VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Autor práce	Bc. Michaela Návarová
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Název práce	Nosná konstrukce montovaného bytového domu
Název práce v anglickém jazyce	Load-carrying structure of assembled family house
Typ práce	Diplomová práce
Přidělovaný titul	Ing.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	Obsahem této diplomové práce je statický návrh nosné konstrukce bytového domu. Půdorysné rozměry jsou 15,04 x 16,74 m a výška 9,25 m. Bytový dům je navržen pro oblast České Budějovice tj. II. sněhová a II. větrová oblast. Nosná konstrukce je navržena ve dvou variantách. V první variantě je nosná konstrukce navržena z tenkostěnných ocelových profilů, v druhé variantě je navržena z dřevěných profilů. V obou případech je nosná konstrukce tvořená sloupky, věnci, stropními trámy a krovem.
Anotace práce v anglickém jazyce	The subject of this thesis is the static design of load bearing structure of a flat-building. The flat-building is designed as a two-floors building with cock-loft. The ground plan of the house is 15,04 x 16,74 m, the height is 9,25 m. The house is considered as II. snow area and II. wind area. The load bearing structure is designed in two variations. In first variation is designed

load baering structure of the house by steel thin-walled sections, in second variation is
designed by timber sections. In both variations load bearing structures is made of
columns, garlands, ceiling beams and roof truss.

Klíčová slova Nosná konstrukce, Bytový dům, Ocelový tenkostěnný profil, Dřevěná nosná konstrukce, Ocelová nosná konstrukce, Dřevotřískové desky

Klíčová slova v anglickém jazyce Load bearing structure, Flat-building, Steel thin-walled section, Timber load bearing structure, Steel load bearing structure, Chipboards

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14.1.2015

……
podpis autora
Bc. Michaela Návarová

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE MONTOVANÉHO BYTOVÉHO DOMU

LOAD-CARRYING STRUCTURE OF ASSEMBLED FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE BC. MICHAELA NÁVAROVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2015

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Michaela Návarová
Název	Nosná konstrukce montovaného bytového domu
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Datum zadání diplomové práce	27. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015

V Brně dne 27. 3. 2014

.....	.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.	prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Vedoucí ústavu	Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Architektonický návrh
2. Dispoziční řešení
3. Evropské technické normy pro navrhování ocelových a dřevěných konstrukcí
4. Literatura podle doporučení vedoucí diplomové práce

Zásady pro vypracování

Vypracujte statický a konstrukční návrh nosné konstrukce montovaného bytového domu v Českých Budějovicích o 2 nadzemních podlažích pro 4 bytové jednotky, každá o půdorysné ploše 70 m2. Navrhněte variantní řešení nosné konstrukce: 1) s použitím ocelových tenkostěnných profilů, 2) s použitím dřevěných prvků. V rámci řešení vypracujte technickou zprávu, statický výpočet, varianty řešení a výkresovou dokumentaci v rozsahu podle pokynů vedoucí diplomové práce.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt
Obsahem této diplomové práce je statický návrh nosné konstrukce bytového domu. Půdorysné rozměry jsou 15,04 x 16,74 m a výška 9,25 m. Bytový dům je navržen pro oblast České Budějovice tj. II. sněhová a II. větrová oblast. Nosná konstrukce je navržena ve dvou variantách. V první variantě je nosná konstrukce navržena z tenkostěnných ocelových profilů, v druhé variantě je navržena z dřevěných profilů. V obou případech je nosná konstrukce tvořená sloupky, věnci, stropními trámy a krovem.

Klíčová slova
Nosná konstrukce, Bytový dům, Ocelový tenkostěnný profil, Dřevěná nosná konstrukce, Ocelová nosná konstrukce, Dřevotřískové desky

Abstract
The subject of this thesis is the static design of load bearing structure of a flat-building. The flat-building is designed as a two-floors building with cock-loft. The ground plan of the house is 15,04 x 16,74 m, the height is 9,25 m. The house is considered as II. snow area and II. wind area. The load bearing structure is designed in two variations. In first variation is designed load baering structure of the house by steel thin-walled sections, in second variation is designed by timber sections. In both variations load bearing structures is made of columns, garlands, ceiling beams and roof truss.

Keywords
Load bearing structure, Flat-building, Steel thin-walled section, Timber load bearing structure, Steel load bearing structure, Chipboards
…

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Michaela Návarová *Nosná konstrukce montovaného bytového domu.* Brno, 2015. 11 s., 285 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14.1.2015

……

podpis autora
Bc. Michaela Návarová

Poděkování:

Poděkování patří především vedoucí mé Diplomové práce doc. Ing. Marcele Karmazínové, CSc. za odborné vedení a poskytnuté rady, také za vstřícné, ochotné a hlavně trpělivé jednání při konzultacích.

Dále bych ráda poděkovala své rodině a všem mým blízkým, za podporu při tvorbě Diplomové práce a při studiu na vysoké škole.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE MONTOVANÉHO BYTOVÉHO DOMU

LOAD-CARRYING STRUCTURE OF ASSEMBLED FAMILY HOUSE

A. VARIANTY ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE BC. MICHAELA NÁVAROVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2015

OBSAH

1. ÚVOD 3

2. VARIANTY ŘEŠENÍ 4

2.1. VARIANTA Z TENKOSTĚNNÝCH PROFILŮ 4

2.2. VARIANTA Z DŘEVĚNÝCH PROFILŮ 5

2.3. POROVNÁNÍ VARIANT 6

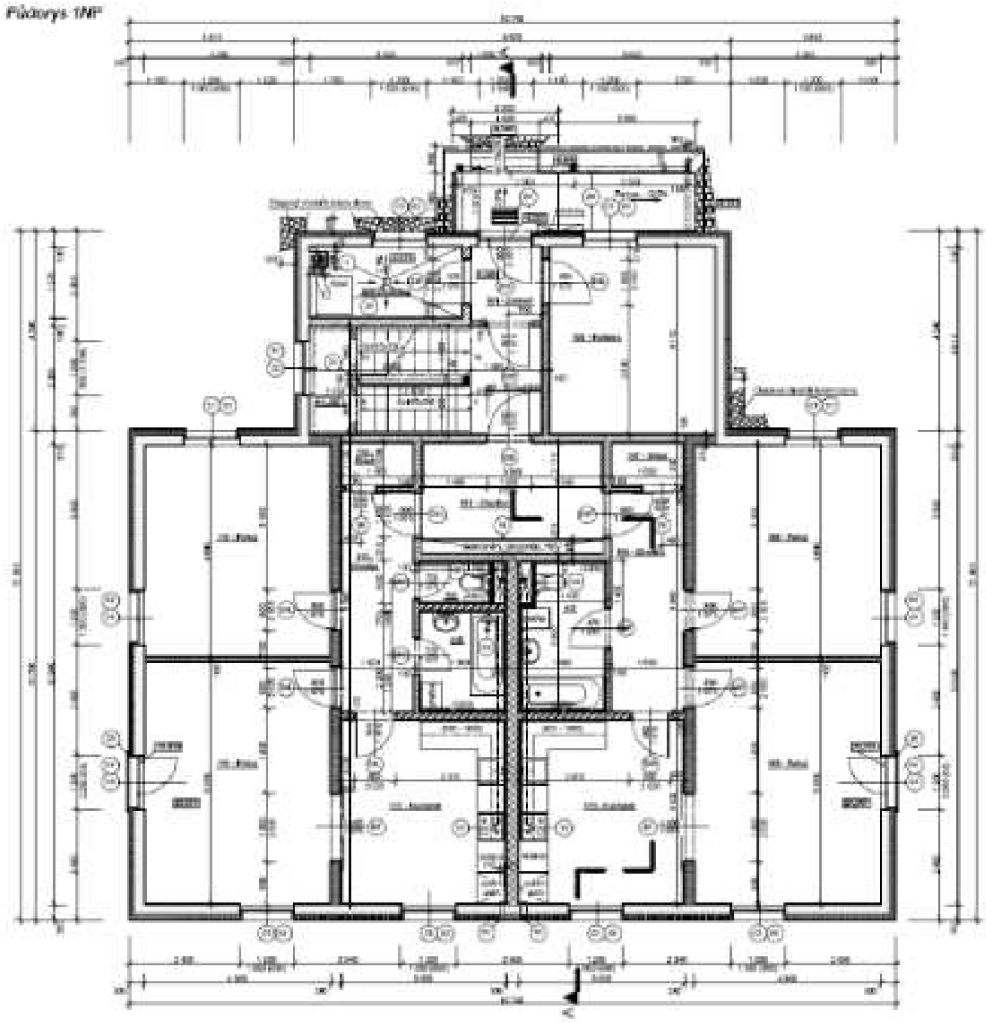
SEZNAM OBRÁZKŮ 9

POUŽITÁ LITERATURA 10

1. ÚVOD

Úkolem Diplomové práce je vypracovat návrh nosné konstrukce bytového domu. Podkladem je architektonický návrh z Diplomové práce, kterou zpracoval Bc. Adam Köhler [19]. Jedná se o dvoupodlažní bytový dům o 2 nadzemních podlažích pro 4 bytové jednotky, každá o půdorysné ploše 70 m^2.

Návrh domu je uvažován pro lokalitu České Budějovice. Oblast spadá do II. sněhové a II. větrové kategorie.



Obrázek 1: Zadání – Architektonické řešení [19]

Bytový dům je navržen jako dvoupodlažní nepodsklepený s podstřešním prostorem bez užitného využití. Půdorys domu je navržen ve tvaru písmene „T“ o rozměrech 15,04 x 16,74 m. Výška domu od terénu po vrchol střechy je 9,25 m. Dům je zastřešen sedlovou střechou se sklonem 35°. Na delší straně půdorysu je část střechy zalomená pod sklonem 10°.

2. VARIANTY ŘEŠENÍ

Nosnou konstrukci bytového domu jsem navrhla ve dvou variantách řešení. Obě varianty mají stejné dispoziční řešení a uspořádání jednotlivých nosných prvků.

První varianta je navržena z ocelových tenkostěnných profilů průřezu ve tvaru „C“. Druhá varianta je navržená z dřevěných profilů.

Některé konstrukční prvky jsou u obou variant navrženy ze stejného materiálu. A to ocelová ztužidla, dřevěné věnce, vaznice a úžlabní krokev.

2.1. VARIANTA Z TENKOSTĚNNÝCH PROFILŮ

V první variantě je nosná konstrukce navržena z tenkostěnných profilů, kromě základových prahů, věnců, úžlabních krokví a vaznice – vše dřevěné.

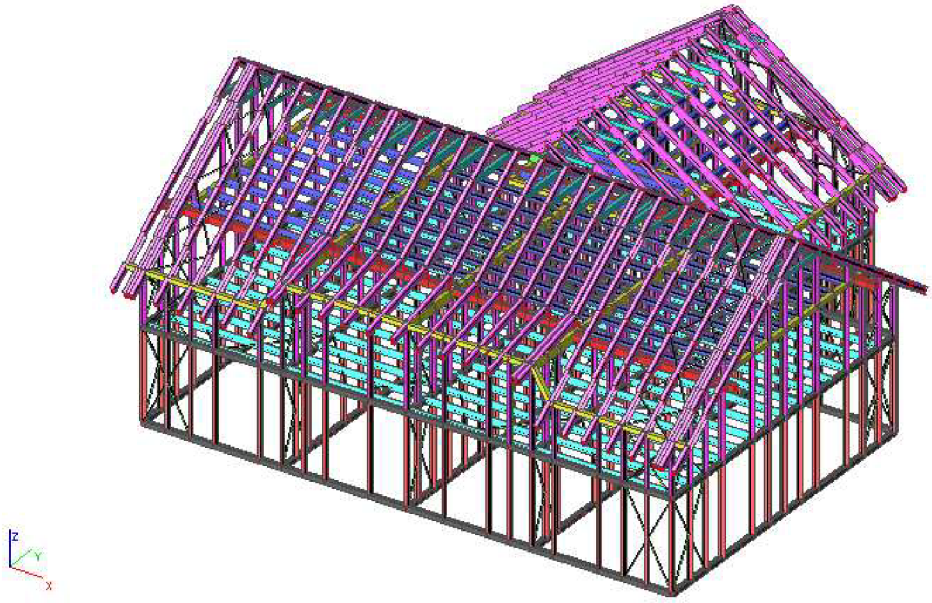
Svislá nosná konstrukce je tvořena sloupky v půdorysné osové vzdálenosti 725(730) mm. Sloupky jsou navrženy z profilu C160/60/20/2 (výška/šířka/délka výztuhy/tloušťka). Sloupky jsou založeny na dřevěném základovém prahu průřezu 140/140 mm. Na vrchol sloupků je osazen dřevěný věnec nebo pozednice profilu 140/140 mm.

Vodorovné ztužení stěn bude z části zajištěno pomocí opláštění sloupků deskami. Ze strany exteriéru OSB desky a ze strany interiéru desky Fermacell. Zbytek vodorovného ztužení je zajištěno pomocí ocelových ztužidel z pásu ocelového plechu profilu 2/100 mm. Ztužidla jsou umístěna v diagonálním směru s překřížením v rozích nosných stěn.

Vodorovná nosná konstrukce je tvořena nosnými prvky (stropní konstrukce) a roznášecími/ztužujícími prvky (věnce, pozednice, vaznice). Věnec a pozednice mají stejný profil 140/140 mm. Vaznice má dřevěný profil 200/200 mm. Stropní nosnou konstrukci tvoří tenkostěnný profil C200/100/20/2,5 (výška/šířka/délka výztuhy/tloušťka). Půdorysná vzdálenost stropních nosníků je 725(730) mm.

Ztužení stropních konstrukcí je zajištěno plošným záklopem z OSB desek. V 1.NP je ztužení po obvodě nosných stěn doplněno ocelovými ztužidly z pásu ocelového plechu 2/50 mm.

Nosná konstrukce střechy je řešena jako krov. Krokve jsou navrženy z ocelových tenkostěnných profilů C220/100/20/3 (výška/šířka/délka výztuhy/tloušťka). Krokve jsou uloženy na dřevěnou pozednici a vaznici. Osová vzdálenost krokví je 725(730) mm. Pod vrcholem je provedena vodorovná kleština dřevěného profilu 60/100 mm. Úžlabní krokve mají dřevěný profil 160/200 mm.



Obrázek 2: Model nosné konstrukce – varianta z tenkostěnných profilů

2.2. VARIANTA Z DŘEVĚNÝCH PROFILŮ

V druhé variantě je nosná konstrukce navržena z dřevěných profilů, kromě ocelových ztužidel.

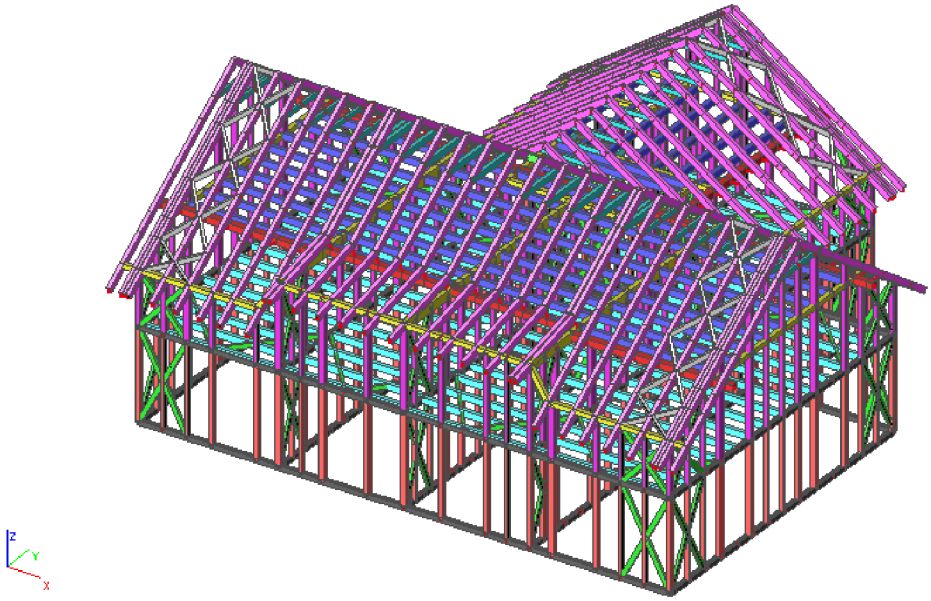
Svislá nosná konstrukce je tvořena sloupky v půdorysné osové vzdálenosti 725(730) mm. Sloupky jsou navrženy z dřevěných profilů 70/140 mm. Sloupky jsou založeny na dřevěném základovém prahu průřezu 140/140 mm. Na vrchol sloupků je osazen dřevěný věnec nebo pozednice profilu 140/140 mm.

Vodorovné ztužení stěn bude z části zajištěno pomocí opláštění sloupků deskami. Ze strany exteriéru OSB desky a ze strany interiéru desky Fermacell. Zbytek vodorovného ztužení je zajištěno pomocí ocelových ztužidel z pásu ocelového plechu profilu 2/100 mm. Ztužidla jsou umístěna v diagonálním směru s překřížením v rozích nosných stěn.

Vodorovná nosná konstrukce je tvořena nosnými prvky (stropní konstrukce) a roznášecími/ztužujícími prvky (věnce, pozednice, vaznice). Věnec a pozednice mají stejný profil 140/140 mm. Vaznice má dřevěný profil 200/200 mm. Stropní nosnou konstrukci tvoří dřevěné profily 120/200 mm. Půdorysná vzdálenost stropních nosníků je 725(730) mm.

Ztužení stropních konstrukcí je zajištěno plošným záklopem z OSB desek. V 1.NP je ztužení po obvodě nosných stěn doplněno ocelovými ztužidly z pásu ocelového plechu 2/50 mm.

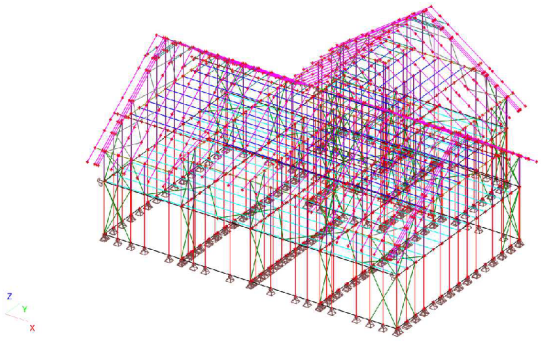
Nosná konstrukce střechy je řešena jako krov. Krokve jsou navrženy z dřevěných profilů 120/180 mm. Krokve jsou uloženy na dřevěnou pozednici a vaznici. Osová vzdálenost krokví je 725(730) mm. Pod vrcholem je provedena vodorovná kleština dřevěného profilu 60/100 mm. Úžlabní krokve mají dřevěný profil 160/200 mm.



Obrázek 3: Model nosné konstrukce – varianta z dřevěných profilů

2.3. POROVNÁNÍ VARIANT

Předmětem porovnání variant, je porovnat „Dřevěnou“ a „Ocelovou“ variantu z hlediska, pracnosti, finančního hlediska a využití průřezu. V dalších řádcích budu porovnávat naprosto stejný, dvoupodlažní bytový dům, tvaru T. Ocelová i dřevěná varianta má stejné rozteče stojek, stropních trámů i krokví. Tím pádem je stejný i model, počet uzlů a počet prutů.



Obrázek 4: Prutový model nosné konstrukce

Pracnost:

Protože varianty mají naprosto stejné rozteče a předpokládá se, že všechny spoje budou provedeny stejným způsobem, pracnost obou variant bude stejná. Ocelová varianta může být o něco složitější, z důvodu kombinace dvou materiálů (oceli a dřeva), protože některé prvky v ocelové variantě zůstávají dřevěné.

Cena:

DŘEVO:	DÉLKA (m)	POVRCH (m2)	OBJEM (m3)	HMOTNOST (kg)
140/140	680,497	381,078	13,34	4534,83
80/140	879,829	387,126	9,85	3350,39
120/200	479,184	306,678	11,50	3910,14
120/180	560,635	336,331	7,26	2470,01
200/200	49,362	39,489	1,97	671,32
140/280	25,41	21,344	1,00	338,66
160/200	16,76	12,067	0,54	182,35
∑ =	2691,68	1484,11	45,46	15457,71

Cena:
5800kč/m3 263690,41 Kč

OCEL + DŘEVO:

DŘEVO:	DÉLKA (m)	POVRCH (m2)	OBJEM (m3)	HMOTNOST (kg)
140/140	322,473	180,585	6,32	2148,96
80/140	60,078	26,434	0,67	228,78
120/180	22,533	13,52	0,49	165,48
200/200	49,362	39,489	1,97	671,32
140/280	25,41	21,344	1,00	338,66
120/160	16,76	12,067	0,32	109,41
∑ =	496,62	293,44	10,77	3662,62
OCEL:		462,998	0,46	3608,40
		402,51	0,50	3924,50
		471,446	0,70	5511,00
		38,737	0,29	2280,30
	∑ =	1375,69	1,95	15324,20
	∑ =	1669,13	12,72	18986,82

Cena:
Dřevo: 5800kč/m3 62479,93
Ocel: 17kč/kg 322775,88
∑ = 385255,81 Kč

Cena je vypočtena pouze za materiál. Není zohledněna úprava profilů či spoje. Z tabulky vyplívá, že hmotnost, povrch a cena je větší u oceli, než u dřevěné varianty. Jeden z důležitých ukazatelů pro budoucího investora, je cena. Proto cena jasně hovoří pro dřevěnou variantu. Další výhodou dřevěné varianty, je také snazší možnost sehnání dřevěných prvků, než složitější výroba „netypických“ válcovaných profilů.

Využití profilů - únosnost:

Krokve:

Dřevo – 0,62% **Ocel – 0,94%**

Sloupky:

Dřevo – 0,49% **Ocel – 0,96%**

Stropní trámy:

Dřevo – 0,49% **Ocel – 0,78%**

Maximální deformace:

Krokve:

Dřevo – 9,9mm **Ocel – 7,7mm**

Sloupky:

Dřevo – 4,4mm **Ocel – 4,5mm**

Stropní trámy:

Dřevo – 11,8mm **Ocel – 7,2mm**

Z této tabulky je jasné, že využití profilů ocelové varianty je větší. Dřevěná varianta má tudíž větší rezervu. Naopak dřevěná varianta je horší z hlediska průhybu a dotvarování.

Závěr:

Z kritérií je zřejmé, že nejvíce rozhoduje cena, která ukazuje pro dřevěnou variantu. **Proto byla dřevěná varianta vybrána pro podrobné zpracování.**

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zadání – Architektonické řešení..... 3
Obrázek 2: Model nosné konstrukce – varianta z tenkostěnných profilů..... 5
Obrázek 3: Model nosné konstrukce – varianta z dřevěných profilů.....6
Obrázek 4: Prutový model nosné konstrukce......6

POUŽITÁ LITERATURA

[1] ČSN EN 1990 – *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 03/2004

[2] ČSN EN 1990, *Změna A1 Zásady navrhovaní konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 04/2007

[3] ČSN EN 1991-1-1 *Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 03/2004

[4] ČSN EN 1991-1-3 *Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, 06/2005

[5] ČSN EN 1991-1-4 *Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 04/2007

[6] ČSN EN 1993-1-1 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 12/2006

[7] ČSN EN 1993-1-3 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-3: Obecná pravidla – Doplňující pravidla pro tenkostěnné a za studena tvarované prvky a plošné profily*. Praha: Český normalizační institut, 02/2008

[8] ČSN EN 1993-1-5 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn*. Praha: Český normalizační institut, 02/2008

[9] ČSN EN 1993-1-8 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, 12/2006

[10] ČSN EN 1995-1-1 *Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 12/2006

[11] ČSN 73 1701 *Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 02/2000

[12] Koželuh, B., *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 1, Navrhování a konstrukční materiály*, Centrum Hout, The Netherlands, 1995

[13] Koželuh, B., *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 2, Navrhování detailů a nosných systémů*, Centrum Hout, The Netherlands, 1995

[14] Straka, B., Sýkora, K., *Dřevěné konstrukce, Studijní opory BO03 – Modul M01 – 05*. VUT v Brně, FAST

[15] Macháček, J., Sokol, Z., Vraný, T., Wald, F., *Navrhování ocelových konstrukci. Příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8, Navrhování hliníkových konstrukcí*. Příručka k ČSN EN 1999-1. ČKAIT, 2009

[16] Kuklík, P., Kuklíková, A., *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995-1*. ČKAIT, 2010

[17] Karmazínová, M., *Prvky kovových konstrukci, Studijní opory BO02 – Modul M06 Únosnost štíhlých stěn*. VUT v Brně, FAST

[18] Melcher, J., Pilgr, M., *Kovové konstrukce I, Studijní opory BO04 – Modul M04 Sloupy a větrové ztužidlo*, VUT v Brně, FAST

[19] Bc. Adam Köhler. *Nosná konstrukce bytového domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí, 2011. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Marcela Karmazínová CSc.

[20] http://www.kronospan.cz/

[21] http://www.isover.cz/cz/index.aspx

[22] http://www.bova-nail.cz

[23] http://www.stachema.cz

[24] http://www.balakom.cz

[25] http://www.fermacell.cz

[26] http://www.knauf.cz

[27] http://www.hilti.cz

SEZNAM NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	průřezová plocha
B	zatěžovací šířka
C_{dir}	součinitel směru větru
$C_{e(z)}$	součinitel expozice
$C_{o(z)}$	součinitel orografie
$c_{pe,10}$	součinitel vnějšího aerodynamického tlaku
$c_{r(z)}$	součinitel drsnosti
C_{season}	součinitel ročního období
$F_{t,Ed}$	tahová síla
E	modul pružnosti v tahu a tlaku
F	síla
G	modul pružnosti ve smyku
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence
I	moment setrvačnosti průřezu
L	rozpětí
L_{cr}	kritická vzpěrná délka
M_d	návrhový moment
N	osová síla
V	posouvající síla
R	reakce
W_y	průřezový modul průřezu
ZS	zatěžovací šířka
b	šířka průřezu
h	výška průřezu
d	průměr
e	excentricita
f_y	mez kluzu
f_u	mez pevnosti
i	poloměr setrvačnosti
k_c	součinitel vzpěrnosti
k_{def}	součinitel dotvarování
k_{mod}	modifikační součinitel
l	rozpětí
t	tloušťka
u	deformace
v	rychlost větru
γ	součinitel spolehlivosti
δ	průhyb
λ	štíhlost
π	Ludolfovo číslo
σ	napětí
τ	napětí ve smyku
ψ	součinitel

SEZNAM PŘÍLOH:

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA

C. STATICKÝ VÝPOČET

D. PŘÍLOHY STATICKÉHO VÝPOČTU

E. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE