



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

KONSTRUKCE VÍCEÚČELOVÉHO ZAHRADNÍHO DOMKU

TIMBER STRUCTURE OF A MULTIPURPOSE GARDEN HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdislava Hoffmannová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2019



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	Zdislava Hoffmannová
Název	Konstrukce víceúčelového zahradního domku
Vedoucí práce	Ing. Milan Šmak, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu

ČSN EN 1990 "Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí"

ČSN EN 1991 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí"

ČSN EN 1993 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí"

ČSN EN 1995 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí"

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce samostatně stojícího víceúčelového zahradního domku. Při návrhu respektujte požadavky na tvarové a dispoziční uspořádání objektu. Konstrukci navrhnete s možným využitím lepeného lamelového dřeva, rostlého dřeva, materiálů na bázi dřeva a ocelových konstrukčních prvků. Objekt bude mít půdorysný tvar L.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet základních nosných prvků, kotvení a směrných detailů
3. Výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího práce

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Milan Šmak, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce je návrh dřevěné nosné konstrukce multifunkčního zahradního domku. Domek má sloužit jako garáž v přízemí a jako herna pro děti v podkroví. Stavba je situována v obci Letohrad v Pardubickém kraji. Konstrukční systém je sloupková dřevostavba, která byla vymodelována jako prutová konstrukce ve 3D v programu CADKON+ 2017. Vnitřní síly byly stanoveny lineárním výpočtem v programu SCIA Engineer 18.1. Na tyto síly byly nadimenzovány nosné prvky konstrukce. Výsledky byly částečně ověřeny ručním výpočtem. Jako materiál bylo zvoleno rostlé dřevo jakostní třídy C24.

KLÍČOVÁ SLOVA

Konstrukce, sloupková konstrukce, rostlé dřevo, zahradní domek, krokev, nosník

ABSTRACT

The subject of this bachelor's thesis is a design of a timber structure of a multipurpose garden house. The ground floor of the house serves as a garage, the attic serves as a playroom for children. The building is located in Letohrad in Pardubice Region. Structural system is a timber framed structure which has been created as a spatial bar model in CADKON+ 2017 software. The internal forces have been calculated in SCIA Engineer 18.1 software using the linear static analysis. These forces have been used to design structural elements. Final results have been partially verified by hand calculations. Solid timber of C24 quality has been chosen as a proper material.

KEYWORDS

Structure, timber frame structure, solid timber, garden house, rafter, beam

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Zdislava Hoffmannová *Konstrukce víceúčelového zahradního domku*. Brno, 2019.
21 s., 82 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Konstrukce víceúčelového zahradního domku* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2019

Zdislava Hoffmannová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Konstrukce víceúčelového zahradního domku* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2019

Zdislava Hoffmannová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Především bych chtěla touto cestou poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanu Šmakovi, Ph.D. za odborné rady, za vstřícný přístup a za příjemnou atmosféru při konzultacích.

Díky patří také mým rodičům, kteří mi umožnili studium, a celé rodině za podporu a pomoc.

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

A	Technická zpráva	
B	Statický výpočet	
C	Příloha ke statickému výpočtu	
D	Výkresová dokumentace	
	D.1	Půdorysy 1:50
	D.2	Půdorys kotvení 1:50
	D.3	Řezy, pohledy 1:50
	D.4	Detaily 1:5



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

KONSTRUKCE VÍCEÚČELOVÉHO ZAHRADNÍHO DOMKU

TIMBER STRUCTURE OF A MULTIPURPOSE GARDEN HOUSE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdislava Hoffmannová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah technické zprávy

1. ÚVOD.....	1
Základní informace, popis stavby.....	1
Popis konstrukce	1
Umístění stavby.....	1
2. PODKLADY, NORMY.....	2
3. ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE.....	3
Kombinace.....	4
4. PRŮŘEZY.....	5
Hlavní nosné prvky	7
a) Sloupky (fialová) 60/140	7
b) Rohové sloupky (modrozelená) 140/140.....	7
c) Stropní trámy (zelenohnědá) 80/220.....	8
d) Krokve (šedá) 60/180	8
e) Úžlabní krokve (hnědá) 140/180.....	9
f) Vrcholová vaznice (tyrkysová) 140/200	9
g) Vaznice (světle zelená) 140/140	10
Ostatní prvky	10
5. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI	11
6. SPOJE.....	14
Det. 1 – Připoj sloupku k dolnímu prahu.....	14
Det. 2 – Připoj sloupku k vaznici.....	15
Det. 3 – Připoj stropního trámu k hornímu prahu	15
Det. 4 – Připoj krokve na vrcholovou vaznici	16
Det. 5 – Připoj krokve na vaznici	16
Kotvení	17
7. MONTÁŽ.....	17
8. OCHRANA	18
9. VÝKAZY	18
10. ZÁVĚR.....	19
11. POUŽITÉ DOKUMENTY A SOFTWARE	19
NORMY.....	19
SOFTWARE	19
LITERATURA.....	19
INTERNETOVÉ ZDROJE.....	20

12.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	20
13.	SEZNAM OBRÁZKŮ	21
14.	SEZNAM TABULEK	21
15.	SEZNAM PŘÍLOH.....	21

1. ÚVOD

Základní informace, popis stavby

Bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukčního řešení objektu víceúčelového zahradního domku, který sestává z přízemí a podkroví. V přízemí je umístěna garáž a garáže pro zahradní techniku. V podkroví je herna pro děti, do které je přístup po venkovním schodišti, které není předmětem této práce. Objekt má půdorysný tvar L. Přibližné rozměry jsou 10,3 x 7,8 m. Výška je cca 6 m.

Popis konstrukce

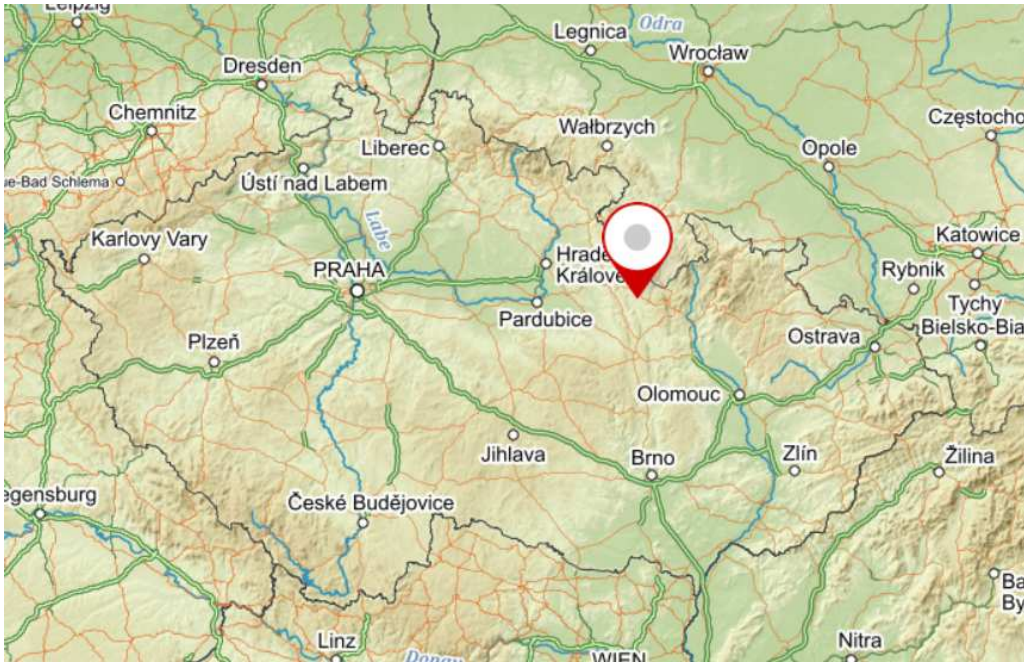
Nosná konstrukce je sloupková dřevostavba. Byla zpracována jako 3D prutová konstrukce řešená studentskou verzí programu SCIA Engineer 18.1. Prvky jsou navrženy z konstrukčního dřeva z KVH hranolů pevnostní třídy dřeva C24.

Hlavní nosné prvky stěn tvoří sloupky z KVH profilů průřezu 60/140 mm, které jsou rozmístěny v osové vzdálenosti 625 mm. Tyto sloupky jsou z obou stran opláštěny OSB deskami tloušťky 15 mm. Tyto zajišťují prostorovou tuhost celé konstrukce. V oblasti oken a vrat jsou sloupky zdvojeny z konstrukčního důvodu pro provedení překladů. Sloupky ústí do dolního a horního prahu. Dolní práh přízemí je zakotven pomocí závitových tyčí do betonové desky. Horní práh přízemí plní zároveň funkci věnce a tvoří podklad pro uložení stropních trámů. Dolní práh podkroví má pouze konstrukční funkci, nikoliv nosnou, v modelu byl tedy zanedbán. Střecha je tvořena krokviemi o průřezu KVH 60/180 mm. Krokve jsou rozmístěny v osové vzdálenosti 400 (sklon 35°), resp. 570 mm (sklon 45°). Tyto rozměry vychází z podkladů pro uspořádání objektu. Krokve jsou uloženy vzhledem k malému rozpětí pouze na vrcholovou vaznici a pozednici. Kvůli otevřenosti prostoru herna zde nejsou použity kleštiny. Vrcholová vaznice má největší rozpětí 6,875 m. Z tohoto důvodu je nutný průřez 140/200 mm. Ve východní části střechy se nachází vikýř pro vstup do podkroví.

Ve statickém výpočtu jsou posuzovány hlavní nosné prvky konstrukce. Výpočet vnitřních sil a posouzení prvků bylo provedeno v programu SCIA Engineer 18.1. Pro výpočet spojů a další jednoduché výpočty byl použit MS Excel. Výkresy byly zpracovány v programu CADKON+ 2017. Výpočet je zpracován dle platných norem ČSN EN.

Umístění stavby

Konstrukce víceúčelového zahradního domku bude umístěna do Pardubického kraje, konkrétně do obce Letohrad. Stavba se bude nacházet v nadmořské výšce 418 m n. m. Oblast se nachází ve větrné oblasti II a ve sněhové oblasti IV.



Obrázek 1 Mapa oblasti



Obrázek 2 Pozice stavby

2. PODKLADY, NORMY

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu.

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1995 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 338: Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

SCIA Engineer 18.1

MS Excel

CADKON+ 2017

3. ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE

Zatížení jsou uvažována stálá a proměnná. Stálá zatížení jsou vlastní tíha, která je generována programem SCIA Engineer, a tíha opláštění. Klimatická proměnná zatížení jsou pak sněhem a větrem. Další proměnné zatížení je užité.

Tabulka 1 Přehled zatěžovacích stavů

číslo	název	typ	skupina zatížení
ZS1	vlastní tíha	stálé	stálé
ZS2	stálé	stálé	stálé
ZS3	sníh plný	proměnné	sníh
ZS4	sníh SV	proměnné	sníh
ZS5	sníh JV	proměnné	sníh
ZS6	sníh SZ	proměnné	sníh
ZS7	sníh JZ	proměnné	sníh
ZS8	vítr S1	proměnné	vítr
ZS9	vítr S2	proměnné	vítr
ZS10	vítr J1	proměnné	vítr
ZS11	vítr J2	proměnné	vítr
ZS12	vítr V1	proměnné	vítr
ZS13	vítr V2	proměnné	vítr
ZS14	vítr Z1	proměnné	vítr
ZS15	vítr Z2	proměnné	vítr
ZS16	užité	proměnné	užité

→ZS1 – vlastní tíha (Pozn. Vlastní tíha byla vygenerována programem SCIA Engineer)

→ZS2 – stálé

Obvodová stěna bez obkladu (přízemí) 0,356 kN/m²

Obvodová stěna s obkladem (podkroví) 0,505 kN/m²

Střecha 0,467 kN/m²

Strop 0,436 kN/m²

→ZS3 – sníh plný (sníh nenavátý)

→ZS4 – sníh SV (sníh navátý ze severovýchodu)

→ZS5 – sníh JV (sníh navátý z jihovýchodu)

→ZS6 – sníh SZ (sníh navátý ze severozápadu)

→ZS7 – sníh JZ (sníh navátý z jihozápadu)

Zatížení sněhem na střeše 35° $S_{(35^\circ)} = 1,34 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na střeše 45° $S_{(45^\circ)} = 0,8 \text{ kN/m}^2$

→ZS8 vítr S1

(sever, sání F, G, H + sání J, I na střeše se sklonem 45°, podélný směr pro střechu 35°)

→ZS9 vítr S2

(sever, tlak F, G, H + 0 J, I na střeše se sklonem 45°, podélný směr pro střechu 35°)

→ZS10 vítr J1

(jih, sání F, G, H + sání J, I na střeše se sklonem 45°, podélný směr pro střechu 35°)

→ZS11 vítr J2

(jih, tlak F, G, H + 0 J, I na střeše se sklonem 45°, podélný směr pro střechu 35°)

→ZS12 vítr V1

(východ, sání F, G, H + sání J, I na střeše se sklonem 35°, podélný směr pro střechu 45°)

→ZS13 vítr V2

(východ, tlak F, G, H + 0 J, I na střeše se sklonem 35°, podélný směr pro střechu 45°)

→ZS14 vítr Z1

(západ, sání F, G, H + sání J, I na střeše se sklonem 35°, podélný směr pro střechu 45°)

→ZS15 vítr Z2

(západ, tlak F, G, H + 0 J, I na střeše se sklonem 35°, podélný směr pro střechu 45°)

Střecha příčný

Tabulka 2 zatížení větrem střecha příčný směr

$w_0=q_{p(z)} \cdot C_{pe10}$	F, G	H	I	J
sklon 35°	-0,19	-0,07	-0,19	-0,24
[kN/m ²]	0,40	0,27	0,00	0,00
sklon 45°	0,00	0,00	-0,11	-0,17
[kN/m ²]	0,40	0,34	0,00	0,00

Střecha podélný

Tabulka 3 Zatížení větrem střecha podélný směr

$w_0=q_{p(z)} \cdot C_{pe10}$	F,G	H	I
[kN/m ²]	-0,71	-0,51	-0,28

Stěny příčný

Tabulka 4 Zatížení větrem stěny příčný směr

Příčný	A	B	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	0,77	-0,44
$w_0=q_{p(z)} \cdot C_{pe10}$	-0,68	-0,45	0,44	-0,25

Stěny podélný

Tabulka 5 Zatížení větrem stěny podélný směr

Podélný	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,74	-0,33
$w_0=q_{p(z)} \cdot C_{pe10}$	-0,68	-0,45	-0,28	0,42	-0,19

→ZS16 užité

Kategorie A – obytné plochy a plochy pro domácí činnosti $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Kombinace

Kombinace byly vygenerovány (dle ČSN EN 1990) programem SCIA Engineer 18.1. Skupiny zatížení sních a vítr jsou označeny jako výběrové, tzn. v kombinaci je vždy použit jen jeden zatěžovací stav od větru a jeden zatěžovací stav od sněhu.

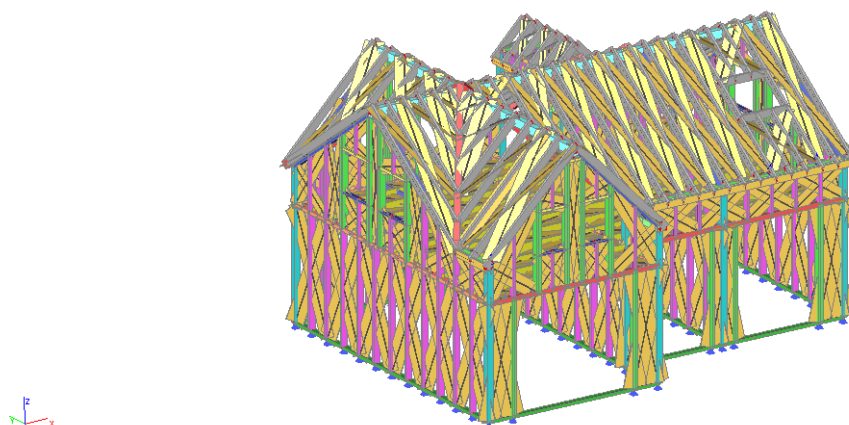
Pro mezní stav únosnosti byl použit soubor EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B (kombinační rovnice 6.10a) a 6.10b)).

Pro mezní stav použitelnosti byla použita kombinace EN MSP charakteristická.

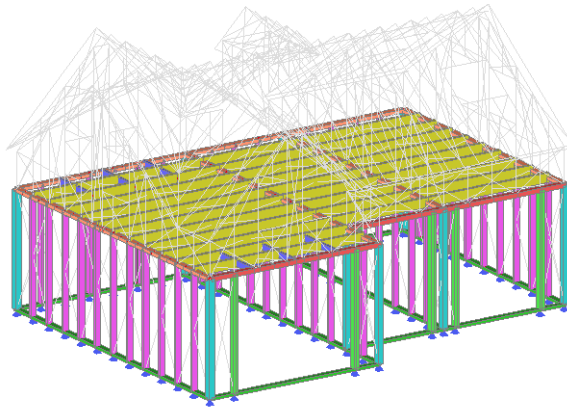
4. PRŮŘEZY

Tabulka 6 Přehled průřezů

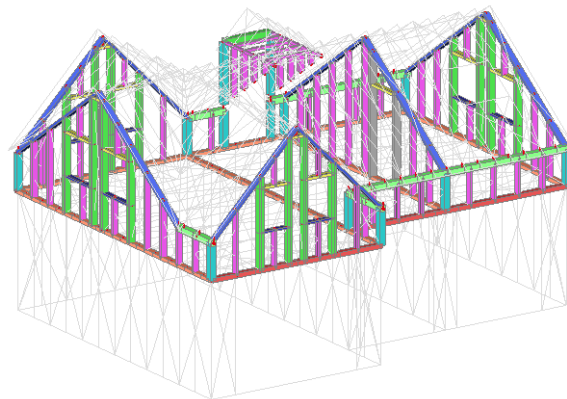
prvek	rozměry b/h [mm]	materiál
sloupky	60/140	C24
stropní trámy	80/220	C24
překlady okna	140/60	C24
parapetní profily	140/40	C24
horní práh	140/60	C24
krokve	60/180	C24
vrcholová vaznice	140/200	C24
vaznice	140/140	C24
vikýř vodorovné	60/60	C24
zdvojené sloupky	2x60/140	C24
úžlabí	140/180	C24
věneč1	140/80	C24
rohové sloupky	140/140	C24
vikýř vod. přední	140/140	C24
dolní práh	140/60	C24
stropní krátké	60/140	C24
krokve pod vikýř	140/180	C24
věneč2	140/100	C24
lemovací prvek	40/160	C24



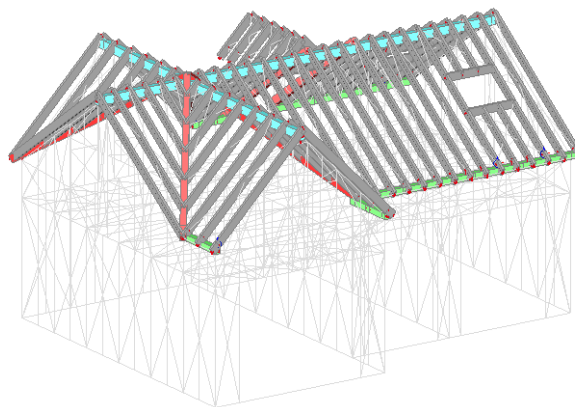
Obrázek 3 Model konstrukce včetně fiktivních prutů



Obrázek 4 Prvky přízemí



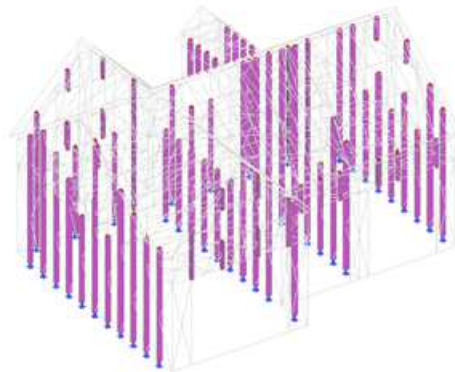
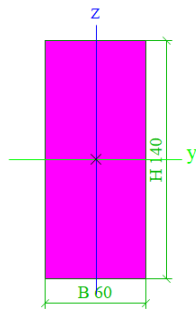
Obrázek 5 Prvky podkroví



Obrázek 6 Prvky krovu

Hlavní nosné prvky

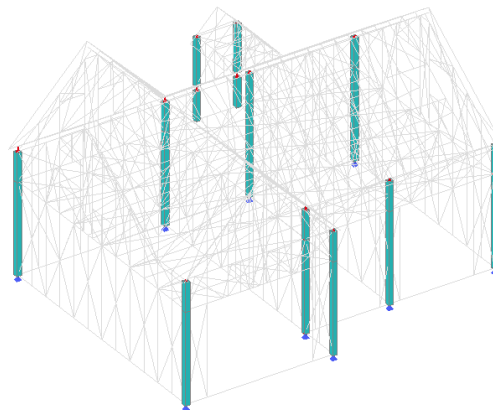
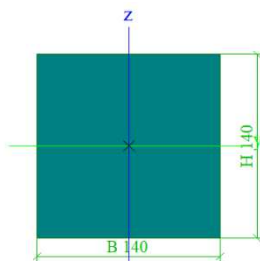
a) Sloupky (fialová) 60/140



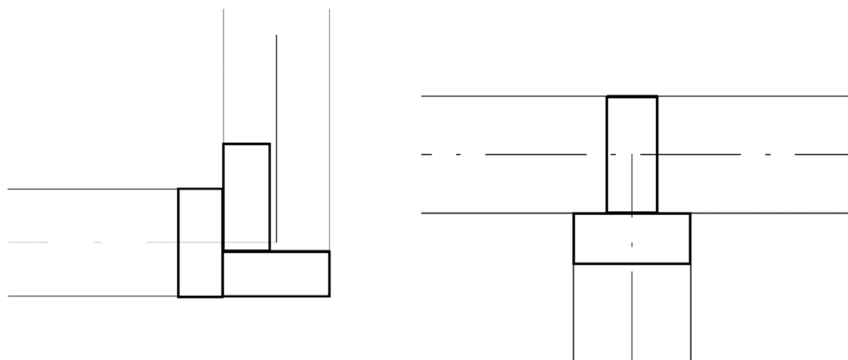
Obrázek 7 Sloupky 60/140

Sloupky jsou hlavním nosným prvkem tvořícím stěny konstrukce. Tvoří je KVH profily obdélníkového průřezu 60/140 mm pevnostní třídy C24. Slouží pro přenos zatížení ze střechy a stropu přes nadzemní podlaží do betonové desky. Jsou kotveny do dolního a horního prahu pomocí úhelníků s hřebíky. Proti vybočení z roviny jsou zajištěny opláštěním z OSB desek z vnitřní i vnější strany. Sloupky jsou rozmístěny po 625 mm tak, aby napojení OSB desek o šířce 1250 mm vycházelo vždy přesně na sloupek, což je důležitý fakt pro plnění funkce ztužení.

b) Rohové sloupky (modrozelená) 140/140



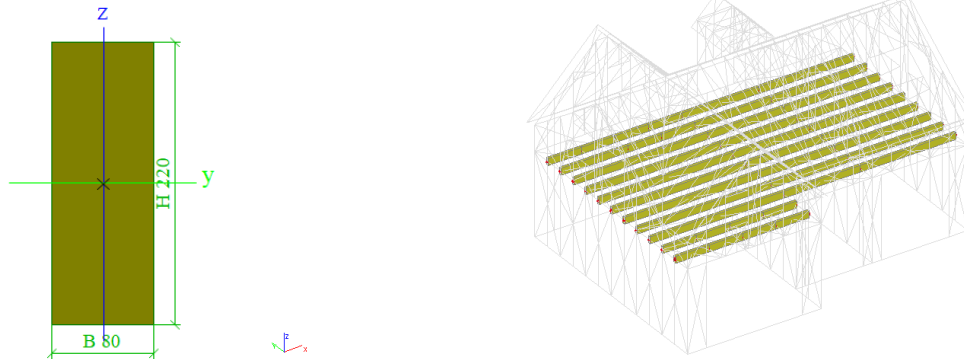
Obrázek 8 Rohové sloupky 140/140



Obrázek 9 Skutečné uspořádání sloupků v rohu

Uspořádání rohových sloupků bylo pro potřeby 3D modelu zjednodušeno do jednoho prvku o průřezu 140/140 mm. Skutečné uspořádání je vidět na obr. 9. Tyto sloupky jsou zajištěny v obou směrech proti vybočení pomocí OSB desek.

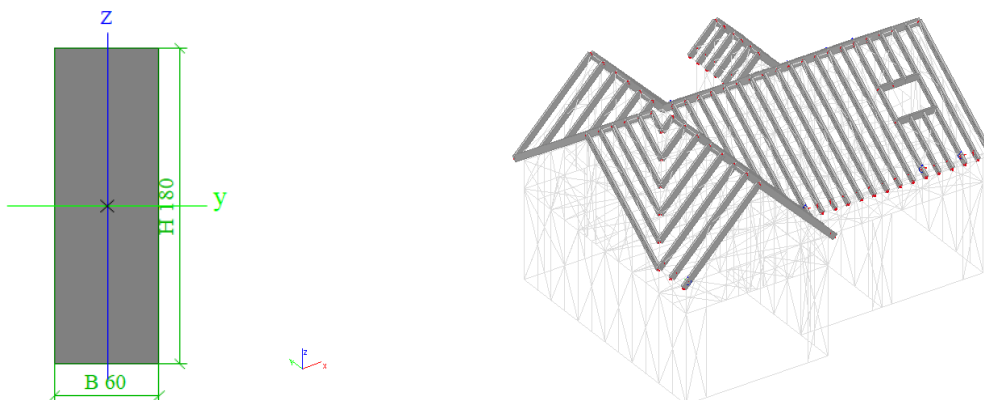
c) Stropní trámy (zelenohnědá) 80/220



Obrázek 10 Stropní trámy 80/220

Stropní trámy jsou tvořeny KVH hranoly průřezu 80/220 pevnostní třídy C24. Slouží pro přenos zejména užitečného a stálého zatížení přes sloupky do podkladní konstrukce. Největší rozpětí činí 4,375 m. Proti vybočení z roviny jsou zajištěny opláštěním z OSB desek. Osová vzdálenost nosníků je 625 mm kvůli rozměru OSB desky. Stropní trámy jsou kotveny pomocí úhelníků do horního prahu (resp. věnce) v místě napojení sloupku na práh tak, aby práh nebyl namáhán ohybem od nosníku a svislé zatížení bylo přenášeno přímo do sloupku a odtud do základové konstrukce.

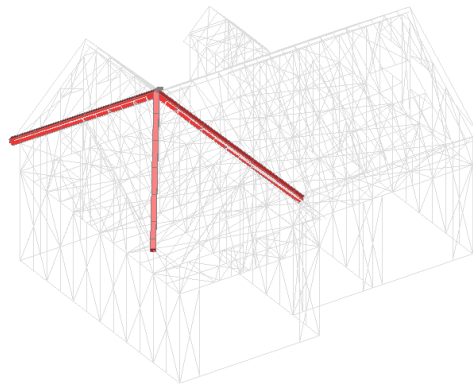
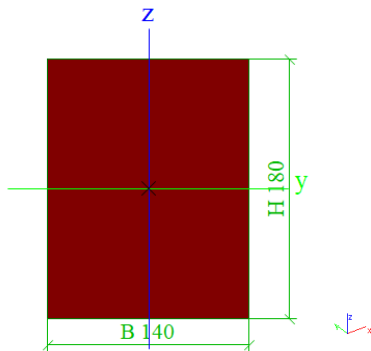
d) Krokve (šedá) 60/180



Obrázek 11 Krokve 60/180

Krokve jsou hlavní nosné prvky krovu. Jsou tvořeny KVH hranoly třídy C24. Rozměry průřezu jsou 60/180 mm. Krokve přenáší zatížení střechy (stálé a zejména klimatické) přes vaznice do sloupků a odtud do základové konstrukce. Osová vzdálenost je na vikýři a na střeše se sklonem 35° 400 mm, na střeše se sklonem 45° je osová vzdálenost 570 mm. Krokve jsou ve vrcholu připojeny na sraz a jsou spojeny pomocí oboustranných dřevěných příložek. Osová síly a tahová posouvající síla jsou přenášeny pomocí vrutů, které jsou namáhány stříhem. Rozmístění vrutů je znázorněno na výkresu D.4 (Det. 4). Posouvající síly opačného směru (tedy k vaznici) jsou přenášeny kontaktem v osedlání. Krokve jsou osedlány na vaznici a dále připevněny pomocí dvou vrutů. Druhá varianta je použití úhelníků s hřebíky v kombinaci s osedláním.

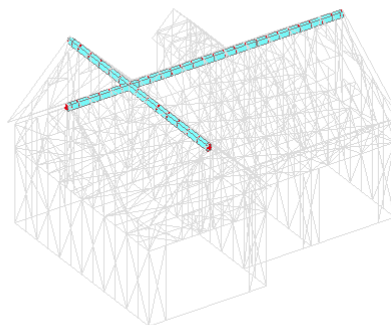
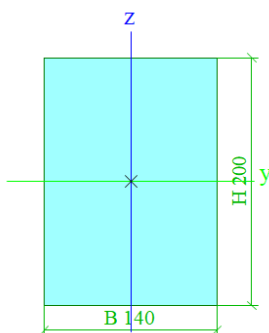
e) Úžlabní krokve (hnědá) 140/180



Obrázek 12 Úžlabní krokve 140/180

Úžlabní krokve tvoří rozhraní mezi střechami se sklonem 35° a 45° . Slouží pro napojení krokví vedoucích do úžlabí. Výška průřezu 180 mm je odvozena od výšky krokví. Šířka je pak dána mezními stavy a činí 140 mm.

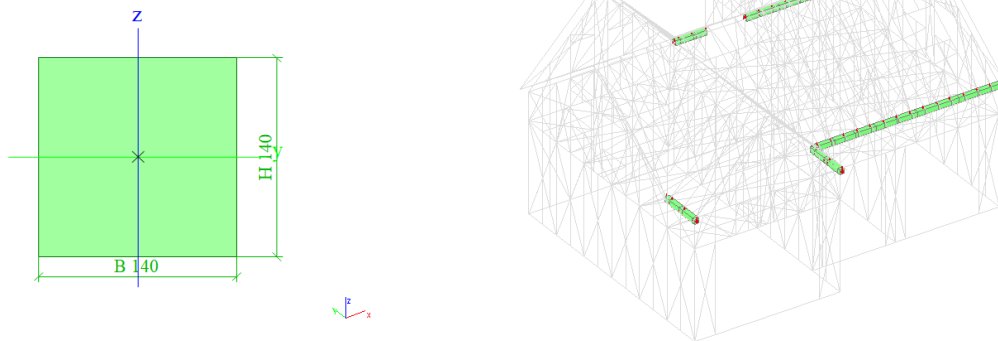
f) Vrcholová vaznice (tyrkysová) 140/200



Obrázek 13 Vrcholová vaznice 140/200

Vrcholová vaznice je prvek přenášející zatížení z krokví do sloupků a posléze do základové konstrukce. Je podpírána pomocným prvkem mezi středními sloupky štítu. Z důvodu velkého rozpětí (až 6,875 m) je průřez vaznice masivní (dodržení mezní štíhlosti), a to 140/200 mm.

g) Vaznice (světle zelená) 140/140



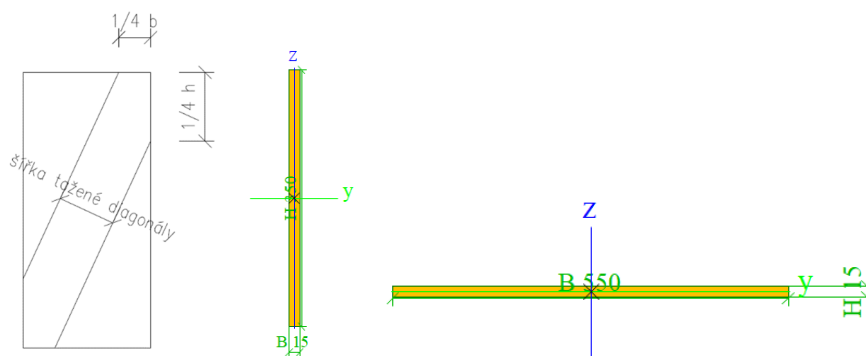
Obrázek 14 Vaznice 140/140

Vaznice (pozednice) přenáší zatížení z kroků do sloupků. Plní také funkci horního prahu pro připojení sloupků v podkroví. Šířka průřezu je dána tloušťkou stěny, tedy 140 mm. Výška je pak odvozena z mezních stavů a činí taktéž 140 mm.

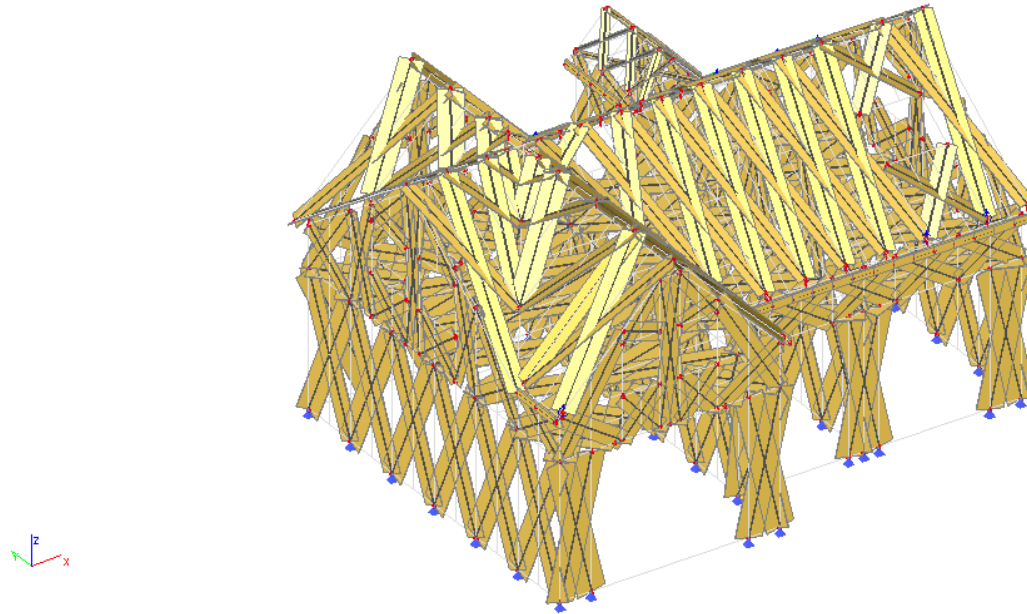
Ostatní prvky

Zbylé prvky tvoří pomocné konstrukce, konstrukce překladů a parapetů, popřípadě krokve šířky 140 mm pro uložení sloupků vikýře a zdvojené sloupky pro uložení překladů oken a dveří. Dále sem patří prahy, které plní konstrukční funkci pro připojení sloupků.

V poslední řadě je nutno uvést fiktivní prvky zastupující funkci OSB desek ve skladbě konstrukcí. Tyto prvky zajišťují prostorovou tuhost celé stavby. Jejich průřez byl přibližně odvozen od šířky tažené diagonály.



Obrázek 15 Příklady průřezů fiktivních prvků



Obrázek 16 Fiktivní pruty v konstrukci

5. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI

Tabulka 7 Využití prvků na mezní stav únosnosti

Nosník	Průřez	dx [m]	Zatěžovací stav	Jedn. posudek [-]	Posudek v řezu [-]	Posudek stability [-]
B646	úžlabí - OBDEL	0,523	MSÚ/1	0,52	0,3	0,52
B1216	horní práh - OBDEL	0,245	MSÚ/8	0,51	0,15	0,51
B819	krokve - OBDEL	1	MSÚ/1	0,5	0,47	0,5
B1928	stropní trámy - OBDEL	0	MSÚ/5	0,45	0,45	0,42
B1974	překlady okna - OBDEL	0	MSÚ/9	0,41	0,41	0,3
B470	zdvojené sloupky - 2 OBDEL	1,35	MSÚ/4	0,3	0,27	0,3
B753	krokve pod vikýř - OBDEL	0	MSÚ/7	0,41	0,41	0,3
B462	sloupky - OBDEL	1,35	MSÚ/2	0,24	0,12	0,24
B362	rohové sloupky - OBDEL	1,4	MSÚ/3	0,23	0,22	0,23
B307	vikýř vodorovné - OBDEL	0,4	MSÚ/3	0,2	0,11	0,2
B365	vikýř vod. přední - OBDEL	0	MSÚ/3	0,13	0,13	0,12
B1594	vrcholová vaznice - OBDEL	0,26	MSÚ/10	0,51	0,51	0,11
B1252	parapetní profily - OBDEL	0,425	MSÚ/1	0,06	0,06	0,06
B1439	vaznice - OBDEL	0	MSÚ/1	0,48	0,48	0,04
B923	věvec2 - OBDEL	0	MSÚ/1	0,33	0,33	0,03
B906	věvec1 - OBDEL	0	MSÚ/6	0,42	0,42	0,01
B1957	stropní krátké - OBDEL	0	MSÚ/12	0,11	0,11	0,01
B1839	dolní práh - OBDEL	0	MSÚ/11	0,03	0,03	0

Podrobnější posudky jsou uvedeny ve statickém výpočtu.

Tabulka 8 Posouzení štíhlosti prvků

Dílec	Jméno průřezu	Ly [m]	Lz [m]	ky [-]	kz [-]	ly [m]	lz [m]	λ_y [-]	λ_z [-]		λ_{lim} [-]
B188	krokve	4,066	4,066	1	0,1	4,066	0,407	78,26	23,48	<	120
B471	krokve	3,102	3,102	2	0,1	6,205	0,31	119,41	17,91	<	120
B319	krokve	1,2	0,4	1	1	1,2	0,4	23,09	23,09	<	120
B1821	sloupky	3,05	3,05	1	0,1	3,05	0,305	75,47	17,61	<	120
B7	sloupky	2,7	2,7	1	0,1	2,7	0,27	66,81	15,59	<	120
B9	rohové sloupky	2,7	2,7	0,1	0,1	0,27	0,27	6,68	6,68	<	120
B361	rohové sloupky	1,4	1,4	1	0,1	1,4	0,14	34,64	3,46	<	120
B1230	zdvojené sloupky	2,909	0,85	1	0,1	2,909	0,085	71,98	2,45	<	120
B19	zdvojené sloupky	2,7	2,7	1	0,1	2,7	0,27	66,81	7,79	<	120
B1286	zdvojené sloupky	2,17	2,1	1	1	2,17	2,1	53,69	60,62	<	120
B152	úžlabí	4,403	0,659	1	1	4,403	0,659	84,75	16,31	<	120
B538	úžlabí	4,403	0,805	1	1	4,403	0,805	84,75	19,92	<	120
B164	stropní trámy	4,375	1,094	1	0,1	4,375	0,109	68,89	4,74	<	120
B165	stropní trámy	4,375	4,375	1	0,1	4,375	0,438	68,89	18,94	<	120
B170	věvec1	0,625	3,125	1	1	0,625	3,125	27,06	77,32	<	120
B603	věvec2	3,125	0,469	1	1	3,125	0,469	108,25	11,6	<	120
B171	věvec2	0,625	0,625	1	1	0,625	0,625	21,65	15,46	<	120
B848	věvec2	0,3	3,125	1	1	0,3	3,125	10,39	77,32	<	120
B295	krokve pod vikýř	3,822	3,822	1	0,1	3,822	0,382	73,55	9,46	<	120
B758	krokve pod vikýř	0,245	0,245	2	0,1	0,489	0,024	9,41	0,61	<	120
B325	vikýř vodorovné	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2	69,28	69,28	<	120
B306	vikýř vodorovné	0,4	0,4	1	1	0,4	0,4	23,09	23,09	<	120
B365	vikýř vod. přední	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2	29,69	29,69	<	120
B1212	vaznice	0,625	1,25	1	1	0,625	1,25	15,46	30,93	<	120
B1273	vaznice	0,625	3,125	1	1	0,625	3,125	15,46	77,32	<	120
B1836	horní práh	1,147	3,822	1	1	1,147	3,822	66,19	94,56	<	120
B1214	horní práh	0,284	3,102	1	1	0,284	3,102	16,38	76,77	<	120
B1216	horní práh	0,245	3,822	1	1	0,245	3,822	14,12	94,56	<	120
B1826	překlady okna	0,938	0,938	1	1	0,938	0,938	54,13	23,2	<	120
B1219	překlady okna	0,525	1,05	1	1	0,525	1,05	30,31	25,98	<	120
B1220	parapetní profily	0,625	1,05	1	1	0,625	1,05	54,13	25,98	<	120
B1594	vrcholová vaznice	6,875	2,188	1	1	6,875	2,188	119,08	54,13	<	120
B1618	vrcholová vaznice	6,875	4,688	1	1	6,875	4,688	119,08	116	<	120
B1840	dolní práh	3,125	3,125	0,1	0,1	0,313	0,313	18,04	7,73	<	120
B1838	dolní práh	0,625	0,625	0,1	0,1	0,063	0,063	3,61	1,55	<	120
B1920	stropní krátké	0,625	0,625	1	1	0,625	0,625	15,46	36,08	<	120

Mezní štíhlost je smluvní hodnota štíhlosti. Zde byla uvažována jako 120. Všechny prvky vyhoví.

Tabulka 9 Lokální deformace

Jméno průřezu	L [mm]	okamžitá deformace			konečná deformace			posudek
		U_{inst}	<>	W_{inst}	U_{fin}	<>	W_{fin}	
sloupky	2700	2	<	5,4	2	<	9,0	vyhoví
stropní trámy	4375	8,5	<	8,8	12	<	14,6	vyhoví
překlady okna	525	0	<	1,1	0	<	1,8	vyhoví
parapetní profily	369	0	<	0,7	0	<	1,2	vyhoví
horní práh	3821	3,9	<	7,6	3,9	<	12,7	vyhoví
krokve	3822	8,7	<	9,6	11,1	<	12,7	vyhoví
krokve převislý konec	245	1,4	<	1,6	1,8	<	3,3	vyhoví
vrcholová vaznice	6875	2,6	<	13,8	3,5	<	22,9	vyhoví
vrchol. vaz. převislý k.	200	0,2	<	0,8	0,2	<	1,3	vyhoví
vaznice	3125	1,2	<	6,3	1,5	<	10,4	vyhoví
vikýř vodorovné	400	0	<	0,8	0,1	<	1,3	vyhoví
zdvojené sloupky	2700	3	<	5,4	3	<	9,0	vyhoví
úžlabí	4402	1,2	<	8,8	1,6	<	14,7	vyhoví
věvec1	3125	3,1	<	6,3	3,1	<	10,4	vyhoví
rohové sloupky	1400	0,4	<	2,8	0,5	<	4,7	vyhoví
vikýř vod. přední	1200	0	<	2,4	0,1	<	4,0	vyhoví
dolní práh	3125	0,5	<	6,3	0,8	<	10,4	vyhoví
stropní krátké	625	0	<	1,3	0	<	2,1	vyhoví
krokve pod vikýř	3822	3,1	<	7,6	4,3	<	12,7	vyhoví
věvec2	3125	2,1	<	6,3	2,1	<	10,4	vyhoví

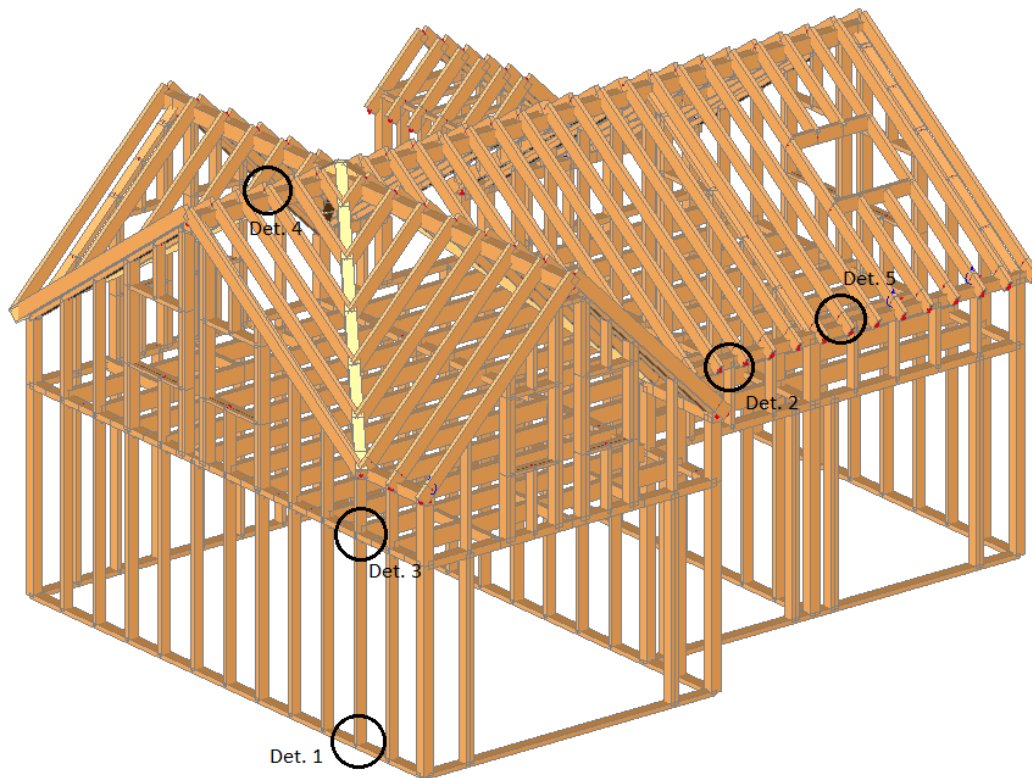
Lokální deformace všech prvků vyhoví uvažovaným mezním hodnotám.

Tabulka 10 Globální deformace

deformace [mm]	<>	L/500	L/300	posouzení	
$U_{instx} =$	4,0	<	8,9	14,8	vyhoví
$U_{insty} =$	5,3	<	7,0	11,7	vyhoví
$U_{instz} =$	8,6	<	8,8	14,6	vyhoví

Obdobně jako lokální deformace prvků byly porovnány i globální 3D deformace celé konstrukce. Tyto deformace jsou menší než L/500 příslušné délky či výšky.

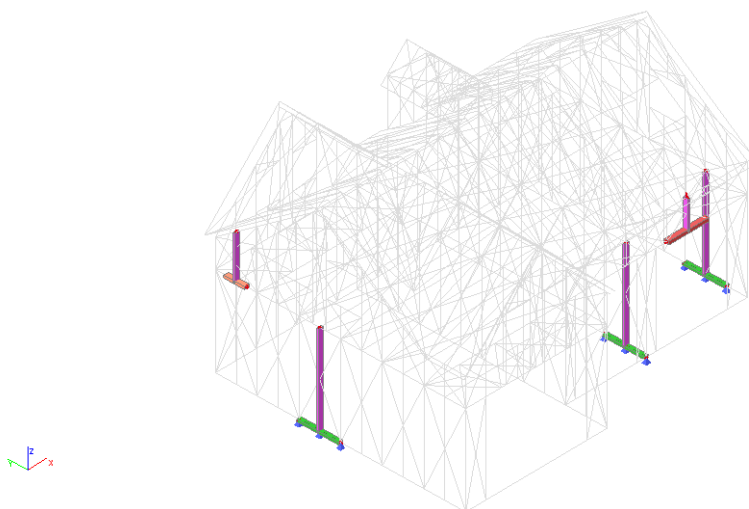
6. SPOJE



Obrázek 17 Umístění detailů

- Det. 1 – Přípoj sloupku k dolnímu prahu
- Det. 2 – Přípoj sloupku k vaznici
- Det. 3 – Přípoj stropního trámu k hornímu prahu
- Det. 4 – Přípoj krokve na vrcholovou vaznici
- Det. 5 – Přípoj krokve na vaznici

Det. 1 – Přípoj sloupku k dolnímu prahu

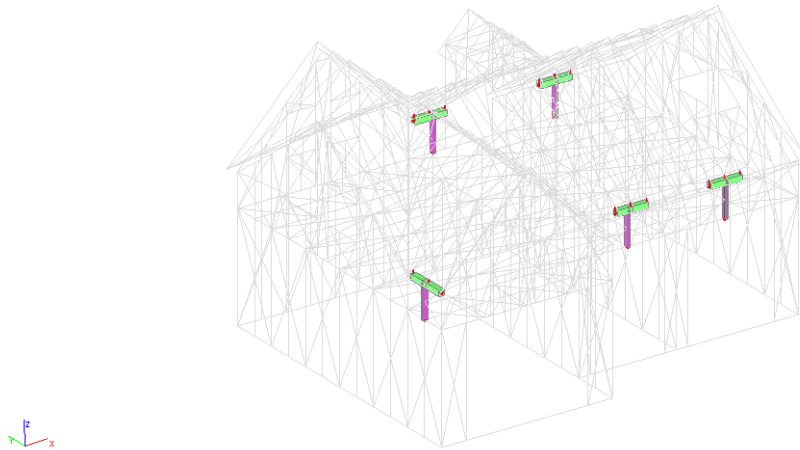


Obrázek 18 Příklad spoje sloupek - dolní práh

Konstrukce je celkově lehká včetně lehké střechy s plechovou krytinou. Proto v některých sloupcích vznikají i tahové síly.

Na přípoj je navržen oboustranný úhelník BV-U 05-23 (100x100x90 mm). Spojovacím prvkem jsou hřebíky BV/KH 15-01 4,0 x 50 mm 2x24 ks (ocel 11 343). Podrobnější informace k rozmístění hřebíků viz statický výpočet. Tlaková síla bude přenesena kontaktem, tedy tlakem kolmo k vláknům.

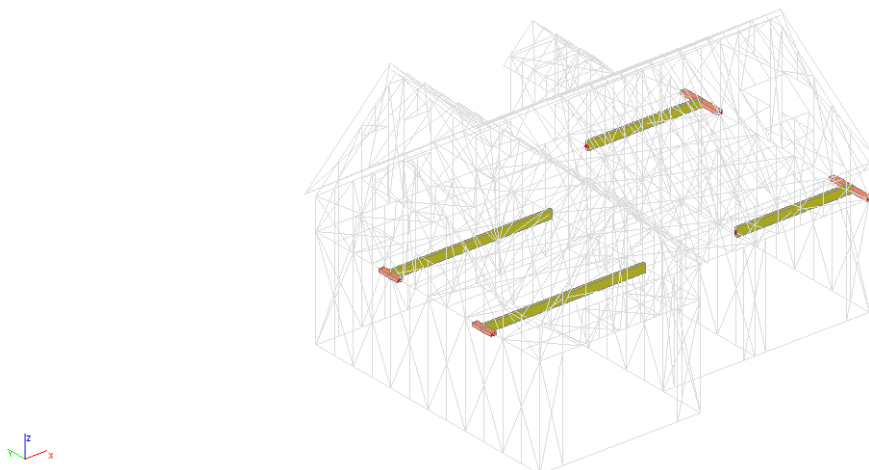
Det. 2 – Přípoj sloupku k vaznici



Obrázek 19 Příklad spoje sloupek - vaznice

Na přípoj je navržen oboustranný úhelník BV-U 05-22 (90x90x65 mm). Spojovacím prvkem jsou hřebíky BV/KH 15-01 4,0 x 50 mm 2x16 ks (ocel 11 343). Podrobnější informace k rozmístění hřebíků viz statický výpočet. Je možno použít i úhelníky BV-U 05-23 (100x100x90 mm) s příslušným počtem hřebíků z důvodu pohodlnější a přehlednější montáže. Tlaková síla bude přenesena kontaktem, tedy tlakem kolmo k vláknům.

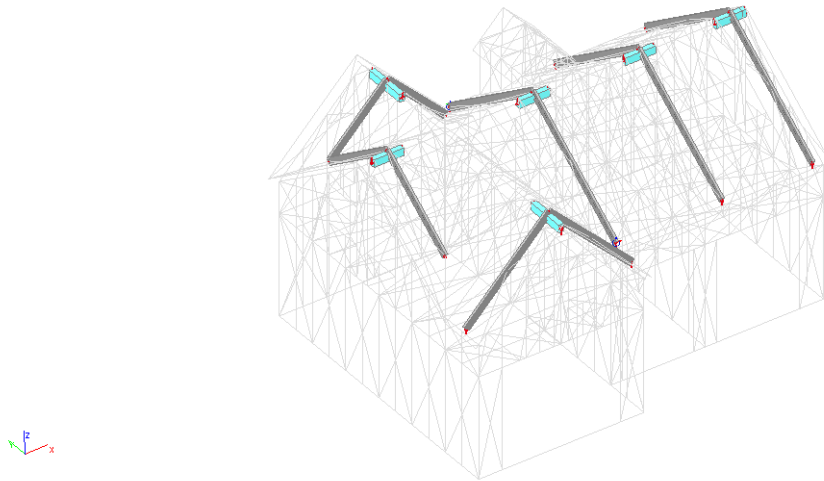
Det. 3 – Přípoj stropního trámu k hornímu prahu



Obrázek 20 Příklad spoje stropní trám - horní práh

Na přípoj je navržen oboustranný úhelník BV-U 05-23 (100x100x90 mm). Spojovacím prvkem jsou hřebíky BV/KH 15-01 4,0 x 70 mm 2x24 ks (ocel 11 343). Podrobnější informace k rozmístění hřebíků viz statický výpočet. Posouvající síla bude přenesena kontaktem, tedy tlakem kolmo k vláknům.

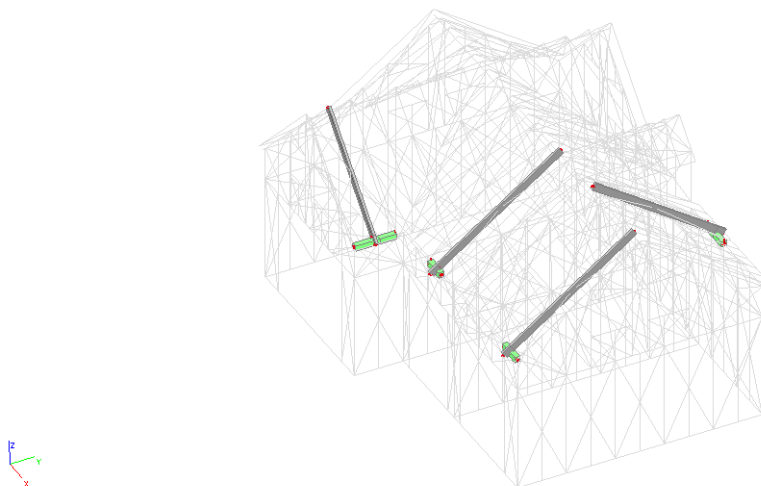
Det. 4 – Přípoj krokve na vrcholovou vaznici



Obrázek 21 Příklad spoje krokev - vrcholová vaznice

Přípoj krokví ve vrcholu je řešen pomocí oboustranných dřevěných příložek 330 x 130 mm tl. 50 mm, které jsou připevněny z každé strany 2 vruty WT 5,6 x 90 mm (4 vruty na polovinu spoje). Vruty jsou namáhány stříhem a přenáší osově síly v krokvi a zároveň tahovou posouvající sílu. Tlaková posouvající síla je přenesena kontaktem do vrcholové vaznice. Rozmístění vrutů je znázorněno ve výkrese D.4 (Det.4).

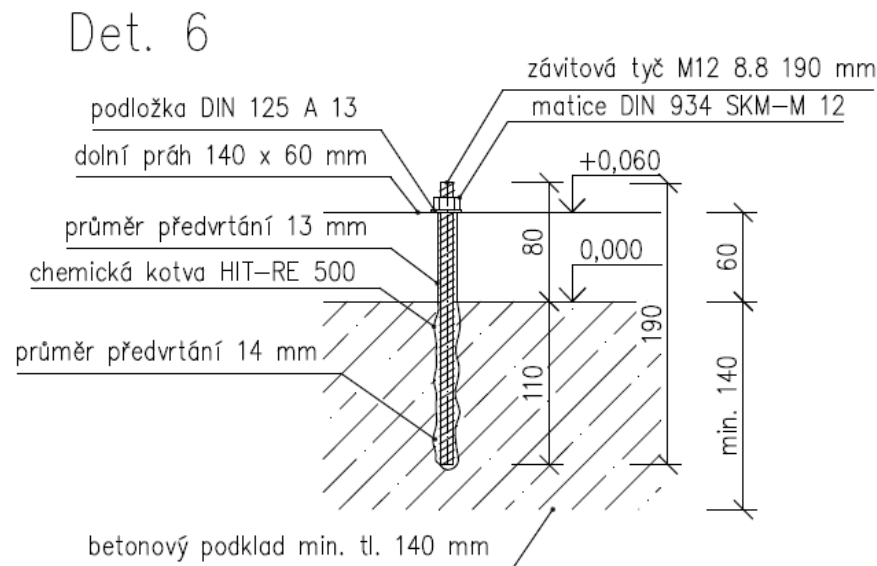
Det. 5 – Přípoj krokve na vaznici



Obrázek 22 Příklad spoje krokev - vaznice

Připojení krokve na vaznici je možno dvěma způsoby. První možnost je pomocí oboustranného úhelníku BV-U 05-21 (70x70x55 mm). Spojovacím prvkem jsou hřebíky BV/KH 15-01 4,0 x 50 mm. Podrobnější informace k rozmístění hřebíků viz statický výpočet. Druhým způsobem je použití dvou vrutů VGZ 7 x 260 mm namáhaných kombinací tahu a stříhu. Předpokládá se účinná délka závitů ve vaznici $s_g = \min 95$ mm. Je uvažováno s předvrtáním průměru 4 mm.

Kotvení



Obrázek 23 Detail kotvení

Podklad konstrukce tvoří základové pasy a betonová deska. Kotvení dolního prahu do podkladu je řešeno pomocí závitové tyče M12 8.8 délky 190 mm s chemickou kotvou HIT-RE 500 od společnosti Hilti spol. s r.o. Efektivní kotevní výška v betonu činí 110 mm. Tomu odpovídá nejmenší tloušťka betonu pod kotvou 140 mm. Zvolené závitové tyči přísluší podložka DIN 125 A 13 a matice šestihranná DIN 934 SKM-M 12. Umístění kotev je znázorněno ve výkrese kotvení D.2, detail je uveden ve výkrese D.4 (Det.6).

7. MONTÁŽ

Před montáží dřevostavby musí být hotová základová konstrukce včetně betonové desky, do které bude konstrukce kotvena pomocí závitových tyčí. Stavba bude prováděna letmou montáží přímo na staveništi.

Délka nejdelšího prvku činí 10,3 m, není nutno navrhovat montážní spoje. Přístupové poměry na staveništi nevyžadují dělení prvků na více částí a provádění montážních spojů. Materiál je dovážen průběžně podle potřeby a rychlosti zpracování.

Postup montáže:

- Na betonovou základovou desku je položena vrstva hydroizolace
- KVH hranoly jsou naimpregnovány, zejména pak prvky dolního prahu, které jsou ve styku s podkladem.
- Dolní práh se ukotví pomocí závitových tyčí a chemické kotvy na pozice budoucích obvodových a vnitřních stěn.
- Pokud práh není v rovině, je nutno ho vyrovnat pomocí plastových podložek.
- K dolnímu prahu jsou po 625 mm kotveny sloupky pomocí úhelníků a hřebíků, na horní část je stejným způsobem připevněn horní práh plnící funkci věnce.
- Vzniklý rám dřevostavby je zavětrován nejprve provizorně pomocí prken uhlopříčně připojených z vnější strany obvodových stěn. Po vytvoření obvodového rámu jsou tyto diagonály nahrazeny OSB deskami.
- Stropní nosníky jsou ukládány na horní pás a připevněny pomocí úhelníků s hřebíky.

- h) Stropní nosníky se zajistí proti vzpěru z roviny pomocí OSB desek.
- i) U dalšího patra se postupuje obdobně jako u prvního.
- j) Překlady oken musí být na stranách zesponu podepřeny.
- k) Po osazení vaznic a vrcholových vaznice se přípevní horní pás podkroví.
- l) Krokve se spojí ve vrcholu na sraz pomocí dřevěných příložek s vruty, osedlají se na vrcholovou vaznici a vaznice a přípevní se dvěma vruty do vaznic. Popřípadě lze krokve k vaznici přípevnit pomocí úhelníků s hřebíky v kombinaci s osedláním.
- m) Obdobným způsobem se smontuje vikýř, který je osazen na krokve.
- n) Střecha se ztuží pomocí bednění z OSB desek.
- o) Montáž střešního pláště a dokončení obvodových konstrukcí včetně zateplení.
- p) Vnější a vnitřní úpravy povrchů.

8. OCHRANA

Dřevo je nutné chránit před dřevokazným hmyzem, UV zářením, houbami a plísní, která vzniká při zvýšené vlhkosti. Ochrana vnitřních zakrytých prvků bude realizována impregnační dřeva barevnou impregnací, aby bylo možno zkontrolovat, zda je prvek chráněn na všech místech či nikoliv. V interiéru je vhodné použití bezbarvých laků pro ochranu povrchů. Ochrana musí splňovat požadavky pro třídu ohrožení 2 proti napadení dřevokazným hmyzem a houbami. Pohledové prvky na fasádě v exteriéru je nutno opatřit lazurou barvy dle výběru investora. Ochrana v exteriéru musí splňovat požadavky pro třídu ohrožení 3 proti napadení hmyzem, houbami i plísněmi. Látka musí být nevylouhovatelná ze dřeva vodou.

9. VÝKAZY

Tabulka 11 Výkaz prvků

Prvek	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
sloupky	715,2	81,087	1,70E+00
stropní trámy	730	59,25	1,74E+00
překlady okna	34,2	3,875	8,14E-02
parapetní profily	16,8	2,574	4,00E-02
horní práh	124,7	14,136	2,97E-01
krokve	1040,9	110,146	2,48E+00
vrcholová vaznice	212,2	12,273	5,05E-01
vaznice	106,7	7,261	2,54E-01
vikýř vodorovné	13,3	2,107	3,16E-02
zdvojené sloupky	432,8	31,897	1,03E+00
úžlabí	198,4	11,994	4,72E-01
věneč1	176,4	16,5	4,20E-01
rohové sloupky	300,1	20,412	7,14E-01
vikýř vod. přední	9,9	0,672	2,35E-02
dolní práh	167,6	19	3,99E-01
stropní krátké	26,5	3	6,30E-02
krokve pod vikýř	86,1	5,205	2,05E-01
věneč2	58,8	4,8	1,40E-01
celkem	4450,6	406,189	1,06E+01

Plocha opláštění OSB deskami je cca 286 m². Opláštění je provedeno vždy z obou stran konstrukce. Potřebná plocha OSB desek je tedy cca 572 m².

10. ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byla navržena dřevěná sloupková konstrukce zahradního domku tvaru L s půdorysnými rozměry 10,3 x 7,8 m o výšce 6 m.

Konstrukce byla vymodelována jako prostorová v programu CADKON+ 2017. Následně byla nahrána do výpočetního programu SCIA Engineer 18.1, kde byly zadány zatěžovací stavy a jejich kombinace. Konstrukce byla poté posouzena na mezní stav únosnosti a použitelnosti. Na tyto stavy byly nadimenzovány jednotlivé prvky konstrukce. Byly vyhodnoceny také vnitřní síly pro návrh spojů. Výsledky programu byly částečně ověřeny ručním výpočtem. Výpočet byl proveden v souladu s aktuálně platnými normami.

11. POUŽITÉ DOKUMENTY A SOFTWARE

NORMY

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – 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 – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

SOFTWARE

Nemetschek Group– SCIA Engineer 18.1 – studentská verze

Graitec – CADKON+ 2017

Microsoft Corporation – Office 365 – Word, Excel

LITERATURA

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.

KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.

KOŽELOUH, Bohumil, ed. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-86769-13-5.

Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 1: navrhování a konstrukční materiály. STEP 1. Zlín: KODR, Ing.Koželouh, 1998. ISBN 80-238-2620-4.

STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech.* Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Mapy – www.mapy.cz

Vruty Rothoblaas – www.rothoblaas.com

Úhelníky Bova spol. s r.o. – <http://bova-nail.cz>

Montáž – www.drevostavitel.cz/clanek/two-by-four-system

www.youtube.com/watch?v=iM00-O2fBtQ Dřevostavba Unhošť II

Kotvení – Hilti spol. s r.o. – www.hilti.cz

12. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ

$S_{(35^\circ)}$	zatížení sněhem na střeše se sklonem 35°
$S_{(45^\circ)}$	zatížení sněhem na střeše se sklonem 45°
w_0	tlak větru působící na vnější povrchy
$q_{p(z)}$	maximální dynamický tlak
C_{pe10}	součinitel vnějšího tlaku
q_k	charakteristická hodnota užitého zatížení
k_y, k_z	součinitel vzpěrné délky
l_y, l_z	vzpěrná délka
λ_y, λ_z	štíhlost
λ_{lim}	limitní štíhlost
u_{inst}	okamžitá deformace prvku
w_{inst}	limitní okamžitá deformace prvku
u_{fin}	konečná deformace prvku
w_{fin}	limitní konečná deformace prvku
$u_{instx}, u_{insty}, u_{instz}$	okamžitá deformace celé konstrukce ve směru os x, y, a z

13. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa oblasti.....	2
Obrázek 2 Pozice stavby.....	2
Obrázek 3 Model konstrukce včetně fiktivních prutů.....	5
Obrázek 4 Prvky přízemí.....	6
Obrázek 5 Prvky podkroví.....	6
Obrázek 6 Prvky krovu.....	6
Obrázek 7 Sloupky 60/140.....	7
Obrázek 8 Rohové sloupky 140/140.....	7
Obrázek 9 Skutečné uspořádání sloupků v rohu.....	7
Obrázek 10 Stropní trámy 80/220.....	8
Obrázek 11 Krokve 60/180.....	8
Obrázek 12 Úžlabní krokve 140/180.....	9
Obrázek 13 Vrcholová vaznice 140/200.....	9
Obrázek 14 Vaznice 140/140.....	10
Obrázek 15 Příklady průřezů fiktivních prvků.....	10
Obrázek 16 Fiktivní pruty v konstrukci.....	11
Obrázek 17 Umístění detailů.....	14
Obrázek 18 Příklad spoje sloupek - dolní práh.....	14
Obrázek 19 Příklad spoje sloupek - vaznice.....	15
Obrázek 20 Příklad spoje stropní trám - horní práh.....	15
Obrázek 21 Příklad spoje krokev - vrcholová vaznice.....	16
Obrázek 22 Příklad spoje krokev - vaznice.....	16
Obrázek 23 Detail kotvení.....	17

14. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled zatěžovacích stavů.....	3
Tabulka 2 zatížení větrem střecha příčný směr.....	4
Tabulka 3 Zatížení větrem střecha podélný směr.....	4
Tabulka 4 Zatížení větrem stěny příčný směr.....	4
Tabulka 5 Zatížení větrem stěny podélný směr.....	4
Tabulka 6 Přehled průřezů.....	5
Tabulka 7 Využití prvků na mezní stav únosnosti.....	11
Tabulka 8 Posouzení štíhlosti prvků.....	12
Tabulka 9 Lokální deformace.....	13
Tabulka 10 Globální deformace.....	13
Tabulka 11 Výkaz prvků.....	18

15. SEZNAM PŘÍLOH

- B Statický výpočet
- C Příloha ke statickému výpočtu
- D Výkresová dokumentace