

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

Dřevostavba rodinného domu typu bungalov

Diplomová práce

Přílohy: výkresová dokumentace

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Dřevostavba rodinného domu typu bungalov zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne

.....

podpis studenta

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval své vedoucí diplomové práce paní doc. Dr. Ing. Zdeňce Havířové za vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce a také své rodině a známým za podporu při studiu na této škole.

Abstrakt

Jméno: Roman Parys

Název práce: Dřevostavba rodinného domu typu bungalov

Diplomová práce se zabývá vypracováním projektové dokumentace pro realizaci rodinného domu typu bungalov. Objekt je navržen za použití masivní dřevěné stěny systému NOVATOP a je zastřešen valbovou střechou, jejíž nosnou konstrukci tvoří dřevěné příhradové vazníky.

Práci lze rozdělit na dvě části – na část textovou a část výkresovou. Textová část se zabývá popisem konstrukčního systému masivní dřevěné stěny NOVATOP, popisem jednotlivých konstrukcí, tepelně technickým posouzením obvodových konstrukcí a obsahuje také technickou zprávu a výkaz materiálu. Výkresová část obsahuje základní výkresy, konstrukční detaily a také výrobní výkresy stěnových panelů.

Klíčová slova:

NOVATOP systém, masivní stěna, výrobní dokumentace, technická zpráva, výkaz materiálu

Abstract

Name: Roman Parys

Title of the thesis: Wooden family house of bungalow type

This diploma thesis deals with elaborating of project documentation for the realization of the family house of bungalow type. The building is designed using a solid wooden wall of NOVATOP system and is covered by a hipped roof, which the supporting structure consists of the wooden trusses.

The thesis can be divided in two parts – the part of the text and drawings. The text part describes the construction system of solid wooden wall of NOVATOP system, the description of each constructions, thermally technical assessment of building envelope constructions and the text part also contains the technical report and the statement of material. The drawing part contains basic drawings, construction details and also production drawings of wall panels.

Key words:

NOVATOP system, solid wall, production documentation, technical report, statement of material

OBSAH

1	Úvod	9
2	Cíl práce.....	10
3	Metodika	11
4	Současný stav řešené problematiky.....	12
	4.1 Dřevo jako konstrukční materiál	12
	4.2 Konstrukční systémy dřevostaveb	12
	4.3 NOVATOP systém	12
5	Rodinný dům typu bungalov	14
	5.1 Popis objektu.....	14
	5.2 Dispoziční řešení	14
	5.3 Skladby jednotlivých konstrukcí.....	15
	Obvodová stěna	15
	Vnitřní stěna.....	15
	Strop – sádrokartonový podhled	16
	Podlaha.....	16
	Střecha	17
	5.4 Tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí	17
	Obvodová stěna	18
	Strop – sádrokartonový podhled	20
	Podlaha.....	22
6	Technická zpráva	24
	6.1 Popis objektu.....	24
	6.3 Zemní práce.....	24
	6.4 Základová konstrukce.....	24
	6.5 Svislé konstrukce	24
	Obvodová stěna	24
	Vnitřní mezipokojová stěna	25
	6.6 Vodorovné konstrukce	25
	Střešní konstrukce.....	25
	Stropní konstrukce	25
	6.7 Podlahové konstrukce	26
	6.8 Izolace proti vlhkosti	26
	6.9 Izolace tepelné a zvukové	27
	6.10 Povrchové úpravy.....	27
	Vnitřní.....	27

Vnější.....	27
6.11 Výplně otvorů.....	27
6.12 Truhlářské konstrukce.....	28
6.13 Klempířské konstrukce.....	28
6.14 Vytápění a ohřev TUV.....	28
6.15 Terénní úpravy kolem domu.....	28
7 Výkaz materiálu.....	29
8 Diskuze.....	30
9 Závěr.....	32
10 Summary.....	33
11 Použité zdroje.....	34
12 Seznam obrázků a tabulek.....	35
13 Seznam příloh.....	36

1 ÚVOD

Pojem dřevostavba neznamena pouze roubenku v horských oblastech, ale v dnešní době hlavně stále se rozrůstající výstavbu bytových, rodinných a ostatních objektů. Je to stavba, u které nosnou konstrukci tvoří dřevo, nebo materiály na bázi dřeva, a může být na první pohled nerozeznatelná od objektu zděného či betonového.

Pro zpracování projektové dokumentace jsem vybral ucelený stavební systém pro dřevostavby na bázi masivního křížem lepeného dřeva – NOVATOP systém. Právě tento systém a jeho technologická vyspělost minimalizuje chyby běžných rámových dřevostaveb a velkou měrou zvyšuje kvalitu svých hotových staveb. Vyznačuje se svoji jednoduchostí a to přispívá k rychlosti a ekonomičnosti celé výstavby.

Dřevostavbu přízemního objektu jsem si jako téma své diplomové práce vybral převážně z následujících důvodů:

Celý svůj prozatímní život jsem vyrůstal v rodinném domě na venkově, jak se říká „*mimo civilizaci*“, a tak je mým největším životním cílem mít jednou svůj nádherný rodinný dům taktéž mimo ruch velkoměsta. Vzhledem k praktičnosti a pohodlí dnešního stylu života jsou přízemní objekty velmi oblíbené, a to hlavně u mladých rodin. Já osobně jsem také zastánce názoru „*na co schody, musíme myslet na stáří*“. Přízemní objekty mají i své negativní stránky, přičemž ta největší, při zkoumání cen stavebních pozemků v dnešní době, je právě nutnost vlastnit pozemek větších rozměrů. Nicméně ve výsledku vlastnit rodinný dům s krásnou zahradou, nedělní pohodou na terase u kávy a celkovým klidem je pro některé z nás k nezaplacení.

Dalším důvodem, proč jsem si vybral jako téma diplomové práce právě dřevostavbu rodinného domu je ten, abych své okolí a známé přesvědčil o výborném a spolehlivém stavebním materiálu, jakým právě dřevo bezpochyby je, a zbavil tak všechny předsudků typu „*dřevem se má jenom topit*“ nebo „*foukne vítr a můžeš stavět znova*“. Pevně doufám, že předkládanou práci se tyto mé osobní důvody naplní.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je vypracovat projektovou dokumentaci pro realizaci rodinného domu typu bungalov za použití konstrukčního systému masivní dřevěné stěny od systému NOVATOP. Hlavním cílem je na navržené dispoziční řešení vypracovat výkresovou a výrobní dokumentaci rodinného domu. Dále budou vypracovány konstrukční detaily a skladby obvodových konstrukcí budou posouzeny z hlediska splnění požadavků na tepelnou ochranu budov. Neméně důležitým cílem práce je také vypracování technické zprávy a výkazu materiálu.

3 METODIKA

Diplomová práce se skládá ze dvou částí – textové a výkresové.

Textová část bude obsahovat výpis konstrukčních systémů dřevostaveb a popis vybraného konstrukčního systému NOVATOP. Dále bude práce popisovat realizovanou dřevostavbu rodinného domu typu bungalov, skladby jednotlivých konstrukcí a obvodový plášť bude posouzen z hlediska tepelné techniky. Toto posouzení bude provedeno v programu Teplo 2014 a výsledky budou vyhodnoceny podle požadavků ČSN 73 0540. Práce nabídne také technickou zprávu a výkaz materiálu.

Ve výkresové části budou uvedeny základní výkresy – výkres základů, půdorys, řez, pohledy a konstrukční detaily. Dále bude obsahovat výrobní dokumentaci stěnových panelů, půdorys střechy, 3D pohled na střešní konstrukci a výkresy jednotlivých vazníků. Výkresy budou zhotoveny pomocí programů AutoCAD 2014 a Sema. Střešní konstrukce bude navržena v programu Pamir od firmy MiTek.

4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

4.1 Dřevo jako konstrukční materiál

Jako stavební materiál je dřevo v porovnání s jinými konstrukčními materiály hodnoceno velmi pozitivně. Kromě toho, že je dřevo obnovitelná surovina a je možno jej opětovně použít nebo jinak zhodnotit, je také díky svým vlastnostem, jako je nízká hustota, ale vysoká pevnost, lehká zpracovatelnost nebo nízká tepelná vodivost, ve stavebnictví po staletí používáno jako materiál pro konstrukce krovů a doplňkových stavebně truhlářských výrobků. (Havířová, 2006)

Stavět ze dřeva znamená projektovat, řešit a stavět s materiálem z přírody, který stále dorůstá. Okouzlení, které vychází z lesa, a respekt, který jeho stromy vzbuzují, se přenášejí na dřevo jako materiál. Architekti, stavitelé, řemeslníci a jejich zákazníci – investoři již po staletí staví se dřevem a tento stavební materiál a přírodní surovinu neustále nově používají, utvářejí a mění. Se dřevem se dá realizovat téměř všechno, od nábytku až po loď, od mlýnu až po dům. Dřevo poskytuje nezměrnou volnost pro navrhování a konstruování a umožňuje realizovat i neobvyklé představy. Žádný div, že četné nové konstrukční varianty vycházejí ze dřeva. Dřevo stanovuje trendy. (Kolb, 2011)

4.2 Konstrukční systémy dřevostaveb

Konstrukční systémy, používané v současnosti v Evropě při realizaci dřevostaveb pro bydlení, lze rozdělit do tří základních skupin: stavby elementární (sestavované z jednotlivých elementů), stavby skeletové a stavby masivní. První dvě skupiny se vyvinuly ze staveb hrázděných a reprezentují stavění ze dřeva z tyčových prvků. Základem třetí skupiny – staveb masivních – byla stavba srubová, která se vlastně realizuje dodnes, a navíc k ní v současnosti přibýly ještě novodobé masivní stavby. (Vaverka a kol., 2008)

Jelikož se diplomová práce zabývá dokumentací pro realizaci rodinného domu pomocí konstrukčního systému z CLT panelů, bude následně popsán konkrétní konstrukční systém – NOVATOP.

4.3 NOVATOP systém

NOVATOP je ucelený stavební systém z velkoformátových komponentů vyráběných z křížem vrstveného masivního dřeva (CLT – cross laminated timber). Komponenty NOVATOP se vyrábí z vysušených smrkových lamel skládaných

do vrstev, přičemž jsou k sobě jednotlivé vrstvy otočeny o 90°. Počet vrstev může být různý a určuje konečnou tloušťku panelu. Dřevo je sušeno na vlhkost cca 8 %, což zajišťuje vysokou stabilitu komponentů a zabraňuje tvorbě trhlin. (www.novatop-system.cz)

Výrazným plusovým argumentem je jednoduchost provedení konstrukčních detailů, minimální počet montážních spojů a jednoduché skladby stěn. Jednoduchost provedení se promítá nejen do rychlosti výstavby, ale především do ekonomické stránky celé stavby. Systém je vhodný pro rodinné i bytové domy, ale také pro rekonstrukce, přístavby, nadstavby apod. Umožňuje vyhovět dílčí dodávce stěn či střechy stejně jako komplexnímu řešení celé stavby. Neméně důležitou výhodou u této technologie je možnost ponechat odhalenou nosnou konstrukci jako finální řešení vnitřních povrchů. (www.novatop-system.cz)

5 RODINNÝ DŮM TYPU BUNGALOV

5.1 Popis objektu

Pro návrh rodinného domu typu bungalov bude jako konstrukční systém použita masivní stěna, a to konstrukce z CLT panelů, konkrétně systém NOVATOP. Hlavním důvodem pro výběr tohoto konstrukčního systému je jednoduchost provedení jednotlivých konstrukcí (jednoduché skladby stěn, jednoduchost provedení konstrukčních detailů, minimální počet montážních spojů) a z toho vyplývající rychlost výstavby. Další důvod je ten, že se všechny panely vyznačují vysokou pevností, stabilitou a statickou únosností a vykazují tvarovou stálost i při změnách vlhkosti.

Pro zhotovení nosné střešní konstrukce se nabízí dvě alternativy – první možností je nosná konstrukce pomocí klasického krovu, druhou možností jsou dřevěné příhradové vazníky se styčnickovými deskami s prolisovanými trny. Pro výběr nosné konstrukce střechy je nutné si vyhodnotit všechna pro a proti obou možností a vybrat tu nejvhodnější alternativu pro daný objekt.

Velkou výhodou klasického krovu je bezesporu možnost využití půdního prostoru pro skladování například sezónních věcí. Oproti tomu u klasických trojúhelníkových vazníků je toto využití téměř nulové, avšak je možné vyrobiť i „obloukový“ vazník a tento prostor využít. U vazníkových konstrukcí je velkou výhodou fakt, že se dají použít až na rozpon do 30 m bez středové podpory, což u klasického krovu bez podepření vaznic pomocí středových nosných stěn nebo sloupů nelze. Dále stojí za zmínku možnost tepelné izolace obou konstrukcí, kdy u vazníkové konstrukce je tato možnost téměř neomezená, ať už jde o izolaci ve stropním podhledu, mezi vazníky nebo nad vazníky minerální vatou nebo foukanou izolací, která dokonale vyplní veškerý prostor příhradoviny.

Jelikož je rodinný dům navržený jako přízemní objekt bez využívání půdního prostoru, je volba střešní konstrukce jasná. Vazníkové konstrukce jsou v dnešní době velmi rozšířenou alternativou pro použití právě u přízemních objektů a to také z důvodu menší spotřeby materiálu a rychlosti montáže konstrukce.

5.2 Dispoziční řešení

Rodinný dům je navržený jako přízemní objekt o vnitřní dispozici 4 + KK ve tvaru písmene „L“.

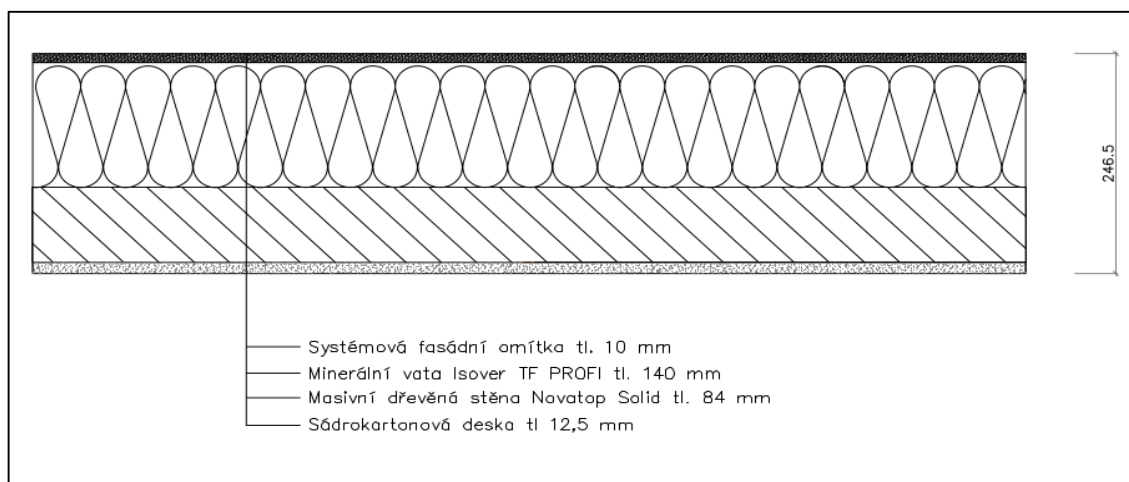
Při navrhování dispozičního řešení přízemního objektu byly zohledněny požadavky pro navrhování obytných budov dle ČSN 73 4301: Obytné budovy (2004) a také orientace místností ke světovým stranám. Největší tepelné zisky ze slunce jsou na jižní straně, o něco menší pak na stranách jihovýchodní a jihozápadní. Právě z tohoto důvodu jsou na zmíněné strany situovány obytné místnosti a na sever pak vchod, koupelna, WC, šatna a technická místnost.

5.3 Skladby jednotlivých konstrukcí

Obvodová stěna

Pro konstrukci obvodové stěny je použit panel NOVATOP SOLID tloušťky 84 mm. Ze strany interiéru je dřevěná konstrukce opláštěná sádkartonovou deskou tloušťky 12,5 mm, která je opatřena dvěma vrstvami nátěru Primalex Plus. Zateplení fasády je provedeno pomocí minerální vaty Isover TF PROFI o tloušťce 140 mm se systémovou fasádní omítkou. Celková tloušťka obvodové stěny je 246,5 mm.

V místnostech, jako je koupelna, WC, technická místnost a kuchyně, je z důvodu vedení instalačních sítí provedena instalační předstěna.

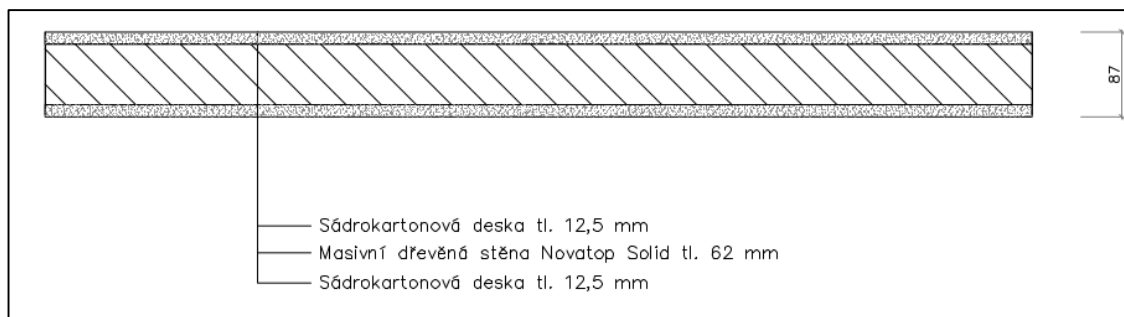


Obr. 1: Skladba obvodové stěny

Vnitřní stěna

Vnitřní stěna je navržena z panelu NOVATOP SOLID tloušťky 62 mm, která je z obou stran opláštěná sádkartonovými deskami o tloušťce 12,5 mm. Povrchová úprava je zajištěna dvěma vrstvami nátěru Primalex Plus. Celková

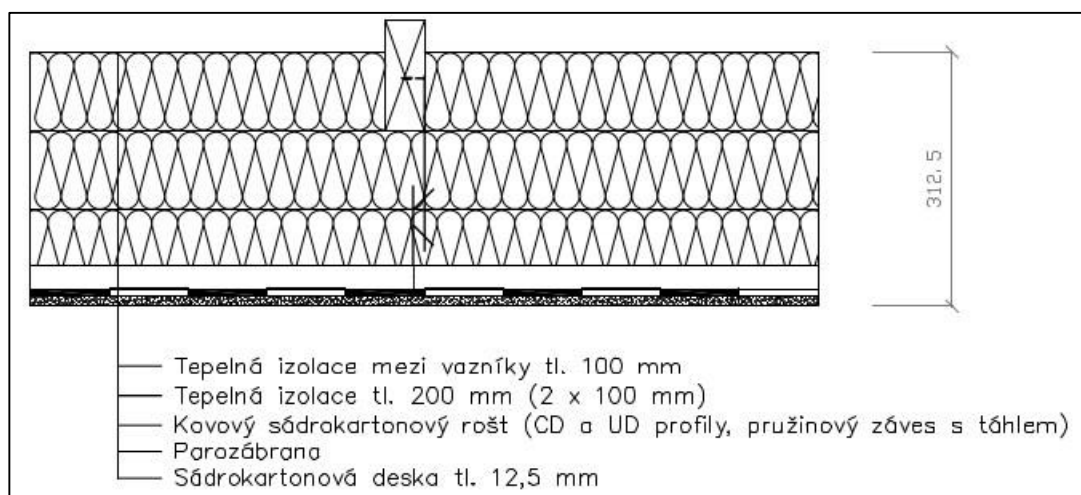
tloušťka stěny je 87 mm. Při nutnosti vedení instalačních sítí je opět provedena instalační předstěna.



Obr. 2: Skladba vnitřní stěny

Strop – sádrokartonový podhled

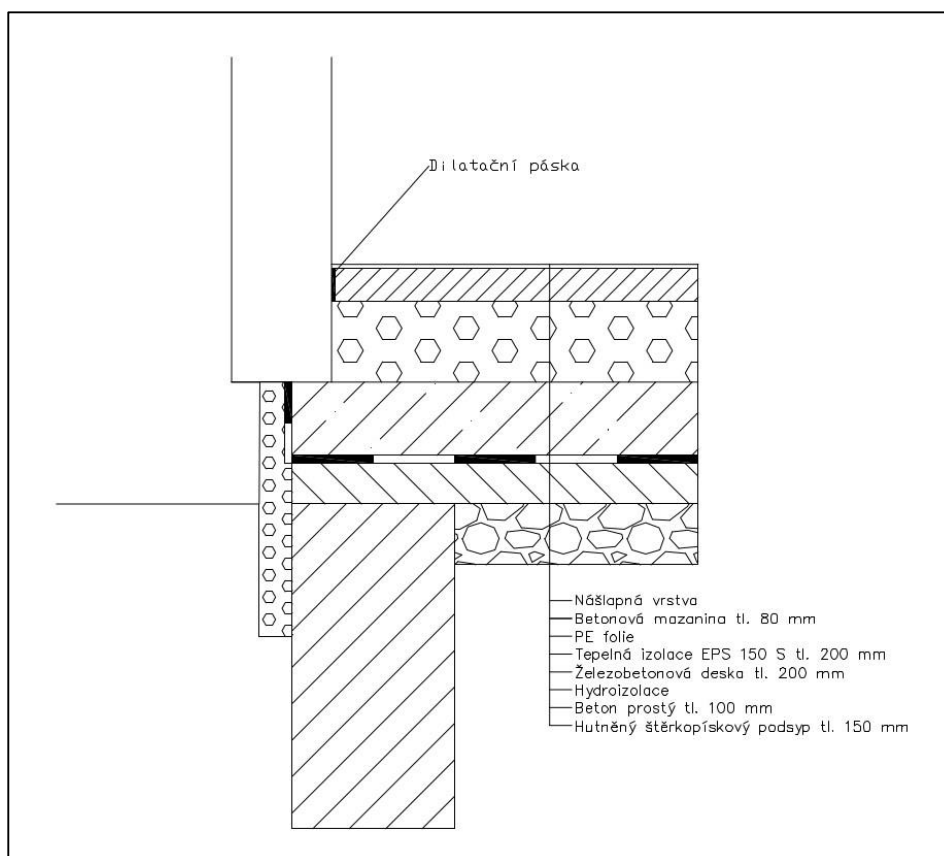
Na dřevěné vazníky tvořící střešní konstrukci je zavěšen sádrokartonový podhled, který je spuštěn o 200 mm a tento prostor vyplněn tepelnou izolací Isover UNI. Izolace tloušťky 100 mm je také vložena mezi tyto vazníky. Na kovové konstrukci je provedena parozábrana a na ní sádrokartonová deska se dvěma vrstvami nátěru Primalex Plus.



Obr. 3: Skladba sádrokartonového podhledu

Podlaha

Na železobetonovou desku je položena tepelná izolace z podlahového polystyrenu EPS 150 S v celkové tloušťce 200 mm (2 x 100 mm), na kterou je položena PE folie. Na tuto izolaci je provedená betonová mazanina tloušťky 80 mm a nášlapnou vrstvou tvoří keramická dlažba (koupelna, WC, technická místnost), nebo vinylová podlaha (ostatní místnosti).



Obr. 4: Skladba podlahy

Střecha

Střešní nosnou konstrukci tvoří dřevěné příhradové vazníky, které byly navrženy v programu Pamir od firmy MiTek. Na dolní pásy vazníků je zavěšen sádkartonový podhled a na horní pásy je položena střešní folie a na ní pak kontralatě, střešní latě a střešní tašky.

5.4 Tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí

Hlavní zásadou pro navrhování vrstvených stavebních konstrukcí z hlediska difúze a kondenzace vodní páry je správné řazení jednotlivých vrstev konstrukce z hlediska jejich difúzního odporu. Optimální skladba je v tomto případě taková, kde difúzní odpor vrstev klesá směrem od vnitřního k vnějšímu povrchu. Znamená to, že vrstva s nejvyšším difúzním odporem je situována na vnitřním líci konstrukce, vrstva s nejnižším difúzním odporem naopak na líci vnějším. (Kulhánek, 2005)

U konstrukce obvodového pláště tvořeného vrstvou masivního dřeva je výhodně využito toho, že dřevo dokáže vlhkost z okolního prostředí pojmout, nebo naopak uvolnit. Kromě toho, že tato vlastnost příznivě ovlivňuje vnitřní

prostředí, tak umožňuje také volný prostup vodních par směrem do exteriéru – obvodový plášť s masivní stěnou je tedy navržen jako difúzně otevřená konstrukce. Vrstva masivního dřeva je z exteriéru opatřena vrstvou tepelné izolace s nízkým difúzním odporem. (www.casopisstavebnictvi.cz)

Obvodové konstrukce budou posouzeny z hlediska součinitele prostupu tepla konstrukcí a z hlediska bilance zkondenzované a vypařené vodní páry v konstrukci. Tepelně technické posouzení bude provedeno v programu Teplo 2014 a dosažené výsledky budou vyhodnoceny dle kritérií ČSN 73 0540 (2011).

Použité zkratky

- D tloušťka materiálu [m]
- λ součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]
- c měrná tepelná kapacita [J/(kg.K)]
- ρ objemová hmotnost materiálu [kg/m³]
- M_i faktor difúzního odporu [-]
- M_c množství zkondenzované vodní páry [kg/m²/rok]
- M_{ev} množství vypařitelné vodní páry [kg/m²/rok]

Obvodová stěna

Tab. 1: Skladba obvodové stěny s parametry pro tepelně technické posouzení

Číslo	Název	D [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	M_i [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,22	1060	750	9
2	Dřevo měkké	0,084	0,18	2510	400	157
3	Isover TF Profi	0,14	0,038	800	140	1
4	JUB silikonová	0,01	0,87	1050	1565	70

Vstupní data výpočtu

Návrhová teplota venkovního vzduchu	-15 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	20,6 °C
Relativní vlhkost venkovního vzduchu	84 %
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu	55 %
Korekce součinitele prostupu tepla	0,053 W/m ² .K

Výsledky řešené konstrukce

Tepelný odpor konstrukce R	3,391 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U	0,281 W/m ² .K

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách	18,18 °C
Fázový posun teplotního kmitu	8,9 h
Množství zkondenzované vodní páry M_c	0,0054 kg/m ² /rok
Množství vypařitelné vodní páry M_{ev}	2,7129 kg/m ² /rok

Šíření vlhkosti konstrukcí

Podle článku 6.1 normy ČSN 73 0540-2 (2011) se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro řešenou konstrukci obvodové stěny je $M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/m}^2/\text{rok}$ nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m^3 (je vybrána nižší z hodnot). Podle obr. 5 je patrné, že ke kondenzaci vodní páry dochází na rozhraní vrstev, pak se pro stanovení hodnoty požadavku uvažuje nižší z hodnot plošné hmotnosti příslušných materiálů.

Podle článku 6.2 normy ČSN 73 0540-2 (2011) musí být roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , platí tedy vztah:

$$M_c < M_{ev}$$

Vyhodnocení výsledků dle ČSN 73 0540-2 (2011)

- Součinitel prostupu tepla U dle čl. 5.2

Požadovaná hodnota U_N : 0,3 W/m².K

Vypočítaná hodnota U : 0,281 W/m².K

$U < U_N$

Požadavek je splněn.

- Šíření vlhkosti konstrukcí dle čl. 6.1 a 6.2

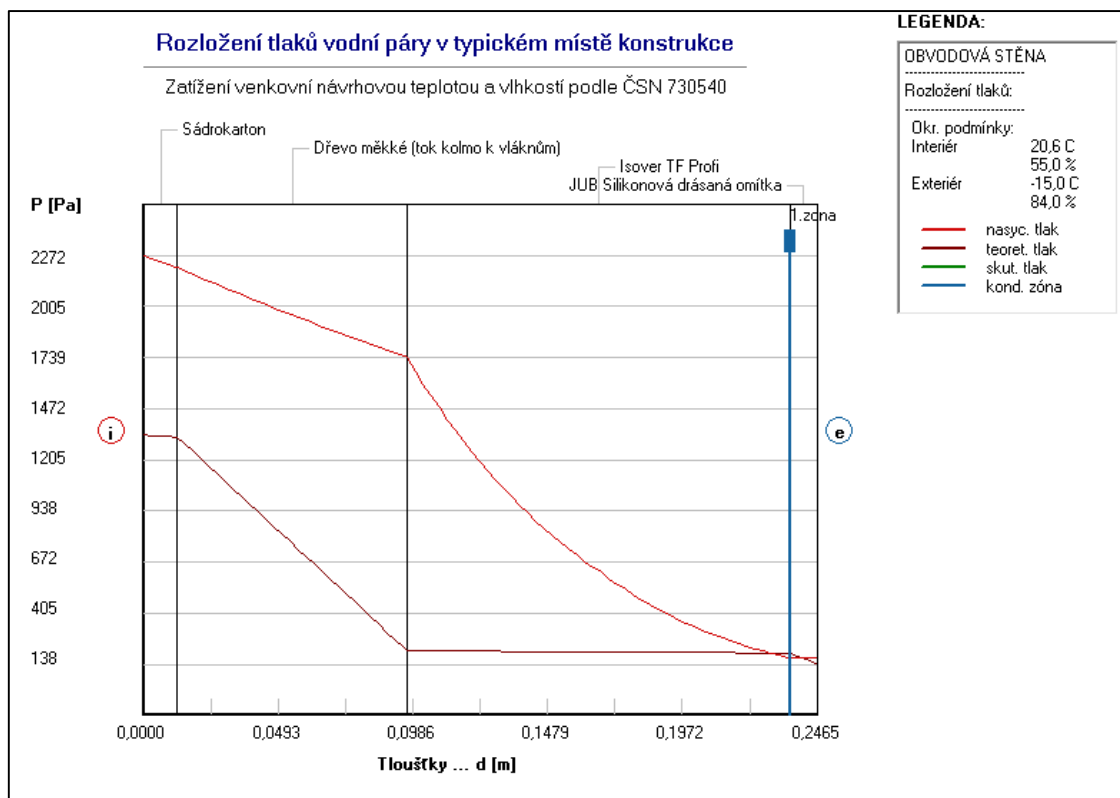
Maximální množství kondenzátu $M_{c,N}$: 0,1 kg/m²/rok

Množství zkondenzované vodní páry M_c : 0,0054 kg/m²/rok

Množství vypařitelné vodní páry M_{ev} : 2,7129 kg/m²/rok

$M_c \leq M_{c,N} \rightarrow 0,0054 < 0,1$ **Požadavek je splněn.**

$M_c < M_{ev} \rightarrow 0,0054 < 2,7129$ **Požadavek je splněn.**



Obr. 5: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci obvodové stěny

Strop – sádrokartonový podhled

Tab. 2: Skladba stropu s parametry pro tepelně technické posouzení

Číslo	Název	D [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,22	1060	750	9
2	Isover Vario	0,00005	0,35	1470	60	100000
3	Isover Uni	0,2	0,038	800	40	1
4	Isover Uni	0,1	0,038	800	40	1

Vstupní data výpočtu

Návrhová teplota venkovního vzduchu	-15 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	20,6 °C
Relativní vlhkost venkovního vzduchu	84 %
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu	55 %
Korekce součinitele prostupu tepla	0,014 W/m ² .K

Výsledky řešení konstrukce

Tepelný odpor konstrukce R	7,128 m ² .K/W
----------------------------	---------------------------

Součinitel prostupu tepla konstrukce U	0,138 W/m ² .K
Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách	19,40 °C
Fázový posun teplotního kmitu	3,8 h

Vyhodnocení výsledků dle ČSN 73 0540-2 (2011)

- Součinitel prostupu tepla U dle čl. 5.2

Požadovaná hodnota U_N : 0,3 W/m².K

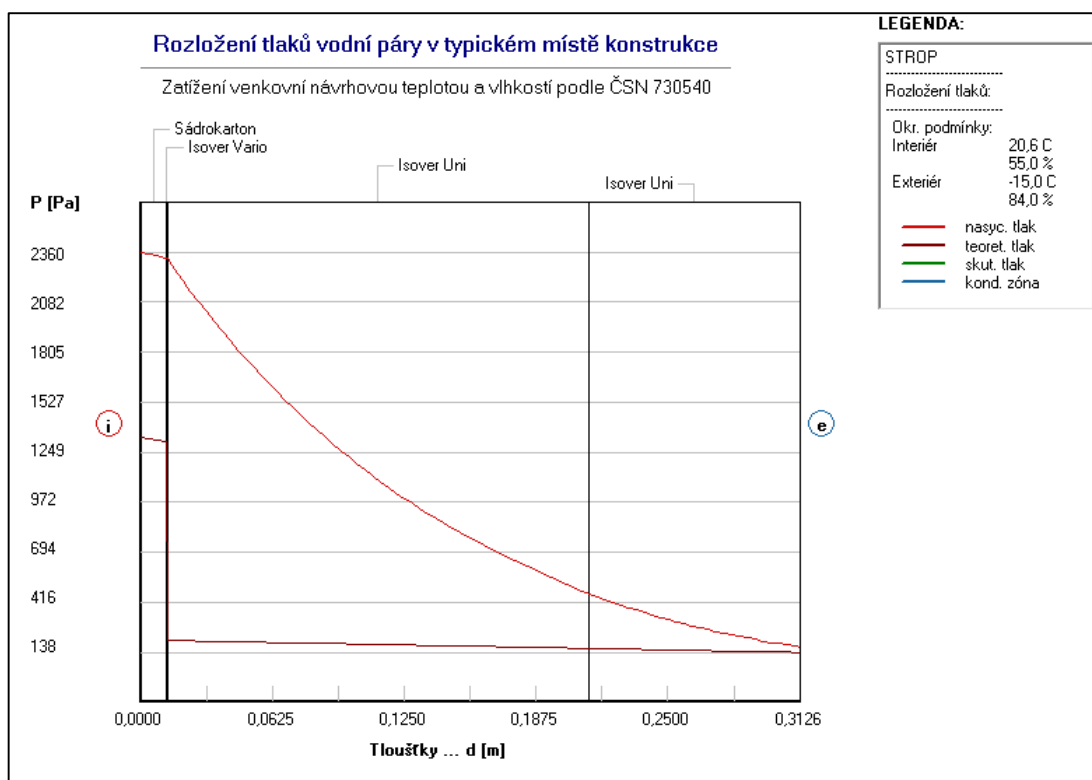
Vypočítaná hodnota U: 0,138 W/m².K

$U < U_N$

Požadavek je splněn.

- Šíření vlhkosti konstrukcí dle čl. 6.1 a 6.2

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.



Obr. 6: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci sádrokartonového podhledu

Podlaha

Tab. 3: Skladba podlahy s parametry pro tepelně technické posouzení

Číslo	Název	D [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	Mi [-]
1	Podahové linoleum	0,01	0,17	1400	1200	1000
2	Betonová mazanina	0,08	1,23	1020	2100	17
3	PE folie	0,0001	0,35	1470	900	144000
4	Isover EPS 150 S	0,2	0,035	1270	25	50
5	Železobeton	0,2	1,43	1020	2300	23
6	Hydroizolace	0,0035	0,21	1470	1200	26000
7	Betonová mazanina	0,1	1,23	1020	2100	17
8	Štěrkopísek	0,15	2	1010	2000	50

Vstupní data výpočtu

Návrhová teplota na vnější straně	5 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	20,6 °C
Relativní vlhkost venkovního vzduchu	100 %
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu	55 %

Výsledky řešené konstrukce

Tepelný odpor konstrukce R	6,151 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U	0,158 W/m ² .K
Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách	19,99 °C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách	0,961
Tepelná jímavost podlahové konstrukce	638,68 Ws/m ² .K
Pokles dotykové teploty podlahy	4,66 °C

Vyhodnocení výsledků dle ČSN 73 0540-2 (2011)

- Součinitel prostupu tepla U dle čl. 5.2

Požadovaná hodnota U_N :	0,45 W/m ² .K
Vypočítaná hodnota U:	0,158 W/m ² .K

$U < U_N$ **Požadavek je splněn.**

- Teplotní faktor dle čl. 5.1

Požadavek $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$:	0,422
Vypočtená průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$:	0,961

Kritický teplotní faktor $f_{R_{si,cr}}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80 % (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{R_{si,m}}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

- Pokles dotykové teploty dle čl. 5.5

Požadavek (teplá podlaha) $\Delta t_{10,N}$:	5,5 °C
Vypočtená hodnota Δt_{10} :	4,66 °C
$\Delta t_{10} < \Delta t_{10,N}$	Požadavek je splněn.

6 TECHNICKÁ ZPRÁVA

6.1 Popis objektu

Jedná se o přízemní nepodsklepený objekt ve tvaru „L“ navržený pro čtyřčlennou rodinu o vnitřní dispozici 4 + KK. Zastavěná plocha objektu je 175,6 m², užitná plocha je 128,6 m² a obytná plocha pak 98,2 m².

Jako konstrukční systém byla použita masivní dřevěná stěna z CLT panelů, konkrétně panely NOVATOP Solid. Nosná konstrukce valbové střechy je navržena z dřevěných příhradových vazníků.

6.3 Zemní práce

V místě stavby bude skryta ornice v tloušťce cca 150 mm, která bude uložena na staveništi pro pozdější úpravu terénu kolem domu. Základové pasy budou vykopány v šířce 400 mm do nezámrzé hloubky, tj. minimálně 800 mm pod upravený terén.

6.4 Základová konstrukce

Základová konstrukce je tvořena základovými pasy, které budou vylity prostým betonem C 20/25. Na základové spáře bude položena zemní pásovina a budou provedeny dva vývody pro hromosvod a jeden vývod pro elektrický rozvaděč. Je nutné také provést prostupy pro vedení kanalizace, vody a elektřiny.

Na zhutněné vrstvě štěrkopísku frakce 16 – 32 mm a tloušťce 150 mm bude provedena vrstva prostého betonu tloušťky 100 mm, na kterou bude proveden asfaltový penetrační nátěr a následně izolace proti vodě a radonu pomocí asfaltových pásů s vložkou z hliníkové folie. Na tuto vrstvu bude provedena železobetonová deska z betonu C 20/25 vyztužená sítěmi KARI 6/150 x 150 mm.

6.5 Svislé konstrukce

Obvodová stěna

Obvodová stěna je tvořena z CLT panelů systému NOVATOP tloušťky 84 mm. Z exteriérové strany je izolována minerální vatou Isover TF Profi tloušťky 140 mm, na které je nanesena systémová fasádní omítka, která se skládá ze sítěkovací hmoty s výztužnou tkaninou a silikonové rýhované omítky zrnitosti 2 mm. Z interiérové strany je stěna opláštěna sádkartonovými deskami, které jsou opatřeny dvěma vrstvami interiérového nátěru Primalex Plus.

V koupelně, WC, technické místnosti a na stěnách kuchyňského koutu budou dle potřeby vedení instalačních sítí provedeny instalační předstěny v tloušťce 100 mm, které se budou skládat z hranolků 60 x 100 mm a sádrokartonových desek tloušťky 12,5 mm.

Vnitřní mezipokojová stěna

Vnitřní stěna je tvořena z panelu NOVATOP Solid tloušťky 62 mm. Z obou stran je olupáštěna sádrokartonovými deskami tloušťky 12,5 mm, které jsou opatřeny dvěma vrstvami nátěru Primalex Plus.

6.6 Vodorovné konstrukce

Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je valbová se sklonem střešních rovin 25°. Nosná konstrukce je navržena z dřevěných příhradových vazníků z řeziva tloušťky 50 mm.

Rozmístění a rozměry jednotlivých vazníků jsou patrné z výkresové dokumentace (viz příloha), která byla navržena pomocí software Pamir od firmy MiTek.

Vazníky jsou uloženy na dřevěných masivních obvodových stěnách, ke kterým jsou kotveny pomocí ocelových L úhelníků a celozávitových vrtů. Rozteč mezi jednotlivými vazníky je maximálně 1000 mm. Podélné ztužení celé konstrukce je zajištěno pomocí dvou zavětrovacích vazníků umístěných mezi hlavními vazníky za valbovými částmi konstrukce. Dále konstrukce obsahuje podélné ztužení dolních pásů a úhlopříčné ztužení diagonál. Všechny tyto ztužující prvky jsou v dimenzi 25 x 100 mm bez větších vad připojeny pomocí pozinkovaných hřebíků 3,35 x 65 mm.

Na střešní konstrukci bude provedena pojistná difúzní folie BRAMAC TOP RU, dále kontralatě rozměru 40 x 60 mm a stejného rozměru také střešní latě v osových vzdálenostech dle požadavků výrobce krytiny. Konstrukce střechy bude pokryta betonovými taškami BRAMAC MAX 7°.

Stropní konstrukce

Stropní konstrukci tvoří sádrokartonový podhled z kovových CD a UD profilů zavěšených pomocí ocelových drátů s okem a pružinových závěsů na dolní pásy dřevěných příhradových vazníků. Rastr z těchto profilů je osazen sádrokartonovými protipožárními deskami RIGIPS RF tloušťky 12,5 mm

s vyztuženými, vytmelenými a vybroušenými hranami. V koupelně, kde je zvýšená relativní vlhkost vzduchu, budou použity protipožární impregnované sádrokartonové desky RIGIPS RFI. Mezi dolní pásy vazníků je vložena tepelná izolace z minerální vaty tloušťky 100 mm a stejná izolace je také v rastru stropní konstrukce v tloušťce 200 mm (2 x 100 mm). Mezi rastrem a sádrokartonovými deskami se nachází parozábrana z hliníkové folie, která je v minimálních přesazích 200 mm přelepena hliníkovou páskou, vnitřní rohy budou vytmeleny akrylovým tmelem na sádrokartony a desky budou připevněny pomocí šroubů pro sádrokartony délky 35 mm. Na impregnované desky budou nanесeny dvě vrstvy nátěru Primalex Plus.

6.7 Podlahové konstrukce

Podlaha v rodinném domě je navržena v celkové tloušťce 290 mm. Na železobetonovou desku je položena tepelná izolace z podlahového polystyrenu EPS 150 S v celkové tloušťce 200 mm (2 x 100 mm), na kterou je položena PE folie a na stěny připevněna dilatační páska mirelon tloušťky 5 mm. Na tuto izolaci je provedena betonová mazanina z betonu C 16/20 v tloušťce 80 mm. Nášlapnou vrstvu bude tvořit keramická dlažba tloušťky 8 mm v lepicí hmotě (koupelna, WC, technická místnost) a vinylová podlaha tloušťky 2 mm s vyrovnávací vrstvou a lepidlem (ostatní místnosti).

6.8 Izolace proti vlhkosti

Na betonovou mazaninu bude provedena 1x hydroizolace z asfaltových pásů s vložkou z hliníkové folie, která bude svisle vytažena 150 mm na železobetonovou desku.

Ve stropní konstrukci bude mezi kovové CD profily a sádrokartonové desky umístěna parozábrana s hliníkovou vložkou. Minimální přesahy parozábrany budou 200 mm a budou slepeny hliníkovou páskou.

Na konstrukci valbové střechy bude provedena pojistná difúzní folie BRAMAC TOP RU.

V koupelně bude proveden 2x tekutý hydroizolační nátěr do výšky 200 mm na svislé stěny, v místě sprchového koutu a vany do výšky 2100 mm.

6.9 Izolace tepelné a zvukové

Zateplení základů je provedeno pomocí XPS tloušťky 80 mm a výšky 625 mm. Extrudovaný polystyren je pomocí flexibilního lepidla a mechanických kotvicích prvků připevněn k betonovému základu.

V podlahách je použita tepelná izolace z podlahového polystyrenu EPS 150 S v celkové tloušťce 200 mm (2x 100 mm).

Tepelná izolace fasády je provedena z minerální vaty tloušťky 140 mm, která je pomocí lepidla a mechanických kotvicích prvků připevněna k masivní dřevěné obvodové stěně.

Mezi dolní pásy příhradových vazníků je vložena izolace z minerální vaty tloušťky 100 mm. Rastr pro uchycení sádrokartonových desek je vyplněn stejnou izolací v tloušťce 200 mm (2x 100 mm). Celková tloušťka tepelné izolace stropní konstrukce je 300 mm.

6.10 Povrchové úpravy

Vnitřní

Spáry po montáži sádrokartonových desek budou vyztuženy, vytmeleny a vybroušeny. Následně budou opatřeny dvěma vrstvami nátěru Primalex Plus včetně penetrace.

V rámci koupelny bude proveden keramický obklad do výšky 2000 mm a v rámci WC a technické místnosti do výšky 1500 mm.

Vnější

Omítka rodinného domu bude silikonová, rýhovaná, o velikosti zrna 2 mm. Soklová část objektu bude opatřena obkladem v imitaci kamene.

6.11 Výplně otvorů

Vchodové dveře a okna jsou navržena dřevěná z EURO hranolů v barvě mahagon. Okna jsou zasklena izolačním trojsklem a opatřena celoobvodovým kováním. Balkonové dveře jsou rovněž dřevěné, s izolačním trojsklem a stejné barvy jako okna a vchodové dveře.

Interiérové dveře jsou dřevěné plné, osazené do obložkových zárubní.

6.12 Truhlářské konstrukce

Obklad podbití bude proveden ze smrkových palubek tloušťky 19 mm, které budou opatřeny impregnačním nátěrem proti houbám a hmyzu a dvěma vrstvami lazurovacího nátěru barvy mahagon.

Vnitřní parapety budou provedeny z masivního dřeva.

6.13 Klempířské konstrukce

Klempířské prvky, jako jsou okapové žlaby, svody a střešní oplechování jsou vyrobeny z titan-zinkového plechu tloušťky 0,7 mm.

Vnější parapety jsou vyrobeny z taženého hliníku v barvě bronz.

6.14 Vytápění a ohřev TUV

Vytápění rodinného domu je zajištěno plynovým kondenzačním kotlem s průtokovým ohřevem teplé užitkové vody.

6.15 Terénní úpravy kolem domu

Kolem rodinného domu bude proveden okapový chodník z kačírku šířky 650 mm. Pro ostatní úpravy terénu se použije ornice, která byla skryta před výkopem základů.

7 VÝKAZ MATERIÁLU

Tab. 4: Výkaz materiálu

Materiál	Jednotka	Množství
Základová konstrukce		
Beton C 20/25 (základové pasy, prostý beton, železobetonová deska)	m3	60,38
Štěrkopísek fr. 16 - 32 mm	m3	17,1
Sítě KARI 6/150 x 150 mm	m2	137,8
Asfaltový penetrační nátěr	m2	137,8
Hydroizaloce z asfaltových pásů	m2	137,8
Zateplení základů XPS tl. 80 mm	m2	34,625
Podlahová konstrukce		
Tepelná izolace z EPS 150 S tl. 100 mm	m2	257,26
PE folie	m2	128,63
Betonová mazanina C 16/20	m3	10,29
Dilatační páska mirelon tl. 5 mm	m	165,46
Vinylová podlaha tl. 2 mm	m2	114,67
Keramická dlažba tl. 8 mm	m2	13,96
Svislé konstrukce		
Masivní dřevěná stěna NOVATOP solid tl. 84 mm	m2	178,68
Masivní dřevěná stěna NOVATOP solid tl. 62 mm	m2	61,01
Podkladní hranol 60 x 84 mm	m	57,9
Podkladní hranol 60 x 62 mm	m	37,38
Sádrokartonová deska tl. 12,5 mm	m2	350,1
Tepelná izolace z minerální vaty tl. 140 mm	m2	144
Systémová fasádní omítka	m2	144
Obklad soklu (imitace kamene)	m2	14,22
Vodorovné konstrukce - sádrokartonový podhled		
Sádrokartonová deska tl. 12,5 mm	m2	128,63
Parozábrana z hliníkové folie	m2	128,63
Tepelná izolace z minerální vaty tl. 100 mm	m2	385,89
UD profil	m	165,46
CD profil	m	411,62
Ocelový drát s okem	ks	309
Pružinový závěs	ks	309
Vodorovné konstrukce - střecha		
Řezivo třídy C24 tl. 50 mm (vazníky)	m3	4,58
Pojistná difúzní folie	m2	88,1
Kontralatě/střešní latě 40 x 60 mm	m3	2,05
Střešní krytina	m2	88,1

8 DISKUZE

Jako konstrukční systém pro zpracování dřevostavby rodinného domu jsem použil masivní stěnu z CLT panelů systému NOVATOP. Velkou výhodou tohoto systému je jednoduchost skladeb stěn i konstrukčních detailů a z toho plynoucí rychlost a ekonomičnost celkové výstavby. Stěny z masivních panelů jsou vyrobeny ve výrobní hale a na staveništi jsou pouze postaveny a spojeny k sobě na předem připravenou úložnou desku podle projektové dokumentace a hrubá stavba může být hotová už za pár dní.

Vlastnit jednu dřevostavbu typu přízemního objektu považuji za jeden ze svých velkých životních cílů. Má představa je taková, že bych si chtěl nechat zhotovit kvalifikovanou firmou jen hrubou stavbu a dokončovací práce – zateplení fasády, dokončení vnitřních omítek, atd. – bych si chtěl dodělat sám za účelem ušetření finančních prostředků. Velkou výhodou staveništní montáže svépomocí je, že stěna z masivních CLT panelů je navržena jako difúzně otevřená konstrukce, tudíž vlhkost, která se dostane do konstrukce během delší doby výstavby, ale i ta, která vznikne v interiéru během užívání stavby, má jednoduchou cestu ven v důsledku klesajícího difúzního odporu směrem do exteriéru. Naopak nevýhodou výstavby svépomocí je právě delší doba výstavby a také to, že na některé práce nestačí jen jeden člověk a tady vstupuje na scénu rodina a známí.

V diplomové práci jsem vypracoval ve výkresové části také výrobní dokumentaci jednotlivých stěnových panelů, díky které jsem se více seznámil s výrobou masivních stěn a také s rozkreslením konstrukčních detailů, jako jsou spoje masivních stěn nebo překlady nad většími otvory. Nejdůležitější činností při montáži těchto masivních panelů je důkladné připojení k úložné desce, pohlídání svislého směru panelů a hlavně vzduchotěsné provedení všech spojů, které je zajištěno například pomocí butylkaučukové pásky.

Nedílnou součástí práce je také návrh nosné střešní konstrukce. Ze dvou alternativ, uvedených v kapitole 5.1, jsem vybral nosnou konstrukci z příhradových vazníků. Tato konstrukce je v dnešní době u stavitelů velmi oblíbená, zejména pak u přízemních objektů, a to z důvodu rychlosti montáže a nízké spotřeby materiálu. Nosnou vazníkovou konstrukci jsem navrhnul v programu Pamir od firmy MiTek, čímž jsem se seznámil s další možností efektivnějšího navrhování dřevěných konstrukcí.

Jelikož nejsem vlastníkem žádné stavební parcely, nebyl objekt v diplomové práci navržen na konkrétní pozemek, který by měl být co nejrovinatější, a to z důvodu toho, že se jedná o přízemní nepodsklepený objekt.

9 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá zpracováním projektové dokumentace pro realizaci rodinného domu typu bungalov. Přízemní objekt byl navržen z masivních CLT panelů pomocí systému NOVATOP, který je díky svým skvělým vlastnostem ucelený a všestranně využitelný systém, který má do budoucna obrovský potenciál.

Práce se skládá ze dvou částí, výkresové a textové. V textové části je výpis konstrukčních systémů dřevostaveb, popis NOVATOP systému a samotného řešeného objektu, který obsahuje popis jednotlivých konstrukcí, tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí, technickou zprávu a výkaz materiálu. Výkresová část obsahuje základní výkresy, konstrukční detaily a výkresy střešní konstrukce, avšak za hlavní část práce považuji výrobní dokumentaci jednotlivých stěnových panelů.

Dům je navržen podle veškerých požadavků na obytné budovy a byl brán ohled také na orientaci ke světovým stranám, avšak není navržen na konkrétní pozemek, takže není vyloučeno, že se bude muset při případné realizaci určitým způsobem změnit dispoziční řešení objektu.

Kromě hrubé stavby by měl být dům dokončen svépomocí a tak je obecně u všech dřevostaveb velkou výhodou absence mokrého procesu při výstavbě.

10 SUMMARY

The diploma thesis deals with the processing of project documentation for the realization of the family house of bungalow type. The ground building was designed by a solid CLT panels by using the NOVATOP system, which is due to its excellent properties compact and broadwise useable system, that has huge potential into the future.

The work consists of two parts, drawings and text part. In the text part there is a list of the construction systems of wooden buildings, descriptions of NOVATOP system and the solved building itself, which contains description of the each constructions, thermally technical assessment of building envelope constructions, the technical report and the statement of material. The drawing part contains basic drawings, construction details and drawings of the roof structure, but as a main part of the work I consider production documentation of each wall panels.

The house is designed according to all requirements for residential buildings and was taken into account the orientation to the cardinal direction, but is not designed for the particular building plot, so it is not excluded to change the layout of the building by the possible realization.

Besides the structural work the house should be completed yourselves and the great advantage of all wooden buildings is the absence of wet proces during constructions.

11 POUŽITÉ ZDROJE

Literatura:

- HAVÍŘOVÁ, Z., 2006, Dům ze dřeva, 2. vyd., Brno, ERA vydavatelství, 99 s. ISBN 80-7366-060-1.
- KOLB, J., 2011, Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště, 2. aktualizované vyd., Praha, Grada Publishing a.s. 320 s. ISBN 978-80-247-7115-1.
- KULHÁNEK, F., 2006, Stavební fyzika II. Stavební tepelná technika, 3. přepracované vyd., Praha, ČVUT, 143 s.
- VAVERKA, J. a kol., 2008, Dřevostavby pro bydlení, 1. vyd., Praha, Grada Publishing a.s. 380 s. ISBN 978-80-247-205-4.

Internetové zdroje:

- NOVATOP systém, firemní podklady [online] citováno 15. února 2016, dostupné na World Wide Web: <http://www.novatop-system.cz/ke-stazeni/soubory-ke-stazeni/>
- HAVÍŘOVÁ, Z., Konstrukce dřevostaveb s difúzně otevřeným stěnovým systémem [online] citováno 22. února 2016, dostupné na World Wide Web: http://www.casopisstavebnictvi.cz/konstrukce-drevostaveb-s-difuzne-otevrenym-stenovym-systemem_N3191

Normy:

- ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov (2011)
- ČSN 73 4301: Obytné budovy (2004)

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1: Skladba obvodové stěny.....	15
Obr. 2: Skladba vnitřní stěny.....	16
Obr. 3: Skladba sádkartonového podhledu	16
Obr. 4: Skladba podlahy	17
Obr. 5: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci obvodové stěny	20
Obr. 6: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci sádkartonového podhledu.....	21
Tab. 1: Skladba obvodové stěny s parametry pro tepelně technické posouzení ...	18
Tab. 2: Skladba stropu s parametry pro tepelně technické posouzení.....	20
Tab. 3: Skladba podlahy s parametry pro tepelně technické posouzení.....	22
Tab. 4: Výkaz materiálu	29

13 SEZNAM PŘÍLOH

Výkres č. 1:	Základy
Výkres č. 2:	Půdorys přízemí
Výkres č. 3:	Řez A – A
Výkres č. 4:	Půdorys střešní konstrukce
Výkres č. 5:	Detaily napojení masivních stěn
Výkres č. 6:	Detail osazení vchodových dveří
Výkres č. 7:	Detail osazení okna
Výkres č. 8:	Detail osazení balkonových dveří
Výkres č. 9:	Detail připojení masivní stěny k úložné desce
Výkres č. 10:	Detail střechy u okapu
Výkres č. 11:	Pohledy
Výkres č. 12:	Rozpis stěnových panelů
Výkres č. 13 – 24:	Výrobní dokumentace stěnových panelů 1.01 – 1.14
Výkres č. 25:	Jednotlivé rámy střešní vazníkové konstrukce
Výkres č. 26:	3D pohled na střešní konstrukci