



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 RODINNÉHO DOMU Z TENKOSTĚNNÝCH OCELOVÝCH PROFILŮ

FAMILY HOUSE LOAD-BEARING STRUCTURE COMPOSED OF THIN-WALLED STEEL MEMBERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

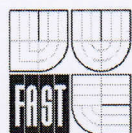
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Radek Bulíček

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Radek Bulíček


Název Nosná konstrukce rodinného domu
z tenkostěnných ocelových profilů

Vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.


**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011


.....
Doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
vedoucí ústavu




.....
Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Architektonické a dispoziční řešení
2. Půdorysy a charakteristické řezy
3. Literatura podle doporučení vedoucí bakalářské práce

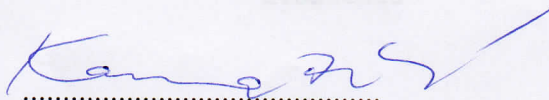
Zásady pro vypracování

Navrhnete nosnou konstrukci montovaného rodinného domu z tenkostěnných ocelových profilů. Jedná se o jednopodlažní objekt s půdorysnými rozměry cca 9,5 x 10,5 m a sedlovou střechou. Je situován v obci Jemnice v okr. Třebíč v městské zástavbě.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací a dále:

1. Zadání
2. Technická zpráva
3. Statický výpočet
4. Výkresová dokumentace v rozsahu podle pokynů vedoucí bakalářské práce



Doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
vedoucí bakalářské práce



Abstrakt

Cílem bakalářské práce je návrh a ověření únosnosti nosných prvků jednopodlažního rodinného domu z tenkostěnných za studena tvarovaných prvků. Součástí domu je také přistavené stání pro automobily z dřevěných prvků. Rodinný dům je obdélníkového půdorysu o rozměrech 9,5 x 10,5 m. Tvar střechy domu je sedlový se sklonem 30°, na straně přistaveného stání jsou krokve spojeny s krokvemi garážového stání.

Statically byly posouzeny tyto prvky: nosné prvky střechy domu (krokve, hambálek, střešní ztužidlo), nosné prvky stropu (stropní nosníky), dřevěný ztužující věnec, nosné prvky obvodových a vnitřních nosných stěn (sloupky), nosné prvky přistaveného stání (krokve, vaznice, sloupky). Všechny posudky byly prováděny dle momentálně platných norem. Výpočtem bylo prokázáno, že všechny navrhované prvky vyhoví na únosnost a použitelnost.

Klíčová slova

Ocel, dřevo, boulení, vzpěr, klopení, C profil, U profil, krokev, hambálek, sloupek, věnec, ztužidlo, vaznice, posouzení únosnosti.

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to design and verify load bearing members of single-storey family house composed of thin-walled cold-formed elements. Parking space for cars of timber members is the part of the house, too. The family house is in rectangular plan with dimensions of 9.5 x 10.5 m. The roof of the house is hipped, on the side of the house with the parking place rafters are associated with garage rafters.

The following elements were statically assessed: structural members of the house roof (rafters, collar tie, roof bracing), structural members of the ceiling (ceiling beams), reinforcing timber frame, external and internal load bearing walls (columns), load bearing elements of the parking space (rafters, purlins, columns). All assessments were performed according to currently valid standards.

The calculation showed that the resistance and serviceability of all components are satisfied.

Keywords

Steel, timber, buckling, profile C, profile U, rafter, collet, column, frame, bracing, purlins, assessment of capacity.

...

Bibliografická citace VŠKP

BULÍČEK, Radek. *Nosná konstrukce rodinného domu z tenkostěnných ocelových profilů*. Brno, 2011. 16 s., 91 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 bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2012



.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Marcele Karmazínové, CSc. za odborné vedení, cenné rady, připomínky a poskytnutí podkladů, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

OBSAH:

ÚVOD

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ZÁVĚR

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SEZNAM PŘÍLOH

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je návrh a ověření únosnosti nosných prvků jednopodlažního rodinného domu z tenkostěnných za studena tvarovaných prvků. Součástí domu je také přistavené stání pro automobily z dřevěných prvků. Rodinný dům je obdélníkového půdorysu o rozměrech 9,5 x 10,5 m. Tvar střechy domu je sedlový se sklonem střechy 30°, na straně přistaveného stání jsou krokve spojeny s krokvemi garážového stání.

VŠEOBECNĚ

Předmětem řešení je nosná konstrukce rodinného domu, tj. konstrukce krovu, obvodových a vnitřních nosných stěn, štítových stěn, stropu a přistaveného stání pro vozidla. Nosná konstrukce je navržena jako ocelový prutový systém z tenkostěnných za studena tvarovaných profilů z materiálu S355. Dřevěné prvky jsou navrženy z materiálu C22.

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Je navržen ocelový systém s běžnou vzdáleností vazeb krovu 600 mm s výjimkou krajních polí, kde je vzdálenost vazeb přizpůsobena. Vazby krovu jsou kladeny příčně, tj. ve směru menšího půdorysného rozměru, tedy na rozpětí 9,5 m. Štítové vazby jsou (bez hambálku) zdvojeny a jsou připojeny z obou stran ke sloupkům štítových stěn. Součástí štítových stěn je vodorovný ztužující prut z profilu C160 výšky 160 mm s tloušťkou stěny 1,25 mm připojený ve výšce cca 1,5 m ke sloupkům štítové stěny. Vazby krovu jsou uloženy na dřevěném věnci.

Krokve jsou v úseku mezi věncem a vrcholem tvořeny dvěma ocelovými C160 profily výšky 160 mm s tloušťkou stěny 1,25 mm, v přesahující části pozednice pouze jedním C160 profilem. Na druhé straně objektu budou profily spojeny s dřevěnými krokvemi přistaveného stání pro automobily. Dřevěná krokev bude protažena 1 m přes věnec. Na tomto úseku bude provedeno spojení s ocelovými profily pomocí ocelových vrutů \varnothing 4,2 mm, dl. 60 mm. Na spodní stranu krokví bude provedeno podbití z OSB desek tl. 22 mm. Na vrchní stranu bude provedeno bednění z OSB desek tl. 15 mm. Připojení krokve k věnci je řešeno pomocí ocelových příložek tvaru L. Rozměr příložky je 120 x 120 x 120 mm, tl. 3 mm. Materiál příložky je ocel S355. Kotvení příložky je pomocí ocelových vrutů \varnothing 4,2 mm, dl. 16 mm. Spojení krokví ve vrcholu je provedeno ocelovými vruty \varnothing 4,2 mm, dl. 16 mm.

Hambálek je tvořen ocelovým C220 profilem výšky 220 mm s tloušťkou stěny 1,5 mm. Hambálek bude spojovat krokve přibližně ve 2/3 jejich délky. Spoj bude proveden ocelovými vruty \varnothing 4,2 mm, dl. 16 mm.

Ztužení střechy v její rovině bude provedeno pomocí příhradového ztužidla. Ztužidlo probíhá přes tři pole krokví. Horní a dolní pásy budou tvořeny hambálky a krokvemi, funkci svislice přebere podbití OSB deskami a diagonály budou vytvořeny ocelovými táhly rozměru 100 x 1,25 mm. Při výpočtu bylo uvažováno pouze s taženými táhly. Ztužidlo bude vedeno po spodní straně krokví od věnce k hambálku a poté po spodní straně hambálku.

STROPNÍ KONSTRUKCE

Stropní konstrukce je navržena jako systém stropních nosníků. Stropní nosníky jsou uloženy na obvodových a vnitřních nosných stěnách na dřevěný věnec minimální úložnou délkou 120 mm. Nosníky jsou tvořeny C220 profily výšky 220 mm s tloušťkou stěny 1,5 mm. Jejich osová vzdálenost je 600 mm s výjimkou krajních polí, kde je vzdálenost přizpůsobena. Konce profilů budou uzavřeny lemovacím profilem U220 výšky 223 mm s tloušťkou stěny 1,5 mm. Na profily bude proveden záklop z OSB desek tl. 22 mm. Upevnění profilů k dřevěnému věnci bude provedeno pomocí ocelových příložek tvaru L. Rozměr příložky je 120 x 120 x 120 mm, tl. 3 mm. Materiál příložky je ocel S355. Kotvení příložky je provedeno pomocí ocelových vrtů \varnothing 4,2 mm, dl. 16 mm.

VĚNEC

Věnec bude probíhat nad všemi nosnými stěnami, vnitřními i obvodovými. Bude plnit i zároveň funkci pozednice a překladu nad otvory v nosných stěnách. Průřez věnce je 160 x 200 mm. Spojení jednotlivých věnců bude provedeno ocelovými příložkami tvaru L. Rozměr příložky je 150 x 120 x 150 mm, tl. 3 mm. Materiál příložky je ocel S335. Kotvení příložky k věncům je pomocí vrtů \varnothing 4,2 mm, dl. 60 mm. Věnce obvodových stěn budou v příčném směru spojeny v předepsaných místech ocelovými táhly rozměru 100 x 1,25 mm. Ocel táhel je S355.

KONSTRUKCE NOSNÝCH STĚN

Nosné obvodové a vnitřní stěny jsou tvořeny systémem svislých sloupků z profilu C160 výšky 160 mm s tloušťkou stěny 1,25 mm. Běžné vzdálenosti sloupků jsou 600 mm s výjimkou krajních sloupků dveřních a okenních otvorů a na styku nosných stěn, kde jsou vzdálenosti přizpůsobeny. Upevnění sloupků k základovému prahu a dřevěnému věnci bude provedeno pomocí ocelových příložek tvaru L. Rozměr příložky je 120 x 120 x 120 mm, tl. 3 mm. Materiál příložky je ocel S355. Kotvení příložky ke sloupku je pomocí ocelových vrtů \varnothing 4,2 mm, dl. 16 mm, k prahu je příložka kotvena kotevním šroubem \varnothing 15 mm, dl. 60 mm. Otvory budou lemovány profilem U160, výška 160 mm, tloušťka stěny 1,25 mm, a z konstrukčního hlediska navíc dřevěnou fošnou rozměru 40 x 160 mm. Horní a dolní konce sloupků budou uzavřeny lemovacím profilem U160.

Tuhost obvodových a vnitřních nosných stěn (v rovině stěny) budou zajišťovat ztužidla. Ztužidla jsou řešena jako diagonály o rozměrech 100 x 1,25 mm. Zpravidla jsou nataženy přes dvě pole. K tuhosti dále přispěje opláštění z desek OSB tl. 22 mm. Desky budou kotveny po obvodě a uprostřed ve vodorovném směru ke sloupkům, základovému prahu a věnci po 150 mm.

NOSNÁ KONSTRUKCE PŘISTAVENÉHO STÁNÍ PRO AUTOMOBILY

Sloupky jsou tvořeny dřevěným profilem o rozměrech 160 x 160 mm. Osová vzdálenost sloupků je 3,5 m. Sloupky budou ukončeny 30 cm nad zemí. Se základem budou spojeny ocelovou nožkou tvořenou stojinou \varnothing 15 mm a na ní navařenou příložkou tvaru U. Rozměr příložky je 120 x 160 x 120 x 120 mm, tl. 3 mm. Materiál nožky je ocel S235. Nožka bude zabetonována zároveň při betonování základu.

Vaznice je vytvořena dřevěným prvkem rozměrů 160 x 160 mm. Vaznice budou se sloupky spojeny jednoduchým čepem zajištěným hřebíkem \varnothing 3,1 mm, dl. 90 mm.

Krokve tvoří dřevěný profil o rozměrech 100 x 160 mm. Osová vzdálenost krokví je 600 mm. Na horní straně krokví bude provedeno bednění z dřevěných palubek tl. 15 mm. Připojení krokve k věnci je řešeno pomocí ocelových příložek tvaru L. Rozměr příložky je 120 x 120 x 120 mm, tl. 3 mm. Materiál příložky je ocel S355. Kotvení příložky je pomocí ocelových vrtů \varnothing 4,2 mm, dl. 60 mm. Napojení krokví na vaznici bude provedeno osedláním a zajištěno hřebíkem \varnothing 6,3 mm, dl. 180 mm.

Ztužení v podélném směru je provedeno dřevěnými pásky průřezu 60 x 100 mm. Pásky spojují sloupek s pozednicí pod úhlem 45°. Spojení je provedeno jednoduchým čepem a zajištěno hřebíkem \varnothing 4/100 mm.

POZNÁMKA KE STATICKÉMU ŘEŠENÍ

Z důvodu lokálního boulení tlačných částí ocelových tenkostěnných profilů je ve statickém výpočtu uvažováno se ztrátou lokální stability (boulením stěn) tlačných částí.

ZÁVĚR

Staticky byly posouzeny tyto prvky: nosné prvky střechy domu (krokve, hambálek, střešní ztužidlo), nosné prvky stropu (stropní nosníky), dřevěný ztužující věnec, nosné prvky obvodových a vnitřních nosných stěn (sloupky), nosné prvky přistaveného stání (krokve, vaznice, sloupky). Všechny posudky byly prováděny dle momentálně platných norem.

Výpočtem bylo prokázáno, že všechny navržené prvky vyhoví na únosnost a použitelnost.

POUŽITÉ NORMY A DALŠÍ POUŽITÉ ZDROJE

Výpočet zatížení, návrh a posouzení prvků nosné konstrukce je provedeno v souladu s aktuálně platnými normativními předpisy. Byly použity evropské normy ČSN EN pro zatížení konstrukcí, navrhování ocelových konstrukcí a navrhování dřevěných konstrukcí - viz seznam použitých norem.

ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 (73 0035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI, 2004

ČSN EN 1991-1-3 (73 0035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ČNI, 2005

ČSN EN 1991-1-4 (73 0035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČNI, 2007

ČSN EN 1993-1-1 (73 1401): Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI, 2006

ČSN EN 1993-1-3 (73 1401): Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily, ČNI, 2008

ČSN EN 1993-1-5 (73 1401): Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn, ČNI, 2008

ČSN EN 1993-1-8 (73 1401): Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1995-1-1 (73 1701): Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Karmazínová, M. a Pilgr, M. Ocelové konstrukce vícepodlažních budov - Pomůcka pro cvičení, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno 2004.
ISBN 80-214-2570-9

Studnička, J. Ocelové konstrukce 10 - Tenkostěnné profily, Vydavatelství ČVUT, Praha 2002. ISBN 80-01-02018-5

[online]; URL: http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02/BO02_cvi_11.pdf

[online]; URL: <http://www.google.cz> a odkazy z tohoto vyhledávače na jiné stránky

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

f_y	-mez kluzu oceli
f_u	-mez pevnosti oceli
E	-modul pružnosti v tahu, tlaku
G	-modul pružnosti ve smyku
α	-součinitel délkové teplotní roztažnosti
ν	-součinitel příčného přetvoření (Poissonův poměr) v pružném stavu
σ	-normálové napětí
γ_{M0}	-dílní součinitel únosnosti průřezu
γ_{M1}	-dílní součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu
γ_{M2}	-dílní součinitel únosnosti průřezu při porušení tahem
$f_{m,k}$	-charakteristická pevnost dřeva v ohybu
$f_{m,d}$	-návrhová pevnost dřeva v ohybu
$f_{c,90,k}$	-charakteristická pevnost dřeva v tlaku kolmo k vláknům
$f_{c,90,d}$	-návrhová pevnost dřeva v tlaku kolmo k vláknům
$f_{c,0,k}$	-charakteristická pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c,0,d}$	-návrhová pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny
A	-plocha průřezu
W_y	-modul průřezu k ose y
W_z	-modul průřezu k ose z
I_y	-moment setrvačnosti k ose y
I_z	-moment setrvačnosti k ose z
I_t	-moment tuhosti v prostém kroucení
I_w	-výsečový moment setrvačnosti
i_y	-poloměr setrvačnosti k ose y
i_z	-poloměr setrvačnosti k ose z
A_{eff}	-efektivní plocha průřezu
$W_{y,eff}$	- efektivní modul průřezu k ose y
$W_{z,eff}$	- efektivní modul průřezu k ose z
$I_{y,eff}$	- efektivní moment setrvačnosti k ose y
$I_{z,eff}$	- efektivní moment setrvačnosti k ose z
$I_{t,eff}$	- efektivní moment tuhosti v prostém kroucení
$I_{w,eff}$	- efektivní výsečový moment setrvačnosti
$i_{y,eff}$	- efektivní poloměr setrvačnosti k ose y
$i_{z,eff}$	- efektivní poloměr setrvačnosti k ose z
t	-tloušťka prvku
b	-šířka prvku
h	-výška prvku
h_w	-výška stojiny
γ_G	-součinitel stálého zatížení
γ_Q	-součinitel proměnného zatížení
λ	-štíhlost prvku
λ_{rel}	-relativní štíhlost

A_v	-smyková plocha
l	-délka prutu
ψ	-poměr napětí nebo poměrných přetvoření
k_s	-součinitel boulení stěny
N_{Ed}	-návrhová osová síla
M_{Ed}	-návrhový ohybový moment
V_{Ed}	-návrhová smyková síla
ΔM_{Ed}	-přídavný moment v důsledku posunu těžiště účinné plochy A_{eff} od těžiště plného průřezu
$N_{u,Rd}$	-návrhová únosnost v tahu průřezu oslabeného dírami pro spojovací prostředky
$N_{b,Rd}$	-návrhová únosnost prvku v otláčení
$N_{v,Rd}$	-návrhová únosnost spojovacího prostředku ve stříhu
α_{lt}	-součinitel imperfekce při klopení
β	-opravný součinitel pro křivky klopení
Q_k	-charakteristická hodnota proměnného soustředěného zatížení
q_k	-charakteristická hodnota proměnného rovnoměrného zatížení
g_k	-charakteristická hodnota stálého rovnoměrného zatížení
C_e	-součinitel expozice
C_t	-tepelný součinitel
s_k	-charakteristická hodnota zatížení sněhem v místě staveniště
c_p	-součinitel tlaku
c_t	-součinitel drsnosti
c_o	-součinitel orografie
c_{pe}	-součinitel expozice
w	-tlak větru
v_b	-základní rychlost větru
z	-výška nad zemí
z_{min}	-minimální výška
z_{max}	-maximální výška

Výše uvedený seznam není úplný, vysvětleno ve statickém výpočtu.

SEZNAM PŘÍLOH

- 2 STATICKÝ VÝPOČET
- 3 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE