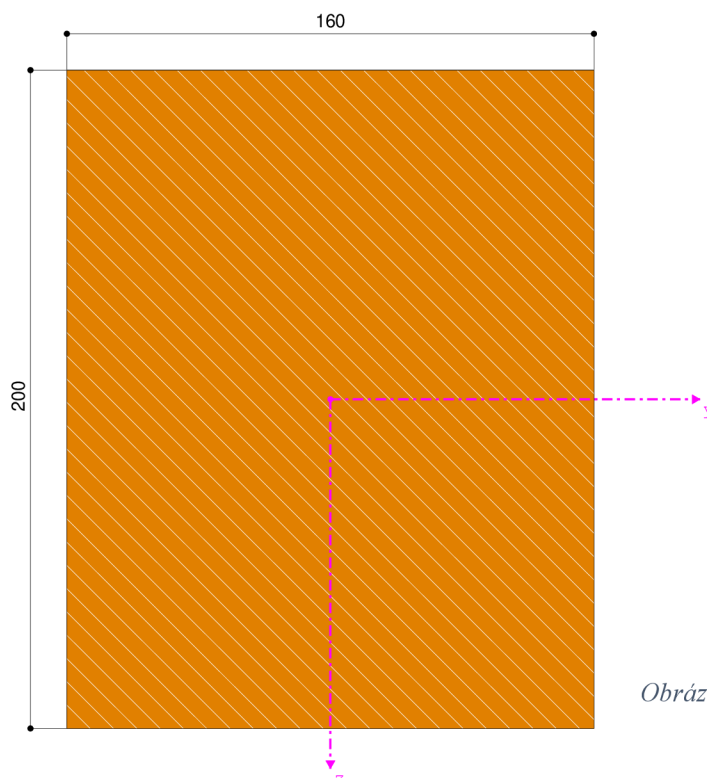
Obrázek 18 - Průřez krokve 100x160 mm

4.1.7 Vaznice

Vaznice přenáší zatížení z krokví do sloupků. V tomto objektu se jedná o středovou vaznici, která má za úkol podpírat krokve. Jedná se o prvek z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24, je obdélníkového průřezu o rozměrech 160 x 200 mm. Vaznice jsou podepřeny sloupky tak, aby nedocházelo k velkému průhybu prvku.



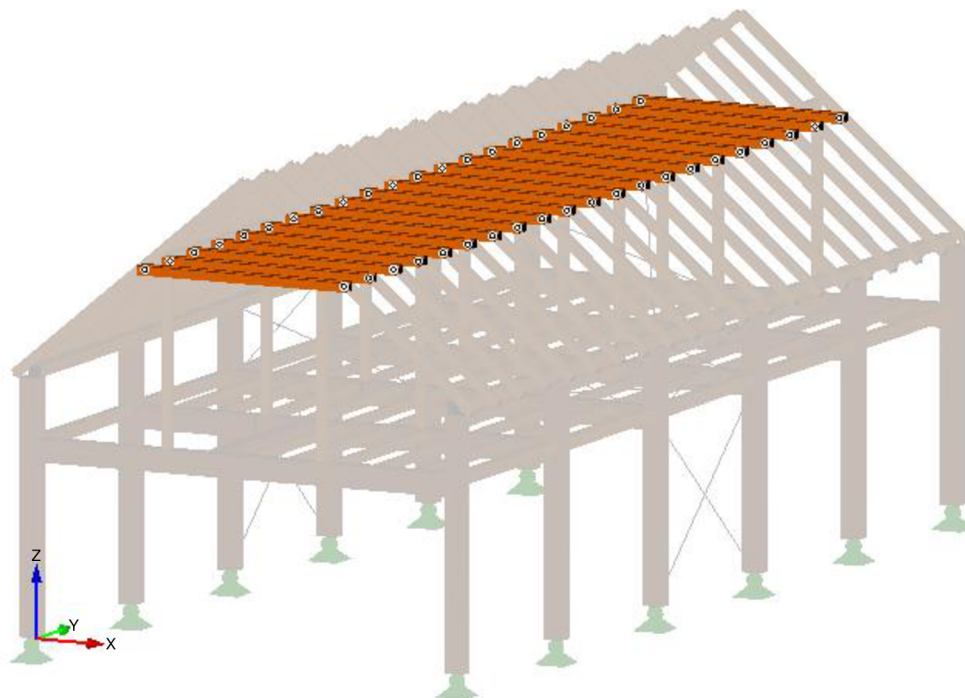
Obrázek 19 - Vaznice 160x200 mm



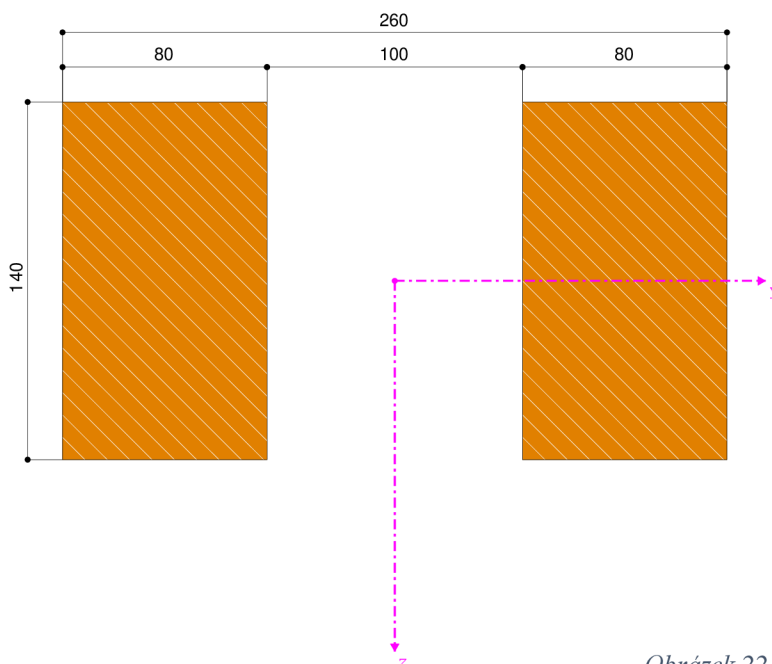
Obrázek 20 - Průřez vaznice 160x200 mm

4.1.8 Kleštiny

Jedná se o prvek krovu, který zajišťuje tuhost v příčném směru. Kleštiny jsou z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Jedná se o dvouprvkový průřez o rozměrech 2 x 80 x 140 mm. Kleštiny jsou umístěny pod vaznicí a jsou ke krokvim připojeny kloubově. Jedná se o vysoko umístěné kleštiny, z tohoto důvodu se bude jednat převážně o tlačný prvek.



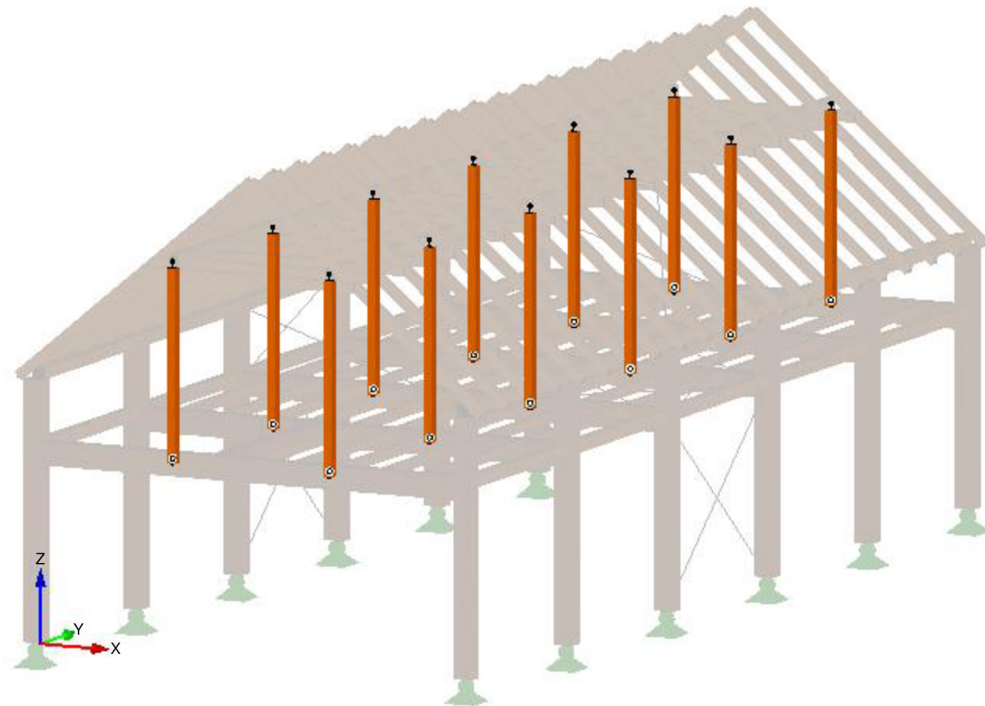
Obrázek 21 - Kleštiny 2x80x140 mm



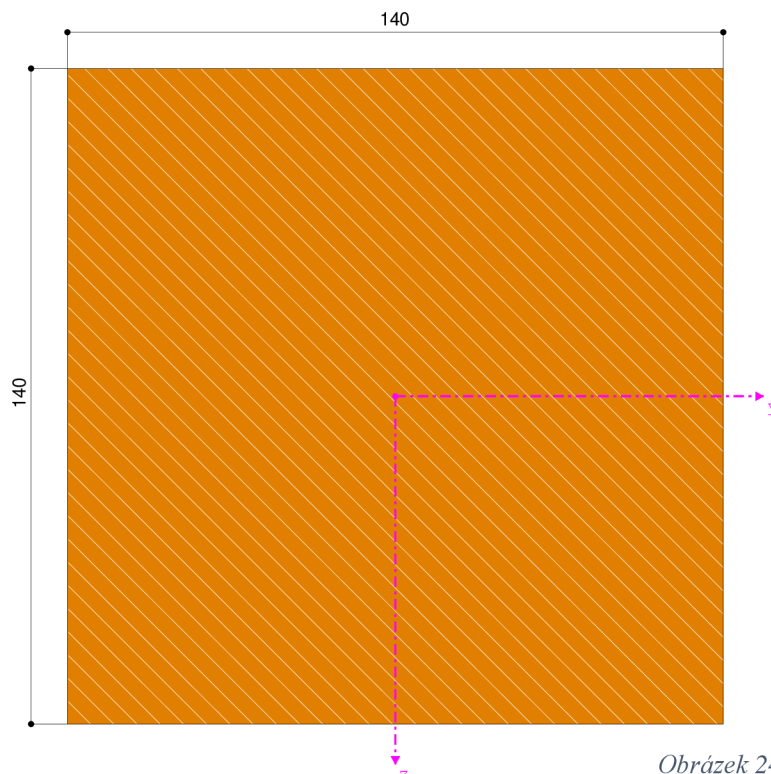
Obrázek 22 - Průřez kleštin 2x80x140

4.1.9 Sloupky

Sloupky jsou navrženy z rostlého jehličnatého dřeva pevnostní třídy C24. Jsou čtvercového průřezu o rozměrech 140x140 mm. Jejich hlavním úkolem je podepření vaznice a možnost provedení spojení vaznice nad sloupkem. Sloupky jsou uloženy na příčel v úrovni stropu 1.NP, nacházejí se tedy v plných vazbách krovu.



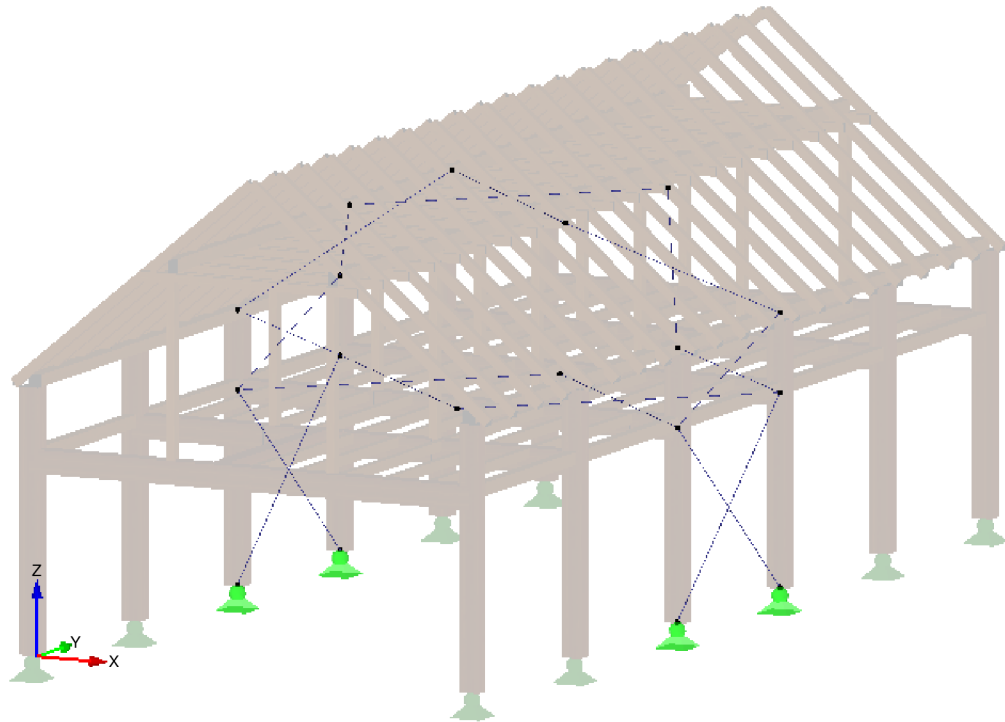
Obrázek 23 - Sloupky krovu 140x140 mm



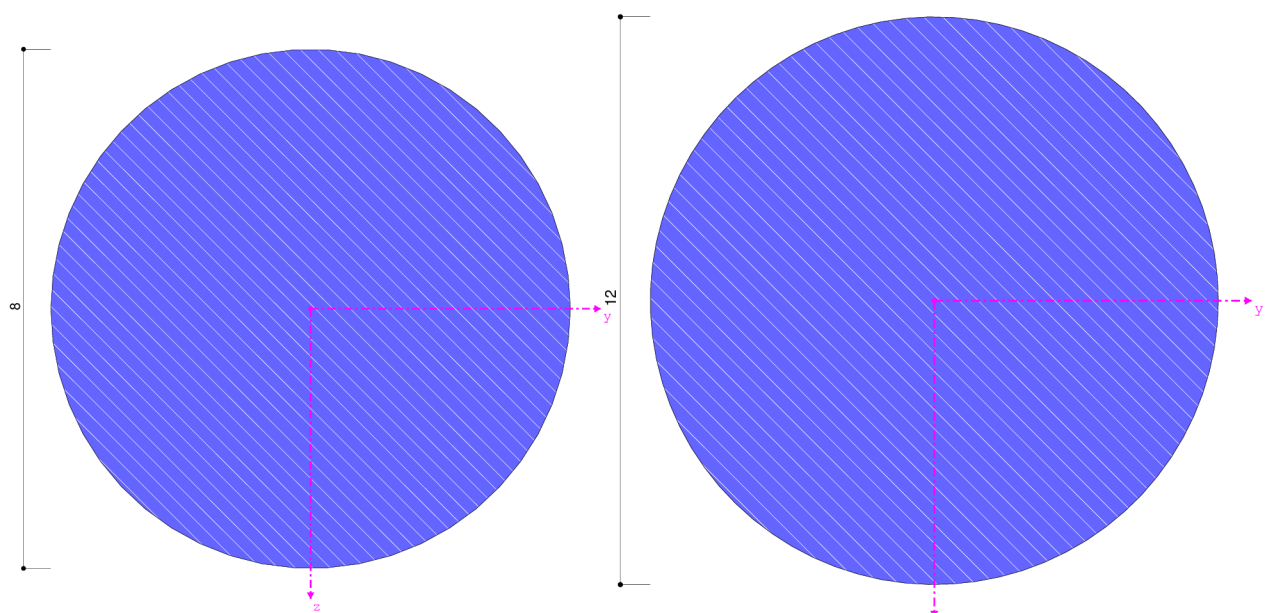
Obrázek 24 - Průřez sloupku 140x140 mm

4.1.10 Ocelová ztužidla

Jedná se o zavětrovací táhla z oceli S235, tyčová ocel. Ztužidla ve stěnách jsou průměru 12 mm, ve střeše a stropu je použito menší ztužidlo s průměrem 8 mm. Táhla jsou umístěna v prostředním poli z důvodu řešení dispozice objektu. Ztužidla mají za úkol ztužit celou konstrukci v podélném směru, zejména proti zatížení větru, zatížení je přenášeno do sloupů a z nich do základové konstrukce. Ztužidla byla uvažována jako tažené pruty, při působení tlaku prut vybočí a nepřenáší žádné zatížení.



Obrázek 25 - Ztužidla $\varnothing 12$; $\varnothing 8$



Obrázek 27 - Průřez ztužidla $\varnothing 8$

Obrázek 26 - Průřez ztužidla $\varnothing 12$

5. SKLADBY

5.1 Obvodová stěna

Stěna bude vždy umístěna mezi jednotlivými rámy, nosnou částí skladby stěny budou dřevěné sloupky, které budou kotveny do podlahových prahů a v horní části do podélného dřevěného ztužidla. Rošt ze svislých a vodorovných dřevěných profilů bude vyplněn tepelnou izolací z minerální vlny. Ze strany interiéru bude rošt obedněný OSB deskami, na které bude umístěna parotěsná fólie. Na fólii bude vytvořen dřevěný rošt, který bude sloužit jako nosná vrstva interiérového dřevěného obkladu z palubek. Ze strany exteriéru bude vytvořen rošt pro další vrstvu tepelné izolace z minerální vlny, následovat bude větraná vzduchová mezera, a nakonec pohledový dřevěný rošt z palubek. [11][14]

5.2 Obvodová stěna – okno

Prosklená stěna bude řešena pomocí dřevěného rámu a izolačního dvojskla, tato stěna bude dominantou celého objektu a bude proslušovat obývací pokoj s jídelnou a kuchyní.

5.3 Stropní konstrukce nad 1.NP

Strop bude tvořen systémem příčlí a stropnic, na kterých bude ležet skladba lehké suché podlahy. První vrstvou nad stropnicemi bude dřevěný záklop v pohledové kvalitě (na přání investora). Dále bude následovat skladba podlahy od firmy Fermacell v pořadí: voštinový systém vyplněný vyrovnávacím podsypem, sádrovláknitá deska Fermacell, sádrovláknitá deska Fermacell s podlahovým vytápěním, záklopný prvek Fermacell, dřevěná podlaha. [13][14]

5.4 Střešní plášť

Na přání investora byl na objektu zvolený nadkroevní systém zateplení. Krokve jsou pobité pohledovým dřevěným bedněním, na které je uložena parotěsná fólie. Následuje tepelná izolace z čedičové vlny. Na tepelnou izolaci je nalepena pojistná hydroizolační fólie, kontralatě a dřevěné bednění. Jako krytina je zde navrhnut plechový falcovaný šindel PREFA. [11][12][14]

**6. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI
MSÚ**

- všechny prvky vyhověly na MSÚ
- posudek byl proveden výpočetním programem Dlubal RFEM a částečně ručně ověřen (viz statický výpočet)

PRVEK KCE	ROZMĚRY PRVKU b/h[mm]	MATERIÁL	ZS/ KOMBINACE	MAX. JEDNOTKOVÝ POSUDEK
SLOUP	240/320	LLD – GL28h	KZ115	0,90
PŘÍČEL	240/360	LLD – GL28h	KZ208	0,69
STROPNICE	100/160	Rostlé d. C24	KZ240	0,51
PODÉLNĚ DŘEVĚNÉ ZTUŽIDLO	160/200	Rostlé d. C24	KZ213	0,38
POZEDNICE	320/180	Rostlé d. C24	KZ115	0,87
KROKEV	100/160	Rostlé d. C24	KZ58	0,90
VAZNICE	160/200	Rostlé d. C24	KZ115	0,67
KLEŠTINY	2x80/140	Rostlé d. C24	KZ212	0,77
SLOUPKY	140/140	Rostlé d. C24	KZ100	0,43
ZTUŽIDLO VE STĚNĚ	∅ 12	Ocel S235	KZ213	0,69
ZTUŽIDLO VE STŘEŠE A STROPĚ	∅ 8	Ocel S235	KZ214	0,38

Tabulka 2 - Maximální jednotkový posudek MSÚ

MSP

- všechny prvky vyhověly na MSP, byl sledován průhyb uprostřed rozpětí
- posudek byl proveden výpočetním programem Dlubal RFEM

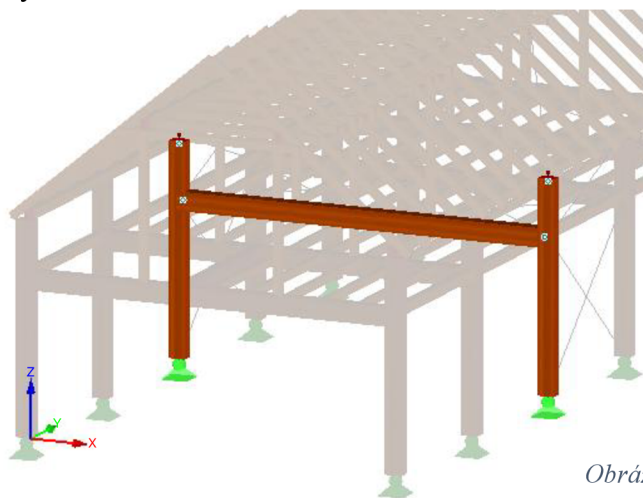
PRVEK KCE	ROZMĚRY PRVKU b/h[mm]	MATERIÁL	ZS/ KOMBINACE	MAX. JEDNOTKOVÝ POSUDEK
SLOUP	240/320	LLD – GL28h	KZ178	0,17
PŘÍČEL	240/360	LLD – GL28h	KZ178	0,10
STROPNICE	100/160	Rostlé d. C24	KZ198	0,80
PODÉLNĚ DŘEVĚNÉ ZTUŽIDLO	160/200	Rostlé d. C24	KZ198	0,43
POZEDNICE	320/180	Rostlé d. C24	KZ183	0,11
KROKEV	100/160	Rostlé d. C24	KZ192	0,65
VAZNICE	160/200	Rostlé d. C24	KZ171	0,17
KLEŠTINY	2x80/140	Rostlé d. C24	ZS15	0,74
SLOUPKY	140/140	Rostlé d. C24	KZ182	0,37

Tabulka 3 - Maximální jednotkový posudek MSP

7. SPOJE

7.1 DETAIL 1 – Připojení příčle na sloup

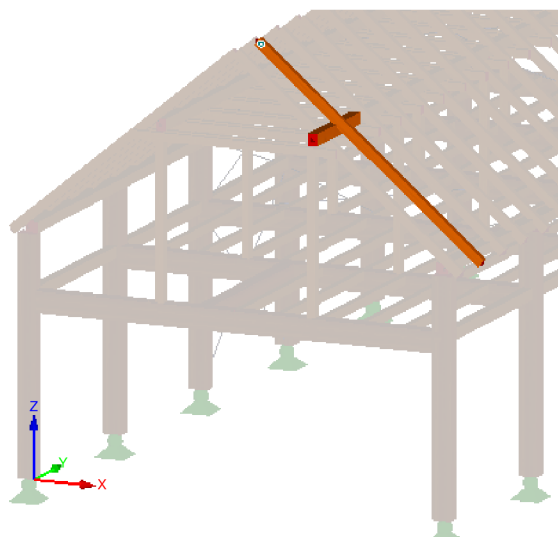
Posouzení připojení příčle na sloup v rámové konstrukci. Na sloup o průřezu 240 x 320 mm je připojena příčle o průřezu 240 x 360 mm. Spoj bude řešen jako víceštížný spoj složený z prvků: dřevo-plech-dřevo-plech-dřevo. Dle normy ČSN EN 1995-1-1 je nutné víceštížné spoje rozdělit na maximálně dvouštížné spoje a poté do posudku použít nejmenší únosnost jednoho svorníku ve spoji. Jedná se o spoj s vnitřními tenkými ocelovými plechy z oceli třídy S235, tloušťky 5 mm. Plech je vložený do vybroušené drážky ve dřevěném průřezu. Přes celý průřez jsou prošroubovány ocelové svorníky se samoutahovací maticí pevnostní třídy 8.8.



Obrázek 28 - DETAIL 1

7.2 DETAIL 2 – Připojení krokve na vaznici

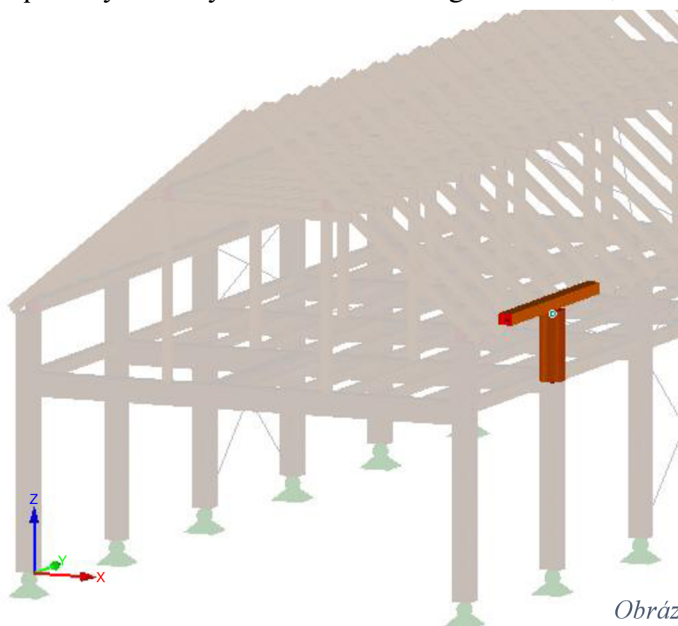
Posouzení spoje krokve o průřezu 100 x 160 mm připojené k vaznici o průřezu 160 x 200 mm. Krokev bude připojena osedláním (tesařský spoj) a pomocí úhelníků. Tlak šikmo k vláknům bude přenesen kontaktem dřevěných prvků. Tahové síly v krokvi budou přeneseny pomocí dvou naproti sobě uložených úhelníků SIMPSON Strong-Tie ABR98 o rozměrech 98 x 98 x 88 mm, úhelníky budou plně prohřebíkovány. Na spojení dřevěných prvků a úhelníků budou použity hřebíky SIMPSON Strong-Tie CNA4,0x60-typ 1.



Obrázek 29 - DETAIL 2

7.3 DETAIL 3 – Připojení pozednice na sloup

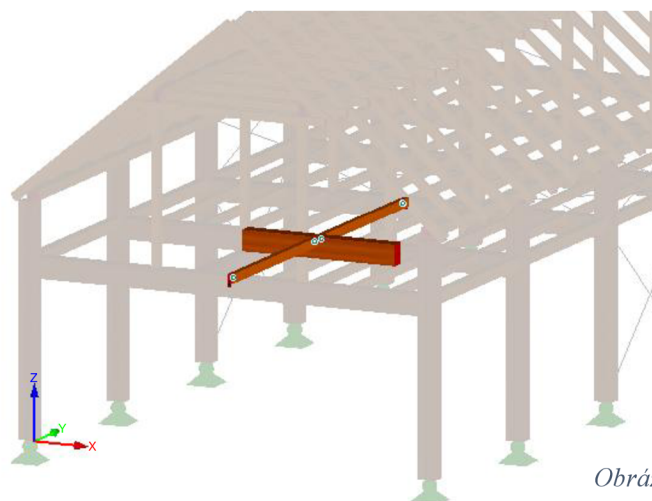
Posouzení a návrh přípoje uložení pozednice na sloup. Sloup je z LLD pevnostní třídy GL28h a je průřezu 240 x 320 mm. Na sloup je nesymetricky uložena pozednice z rostlého dřeva třídy C24 o průřezu 220 x 180 mm. Tlaková síla bude přenesena kontaktem dřevěných prvků, tedy tlakem kolmo k vláknům. Zbylé síly působící v pozednici budou přeneseny pomocí dvou naproti sobě uložených úhelníků SIMPSON Strong-Tie ABR90 o rozměrech 90 x 90 x 65 mm, úhelníky budou plně prohřebíkovány. Na spojení dřevěných prvků a úhelníků budou použity hřebíky SIMPSON Strong-Tie CNA4,0x60-typ 1.



Obrázek 30 - DETAIL 3

7.4 DETAIL 4 – Připojení stropnice na příčel

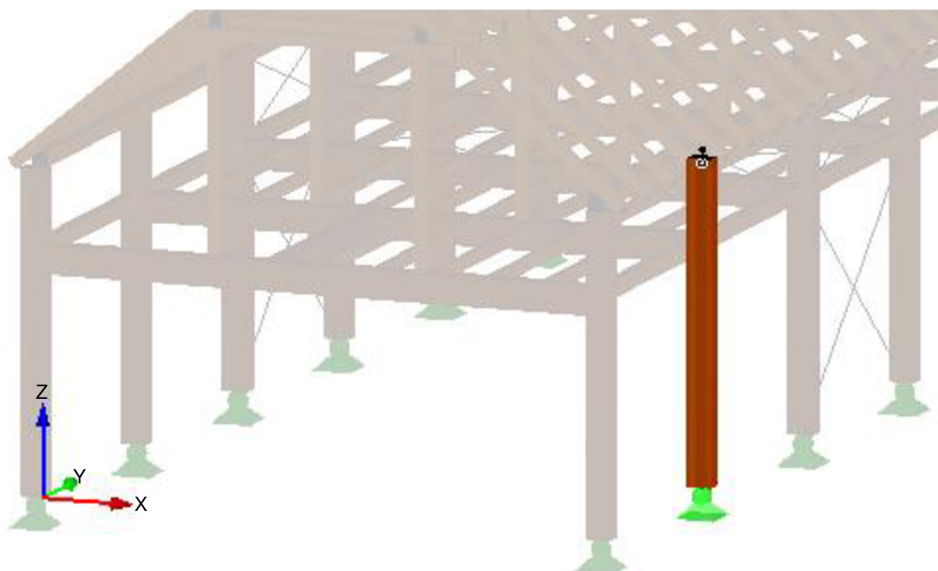
Posouzení a návrh přípoje stropnice na příčel. Příčel je z LLD a má průřez 240 x 360 mm, k ní připojená stropnice je z rostlého smrkového dřeva pevnostní třídy C24 o průřezu 100 x 160 mm. Spoj bude proveden pomocí skryté trámové botky SIMPSON Strong-Tie BTN90-B + 4 ocelovými kolíky SIMPSON Strong-Tie STD8x80 a 8 hřebíky SIMPSON Strong-Tie CNA4,0x50 - typ1. Důvodem je pohledová kvalita stropu.



Obrázek 31 - DETAIL 4

7.5 DETAIL 5 – Připojení sloupu na kotevní patku

Posouzení připojení sloupu na svařovanou kotevní patku. Dle statického schématu se jedná o kloubové připojení, tudíž v patě sloupu nevzniká ohybový moment. Sloup je průřezu 240 x 320 mm. Spoj bude řešen jako vícestřížný spoj složený z prvků: dřevo-plech-dřevo-plech-dřevo. Dle normy ČSN 73 1701 je nutné vícestřížné spoje rozdělit na maximálně dvoustrížné spoje a poté do posudku použít nejmenší únosnost jednoho svorníku ve spoji. Jedná se o spoj s vnitřními tenkými ocelovými plechy z oceli třídy S235 tloušťky 5 mm. Tenké ocelové desky budou vloženy do vybroušené drážky v dřevěném průřezu. Přes celý průřez jsou prošroubovány ocelové svorníky se samoutahovací maticí pevnostní třídy 8.8. Tenké ocelové desky budou přivařeny na tlustší ocelovou desku svařované kotevní patky. Kotevní patka se tedy bude skládat z patní ocelové desky, která bude přikotvena k betonovému základu, dutého ocelového průřezu, tlustšího plechu, na který budou přivařeny dva tenké plechy ve dřevěném průřezu.



Obrázek 32 - DETAIL 5

8. MONTÁŽ A DOPRAVA

Při dopravě a montáži konstrukce objektu musí být dodrženy normové požadavky na dopravu a realizaci staveb. Po celou dobu montáže musí být zajištěna prostorová tuhost celé konstrukce, např. pomocným zavětrováním. Všechny dřevěné prvky dopravené na stavbu budou mít předem připravené rozměry, délky a otvory pro spojovací prostředky.

ORIENTAČNÍ PUSTUP MONTÁŽE:

- Po dokončení výkopu dojde k vybetonování základových pasů, které se nechají vytvrdnout.

- Dále dojde k montáži rámu. Sloupy a příčle budou na stavbu přivezeny s předem vyfrézovanými otvory pro možnost vložení tenkých ocelových plechů. Tyto plechy budou mít připravené otvory pro možnost vložení spojovacích prostředků. Po vložení plechu dojde i k vložení svorníků a následnému utažení, jak v části sloupu, tak i v příčli.
- Nejprve na stavbě dojde k montáži rámu tzv. „na zemi“ a následně se pomocí zvedacího mechanismu rám zvedne a zakotví se do určené pozice.
- Kotevní patky rámu se k základům připevní pomocí chemických kotev do betonu.
- Po zakotvení sloupů do základu je nutné ihned zajistit prostorovou tuhost konstrukce! Dojde k montáži dřevěných podélných ztužidel a provizorních diagonálních dřevěných ztužidel (např. z prken – po zajištění tuhosti budou odstraněny).
- Dalším krokem bude osazování stropnic mezi jednotlivé rámy. Stropnice se zavětrují bedněním z prken.
- Po dokončení stropu nad 1.NP bude následovat montáž prvků krovu. Nejprve dojde k osazení pozednice na sloupy, následovat budou sloupky a vaznice. Poté se na vaznici a pozednici osedlá krokev a uchyťí se pomocí úhelníků. Dojde k zavětrování pomocí ocelových ztužidel a dřevěného prkenného bednění, a tak se zajistí prostorová tuhost krovu.
- Následovat bude vytvoření skladby stěny, osazení otvorů a montáž střešního pláště.
- Posledním krokem budou vnější a vnitřní povrchové úpravy např. ochranné vnější nátěry, barevné nátěry apod.

DOPRAVA:

- Doprava jednotlivých prvků konstrukce bude řešena pomocí nákladních automobilů.
- Na stavbě se bude nacházet zvedací mechanismus pro možnost umístění rámu konstrukce na potřebnou pozici.
- Ostatní materiál je na stavbu přivážen postupně, dle potřeby a rychlosti výstavby.
- Při přepravě a skladování materiálu je nezbytné dbát na ochranu prvků proti povětrnostním vlivům a poškození mechanizací.

9. POVRCHOVÁ ÚPRAVA MATERIÁLU

Dřevo musíme chránit před vznikem plísní, hub, dřevokazným hmyzem a UV záření. Ochrana prvků bude nejprve provedena bezbarvou impregnací, z důvodu pohledové kvality dřeva. Impregnační látka nesmí být vylouhovatelná z dřevěných prvků vodou. Dále bude dřevo opatřeno protipožárním nátěrem, který bude snižovat rychlost hoření a šíření ohně na povrchu. Dřevěné pohledové prvky v interiéru i exteriéru budou ošetřeny lazurou v barvě dle výběru investora.

10. VÝKAZ MATERIÁLU

Označení	Počet prutů	Délka	Celk. délka	Objem	Měrná hmotnost	Hmotnost	Celk. hmotnost
		[m]	[m]	[m ³]	[kg/m]	[kg]	[t]
Sloupy 240x320	12	4,00	48,00	3,69	35,33	1695,84	1,70
Příčle 240x360	6	7,22	43,32	3,74	39,74	1721,54	1,72
Krokve 100x160	42	5,07	213,02	3,41	6,72	1431,52	1,43
Pozednice 220x180	10	3,45	34,50	1,37	16,63	573,74	0,57
Kleštiny 2x80x140	21	3,54	74,30	2,94	9,41	699,14	0,70
Ocel. ztužidlo Ø12	4	4,44	17,77	0,21	0,89	15,81	0,02
Vaznice 160x200	10	3,45	34,50	1,10	13,44	463,68	0,46
Sloupky 140x140	12	2,97	35,64	0,70	8,23	293,32	0,29
Stropnice 100x160	41	3,37	137,97	2,21	6,72	927,12	0,93
Dřevěné podélné ztužidlo 160x200	10	3,37	33,65	1,08	13,44	452,26	0,45
Ocel. ztužidlo Ø8	14	3,57; 4,94; 4,2; 4,88	60,60	0,48	0,39	23,63	0,02
Schodišťový nosník 240x360	1	3,37	3,37	0,29	39,74	133,73	0,13
Celkem				22,71		8431,33	8,43

Tabulka 4 - Výkaz materiálu

Výkaz materiálu je proveden pro modelované prvky konstrukce (nebyl započítán materiál na skladbu stěny, stropu a střechy).

11. ZÁVĚR

V mé bakalářské práci jsem zpracoval návrh a posouzení dřevěné konstrukce rodinného domu v obci Roztoky u Jilemnice. Dřevěná konstrukce byla vymodelována a posouzena ve výpočtovém programu Dlubal RFEM 5.27.01 a částečně ověřena ručním výpočtem. Konstrukce byla posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti (průhyb). Spoje byly řešeny ručním výpočtem, jako vstupní hodnoty pro posouzení spojů byly použity vnitřní síly vypočítané programem. Všechny výpočty a posudky byly provedeny dle platných norem ČSN EN. Součástí bakalářské práce je statický výpočet, výstup z výpočtového programu a výkresová dokumentace. Součástí výkresové dokumentace je půdorys 1.NP, stropní konstrukce nad 1.NP, výkres krovu, řezy objektem a výkresy detailů spojů.

12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut. 2004. 76 s. Třídící znak 73 0002.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut. 2004. 44 s. Třídící znak 73 0035.
- [3] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut. 2005. 56 s. Třídící znak 73 0035.
- [4] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut. 2007. 129 s. Třídící znak 73 0035.
- [5] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut. 2011. 94 s. Třídící znak 73 1401.
- [6] ČSN EN 1995-1-1. *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut. 2006. 114 s. Třídící znak 73 1701.
- [7] ČSN EN 338. *Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti*. Praha: Český normalizační institut. 2016. 16 s. Třídící znak 73 1711.
- [8] BARTLOVÁ, Alice. *Vzpěr prutových soustav: [určeno také stud. stavebních fakult vys. škol]*. Praha: SNTL. 1977.
- [9] KOŽELOUH, Bohumil. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: Step 1 – Navrhování a konstrukční materiály*. 1. Zlín: KODR. 1998. ISBN 80-238-2620-4.
- [10] KOŽELOUH, Bohumil. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: Step 2 – Navrhování detailů a nosných systémů*. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT. 2007. 401 s. ISBN 8086769135.
- [11] ISOVER [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/>
- [12] PREFA Česká republika – Vysoce kvalitní hliníkové produkty pro střechu a fasádu [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://cz.prefa.com/>
- [13] Fermacell – Dodavatel sádrovláknitých desek [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://www.fermacell.cz/cz>
- [14] Stavebniny DEK [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>

[15] DLUBAL – *Mapa zatížení sněhem a větrem* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>

[16] DLUBAL – *Zohlednění pružného prokluzu ve spoji dřevěné konstrukce*. [online]. [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/podpora-a-skoleni/podpora/databaze-znalosti/000787#Refer>

[17] HORÁČEK, Martin. *Prvky kovových konstrukcí: Podklady do cvičení*. [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/horacek.m1/vyuka.html>

[18] SIMPSON Strong-Tie – *Dodavatel spojovacích prvků* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.strongtie.cz/cs-CZ>

[19] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ

1.NP	1. nadzemní podlaží
LLD	lepené lamelové dřevo
MSÚ	mezní stav únosnosti
MSP	mezní stav použitelnosti
MS	Microsoft
ZS	zatěžovací stav
KZ	kombinace zatížení
KCE	konstrukce
Ø	průměr
b	šířka průřezu
h	výška průřezu
$G_{k,j}$	charakteristická hodnota stálého zatížení
$Q_{k,i}$	charakteristická hodnota proměnného zatížení
$Q_{k,1}$	hlavní proměnné zatížení
$\gamma_{G,j}$	součinitel zatížení pro stálé zatížení
$\gamma_{Q,j}$	součinitel zatížení pro proměnné zatížení
$\psi_{0,i}$	kombinační součinitel zatížení
ξ_j	redukční součinitel zatížení
q_k	charakteristická hodnota užitého zatížení
$S(40^\circ)$	zatížení sněhem na střeše se sklonem 40°
$q_{p(z)}$	maximální dynamický tlak větru

14. SEZNAM PŘÍLOH

B – STATICKÝ VÝPOČET

C – VÝSTUP Z VÝPOČETNÍHO SOFTWARE

D – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

D.1 PŮDORYS HLAVNÍ NOSNÉ KONSTRUKCE 1.NP (M 1:75)

D.2 VÝKRES STROPU NAD 1.NP (M 1:75)

D.3 VÝKRES KROVU (M 1:75)

D.4 ŘEZY OBJEKTEM (M 1:75)

D.5 VÝKRES DETAILŮ č.1 (M 1:5)

D.6 VÝKRES DETAILŮ č.2 (M 1:5)

D.7 VÝKRES DETAILŮ č.3 (M 1:5)