

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav základního zpracování dřeva

RODINNÝ DŮM SYSTÉMU NOVATOP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Samostatná příloha: Výkresová část

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Rodinný dům systému NOVATOP zpracovala 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 vědoma, 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 nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

podpis studenta:

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem těm, kteří se jakkoliv podíleli na vypracování této práce. V první řadě patří velké díky paní doc. Dr. Ing. Havířové, vedoucí bakalářské práce, za odborné vedení, cenné rady a ochotu. Poděkování patří i mé rodině a blízkým za podporu během mého studia.

Abstrakt

Autor: Veronika Loučková
Název: Rodinný dům systému NOVATOP

Tato práce je zaměřena na návrh rodinného domu s využitím konstrukčního systému masivní dřevostavby NOVATOP. Objekt je v práci nejprve řešen dispozičně dle platných předpisů a požadavků norem. Pro rodinný dům je zpracovaná projektová dokumentace. V druhé části bakalářské práce je popsána charakteristika zvoleného konstrukčního systému, zvolené skladby konstrukcí a také konstrukční detaily. V neposlední řadě se práce zaměřuje na posouzení obvodových konstrukcí z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov, na cenové porovnání stěny s fasádní omítkou a dřevěným obkladem a na přibližné ocenění rodinného domu podle jednotné klasifikace stavebních objektů. Bakalářská práce obsahuje také průvodní a technickou zprávu domu.

Klíčová slova: dřevostavba, masivní dřevostavba, moderní dřevostavba, NOVATOP.

Abstract

Author of the thesis: Veronika Loučková

Title of the work: Family house from the system NOVATOP

This thesis focuses on the house design, which is using massive wooden construction by NOVATOP. The first part of the thesis solves the layout according to valid regulations and standard requirements. Project documentation was also made for this family house. In the second part are described characteristics of selected construction system, selected construction compositions and also construction details. The final part is focused on assessment of peripheral structures in terms of requirements for thermal protection of buildings, price comparison of wall with facade plaster and wooden cladding. This part also approximately values the house according to the unified classification of buildings. The bachelor thesis also contains accessory and technical house report.

Keywords: house of wood, massive wooden – bulding, modern wooden - bulding, NOVATOP.

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce.....	10
3 Literární přehled	11
3.1 Výhody dřevostaveb	11
3.2 Vývoj konstrukčních systémů.....	11
3.2.1 Srubové stavby.....	11
3.2.2 Hrázděné stavby.....	12
3.2.3 Balloon – Frame, Platform – Frame	14
3.2.4 Dřevostavby rámové	15
3.2.5 Dřevostavby skeletové.....	16
3.2.6 Dřevostavby masivní	18
3.3 Materiály v moderních dřevostavbách.....	19
3.3.1 Řezivo	19
3.3.2 Desky	20
3.3.3 Tepelná izolace.....	22
4 Metodika	24
4.1 Výkresová část.....	24
4.2 Textová část	24
5 NOVATOP systém	25
5.1 Montáž	26
5.2 Plánování výroby	26
5.3 Vlastnosti systému NOVATOP	26
5.4 Konstrukční řešení rodinného domu.....	28
5.4.1 Dispoziční řešení.....	28
5.4.2 Obvodová stěna.....	29
5.4.3 Vnitřní nosná stěna	30
5.4.4 Vodorovná konstrukce	31

5.4.5 Střešní konstrukce.....	32
5.4.6 Střešní plášť	33
5.4.7 Komínové těleso	33
6 Konstrukční detaily.....	35
6.1 Ukotvení obvodové stěny	35
6.2 Napojení obvodové stěny a vnitřní stěny.....	36
6.3 Napojení obvodové stěny.....	37
6.4 Detail napojení střechy a stěny	37
7 Posouzení obvodových konstrukcí z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov ...	39
7.1 Posouzení obvodové stěny rodinného domu	40
7.2 Posouzení podlahy v přízemí rodinného domu.....	41
7.3 Posouzení střešní konstrukce rodinného domu.....	42
8 Cena obvodové stěny a rodinného domu.....	44
8.1 Cenové porovnání obvodových stěn.....	44
8.2 Orientační cena rodinného domu systému NOVATOP.....	47
9 Průvodní a technická zpráva	48
9.1 Základní údaje o stavbě	48
9.2 Architektonické a stavebně technické řešení	48
9.2.1 Účel objektu.....	48
9.2.2 Tvarové, materiálové a barevné řešení domu	48
9.2.3 Kapacity, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace a osvětlení	48
9.2.4 Technická a konstrukční řešení objektu	49
9.2.5 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů.....	49
9.3 Stavebně konstrukční řešení	49
9.3.1 Zemní práce	49
9.3.2 Základy	49
9.3.3 Svislé konstrukce	50

5.3.4 Vodorovné konstrukce	50
9.3.5 Střešní konstrukce.....	50
9.3.6 Výplně otvorů	50
9.3.7 Klempířské výrobky	51
9.3.8 Venkovní schodiště	51
9.3.9 Podlahy	51
9.3.10 Omítky a obklady.....	52
9.3.11 Venkovní úpravy	52
10 Diskuze	53
11 Závěr	55
12 Summary	56
13 Použité zdroje	57
13.1 Seznam použité literatury	57
13.2 Internetové zdroje	57
13.3 Přehled obrázků	58
13.4 Přehled tabulek	58
14 Seznam příloh	59

1 Úvod

Dřevo bylo využíváno již při prvních pokusech člověka o vytvoření příbytku. Při porovnání s jiným konstrukčním materiálem je dřevo klasifikováno velmi pozitivně. Jedná se o snadno dostupný, přírodní materiál, který patří mezi obnovitelné stavební zdroje. Dřevo je využíváno jako stavební materiál, kvůli svým výborným vlastnostem, jako je jeho malá hustota, snadná zpracovatelnost, vysoká pevnost a nízká tepelná vodivost. Dále se využívá i v truhlářství, papírenském průmyslu a k výrobě nábytku.

Co je dřevostavba? Pod tímto názvem si mnoho lidí představí klasický dřevěný dům, roubenku či kanadský srub, takto však nemusí dřevostavba v současné době vypadat. U dřevostavby není podmínkou, že dům musí být z venku dřevěný. Vnější stěna může být opatřena dřevem, ale stejně tak i fasádní omítkou. Za dřevostavbu tedy považujeme takovou stavbu, kde nosnou část tvoří dřevo. Dřevostavby si v současné době získávají potřebnou důvěru a zažívají na českém trhu velký návrat. To je způsobené kvůli již zmíněným vlastnostem dřeva a také díky tomu, že patří mezi obnovitelné suroviny. Dalším důvodem, který ovlivňuje oblíbenost dřevostaveb je rychlá montáž a nenáročnost na staveništi s vyloučením mokrých procesů.

V současnosti používané konstrukční systémy dřevostaveb můžeme rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou dřevěné rámové domy, druhou skeletové a do třetí skupiny spadají masivní dřevěné domy. Pro tuto práci byla navržena dřevěná masivní dřevostavba, pro kterou je charakteristické, že nosnou funkci plní masivní dřevěný panel, který vzniká lepením jednotlivých přířezů k sobě. Rodinný dům byl navržen ze systému NOVATOP a pro uzavření obvodové konstrukce byla zvolena fasádní omítko.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vypracovat návrh rodinného domu s využitím možností konstrukčního systému moderní masivní dřevostavby NOVATOP. Navrhovaný objekt bude v práci nejprve řešen dispozičně v souladu s platnými předpisy a požadavky norem. Dále bude v práci uvedena charakteristika zvoleného konstrukčního systému, skladby konstrukcí a základní konstrukční detaily. Obvodové konstrukce budou posouzeny z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov, určených pro trvalý pobyt lidí. Práce bude obsahovat výkresovou dokumentaci, průvodní a technickou zprávu.

3 Literární přehled

3.1 Výhody dřevostaveb

Dřevostavba je taková stavba, jejíž nosná konstrukce je tvořena dřevěnými prvky nebo prvky na bázi dřeva (Zahradníček a Horák, 2011).

Dřevostavby jsou výhodné zejména z těchto důvodů:

- nízká spotřeba tepla na vytápění u dobře izolovaných staveb,
- dřevo je zcela obnovitelný materiál,
- dřevostavby poskytují vyšší kvalitu vnitřního prostředí (vyšší povrchové teploty, příznivější rozložení teplot v prostoru),
- při stejném obestavěném prostoru poskytují dřevostavby více využitelné plochy než zděné stavby a dokonce s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi, což je způsobené slabšími stěnami,
- rychlejší výstavba než u zděných staveb,
- fyzická životnost dřevostaveb je srovnatelná se zděnými stavbami,
- dřevostavby je možné během jejich životního cyklu výrazně lépe, snadněji, rychleji a levněji upravovat,
- dřevo je přírodní a plně recyklovatelný materiál,
- dřevo je zřejmě jediný stavební materiál, který v rámci jeho konečné likvidace, je schopen poskytnout další energii (Růžička, 2006).

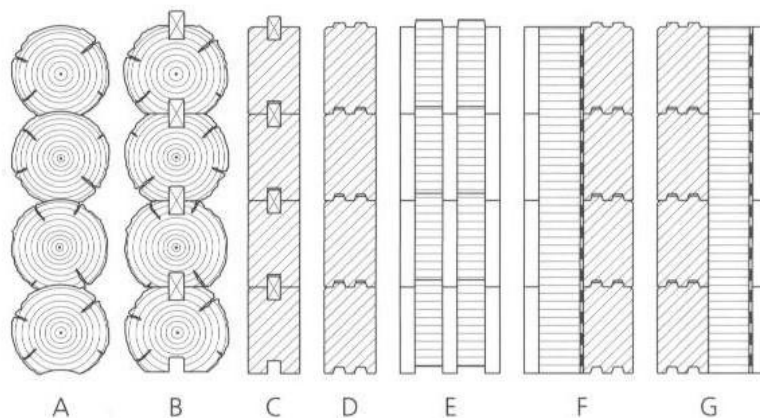
3.2 Vývoj konstrukčních systémů

3.2.1 Srubové stavby

Srubová stavba je nejstarší masivní stavbou, která měla původně stěny z loupaných kuláčů, které byly kladeny vodorovně na sebe. Vodorovné mezery mezi jednotlivými kuláči byly těsněny mechem nebo se vymazávaly hlínou. Později se začalo používat polohráněné řezivo a potom i řezivo hráněné. Dnes se moderním způsobem opracování dosahuje vysoké přesnosti v lícování vodorovných spár. Spáry se obvykle provádí se dvěma nebo třemi pery a drážkami, vkládá se těsnění z pružné hmoty kvůli neprůzvučnosti. V rohovém křížení se provádí přeplátování. Spoje musí být zajištěny proti vodorovnému posuvu, k tomu se využívají hřebíky, skoby nebo kolíky z tvrdého dřeva. Dalším způsobem zajištění spoje je pomocí tzv. rybinového plátu (Havířová, 2006). Na obrázku (Obr. 1) můžeme sledovat vývoj srubových staveb.

Charakteristické znaky pro srubové stavby:

- větší spotřeba dřeva,
- zvláštní výběr dřeva,
- velká řemeslná dovednost,
- umělecké rohové spoje,
- pevné seřazení půdorysu (Kolb, 2008).



- A Kulatina
B Kulatina s pery v drážkách
C, D Hranoly spojeny drážkou a hřebenem nebo perem
E Prefabrikované sendvičové prvky
F Tepelně izolovaná srubová stěna zhotovená na staveništi, srubová stěna zůstává uvnitř viditelná, obklad fasády je z masivního dřeva a musí se odvětrat
G Tepelně izolovaná srubová stěna zhotovená na staveništi, srubová stěna je uvnitř viditelná a vnější obklad je z masivního dřeva

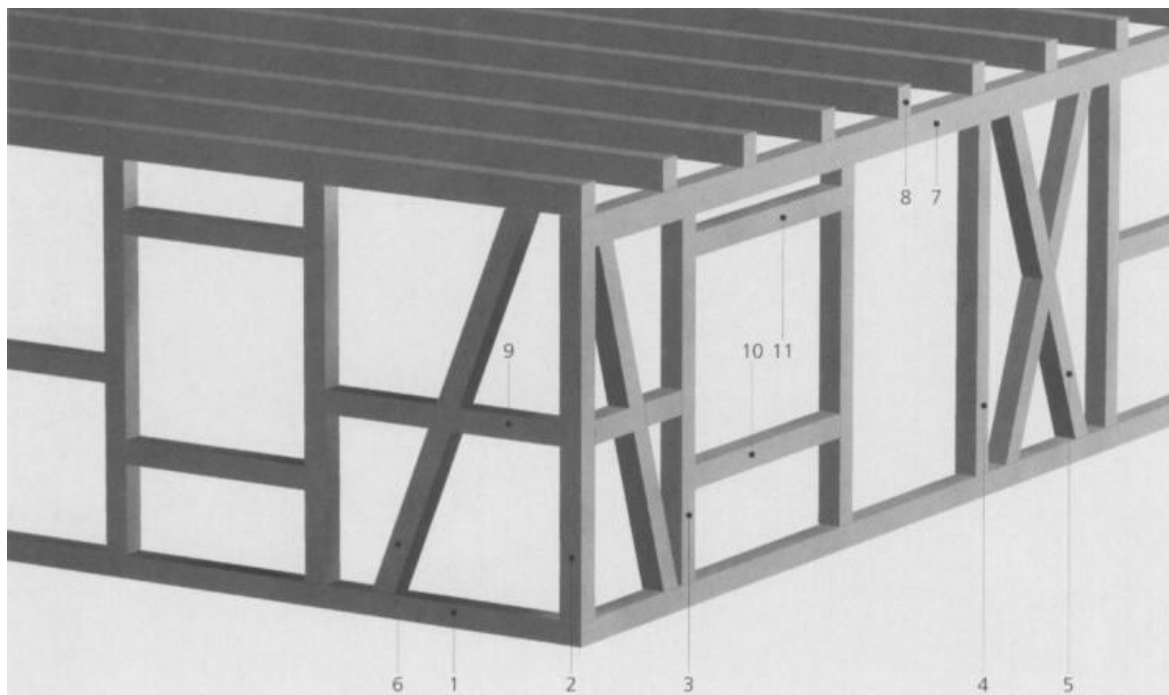
Obr. 1: Vývoj srubových staveb. Skladby stěn. Vnější strana vlevo, vnitřní vpravo

Zdroj: (Kolb, 2008)

3.2.2 Hrázděné stavby

Konstrukce stěny u hrázděné stavby byla tvořena z dřevěných prvků velkých průřezů. Dřevěné prvky byly tesařské a vzájemně se spojovaly tesařskými spoji, tato dřevěná kostra sloužila k přenosu veškerého zatížení až do základů. Hrázděná stavba je tvořena ze svislých stojek, vodorovných prahů a ližin, dále ze vzpěr a paždíků. Stojky, ližina a práh jsou nosné prvky stěny, vzpěry a paždíky jsou tzv. výztužné prvky (Haviřová, 2006).

Dnes se prahy a vaznice plátují, to se provádí tak, že se do poloviny vydlabou a zatlačí se přes sebe. Vzpěry, příčné prvky a sloupky se spojují čepovými spoji, při čemž u více namáhaných vzpěr se používá zapuštění. Proti posuvu spojů dnes slouží hřebíky a občas také vruty do dřeva, svorníky či vkládané hmoždíky. Jednotlivé prvky hrázděné stavby můžeme pozorovat na následujícím obrázku (Obr. 2).



- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1 – Práh | 7 – Horní rám |
| 2 – Rohový sloupek | 8 – Nosník |
| 3 – Okenní sloupek | 9 – Příčka |
| 4 – Dveřní sloupek | 10 – Parapetní příčka |
| 5 – Ondřejův kříž | 11 – Překladová příčka |
| 6 – Vzpěra | |

Obr. 2: Konstrukční části hrázděné stavby

Zdroj: (Kolb, 2008)

Vodorovný práh lemuje hrázděnou stěnu směrem dolů a tvoří spojovací část mezi základem (podlahou) a konstrukcí stěny. V celé délce je práh podepřen (zděný sokl nebo betonový strop) nebo v krátkých vzdálenostech (trámový strop). Sloupky se rozdělují na rohové, vazné, okenní, dveřní a mezilehlé. Rohové sloupky jsou umístěny v rozích a vazné sloupky stojí v místě křížení hrázděné stěny nebo jsou umístěny pro přenos zatížení střešní vazníkové konstrukce. Rozložení sloupek v půdorysu vychází z toho, jak jsou uspořádány dveře a okna. Trvalou polohu mají také vazné sloupky, které jsou

umístěny v konstrukci kvůli přenosu zatížení ze střešní konstrukce a z mezipatrových stropů přímo v bodech zatížení. Takovým způsobem jsou síly přenášeny přímo ve svislém směru. Nejčastěji jsou vzdálenosti mezi sloupky v hrázděné stavbě mezi 800 a 1200 mm. Staticky jsou sloupky namáhány na vzpěr a také ohyb (působení větru). Díky šikmým vzpěrám dochází ke ztužení hrázděné stěny, vzpěry přenáší vodorovné zatížení konstrukce prostřednictvím horních ráků a prahů do podpor. Příčky slouží k přenosu obkladu stěny nebo jeho nosnou konstrukci (lat'ový rošt). Konstrukčně důležité jsou překladové příčky a parapetní příčky, ty slouží pro doraz oken a dveří, ale i přilehlých obkladů stěn. Stěnové vaznice či horní rámy slouží k vyrovnání a zajištění sloupků a vzpěr, tyto prvky slouží k uzavření hrázděné stěny. Horní rámy také tvoří podpory pro nosníky nebo krokve, tím přenáší zatížení horních podlaží a střechy do spodních sloupků a vzpěr. V současné době se klasické hrázděné stavby s viditelnou nosnou konstrukcí z exteriérové strany u novostaveb téměř nepoužívají. Výztužná vzpěrná konstrukce byla nahrazena vývojem nových materiálů na bázi dřeva a deskových materiálů (Kolb, 2008).

Charakteristické znaky hrázděných staveb:

- dle tradičního vzoru bývá nosná kostra zvenku viditelná, ale může být i oboustranně obložená,
- vícepodlažní výstavba,
- časté spoje dřeva s čepy, zapuštění a plátování,
- jednoduchá montáž,
- častější čtvercové a větší průřezy nosných prvků (Kolb, 2008).

3.2.3 Balloon – Frame, Platform – Frame

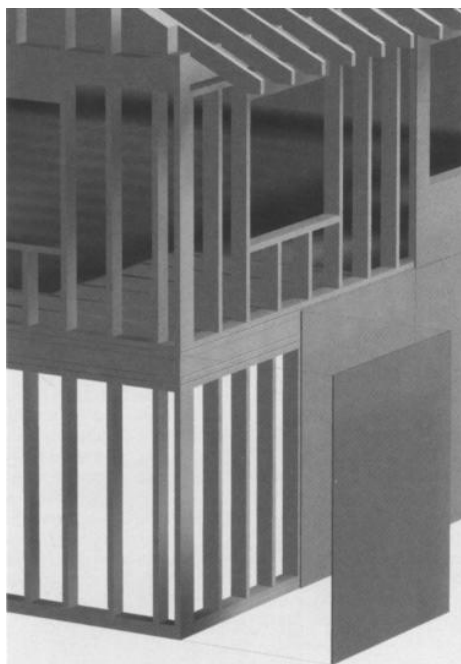
Tento druh dřevěných staveb vznikl v roce 1850 ve Spojených státech amerických kvůli požadavku na rychlou výstavbu. Je to žebrový stavební systém ze sloupků, které jsou postaveny v malých vzdálenostech, jsou vyztuženy prkny nebo deskami na bázi dřeva a přitlučeny hřebíky.

U systému Platform – Frame (plošinová konstrukce) je typickým znakem poschod'ová skladba (Obr. 3). Během stavby se používá plošina jako pracovní plocha a výrobní místo. Tento systém se v Severní Americe používá dodnes pro jednopodlažní nebo dvoupodlažní domy.

U systému Balloon – Frame je nosná konstrukce s průběžnými sloupky, které procházejí přes dvě nebo více podlaží (Obr. 4). Spodní a horní uzavření konstrukce je

tvořeno z vodorovných prken (prahy a vaznice). Stropní nosníky jsou položeny na stojaté fošně, která je zapuštěna do zářezů sloupků.

V současné době platí, že sloupkové stavby nebo dle jejich původních názvů označené stavební systémy Balloon – Frame či Platform – Frame, jsou zejména v Evropě nahrazeny kvalitativně lepšími rámovými stavbami (Kolb, 2008).



Obr. 3: Konstrukce s poschod'ovou výstavbou



Obr. 4: Konstrukce s průběžnými dřevěnými prvky

Zdroj: (Kolb, 2008)

Charakteristické znaky sloupkových staveb:

- menší možnost předvýroby,
- vysoká pracnost na staveništi,
- objekt je vyztužen pláští,
- štíhlé a vysoké průřezy,
- menší vzdálenost sloupků,
- oboustranné obložení konstrukce (Kolb, 2008).

3.2.4 Dřevostavby rámové

Konstrukce stěn u rámových staveb je tvořena dřevěnou nosnou kostrou z opracovaného řeziva, je opláštěná deskovými materiály, které slouží spolu s nosnou

kostrou k přenosu zatížení a k prostorovému ztužení budovy. Tento systém je oblíbený především v Severní Americe, jelikož jde o rychlou a suchou montáž, jejímž výsledkem je stavba s dobrými tepelně – izolačními vlastnostmi. „Two by four“ je název pro původní americký systém, což znamená 2×4 a to je rozměr tzv. stojek v palcích. V současné době je používaný systém „Two by six“, tedy 2×6 palců, ten se začal využívat kvůli vyššímu požadavku na zateplení obvodových stěn, jelikož rozměr svislých stojek souvisí s tloušťkou tepelné izolace vkládané mezi stojky. Pro rámové dřevěné stavby je typický malý průřez dřevěných profilů a malá vzdálenost stojek. Nosný rám se skládá ze stojek o průřezu 60×120 mm, ty se však v poslední době nahrazují stojkami o průřezu 60×180 mm. Stojky mohou být průchozí přes celou výšku podlaží nebo jsou stojky na výšku podlaží. Stojky jsou rozmístěny v pravidelných vzdálenostech, většinou 400, 600 nebo 625 mm a opláštěné deskovým materiálem, spojených pomocí hřebíků. K opláštění se používají OSB desky, sádrovláknité desky nebo i cementotřískové desky. U vnější stěny se musí zajistit její neprůzvučnost a také je nutné ji zajistit, aby uvnitř konstrukce nedocházelo ke kondenzaci vodních par (Havířová, 2006).

Charakteristické znaky rámových staveb:

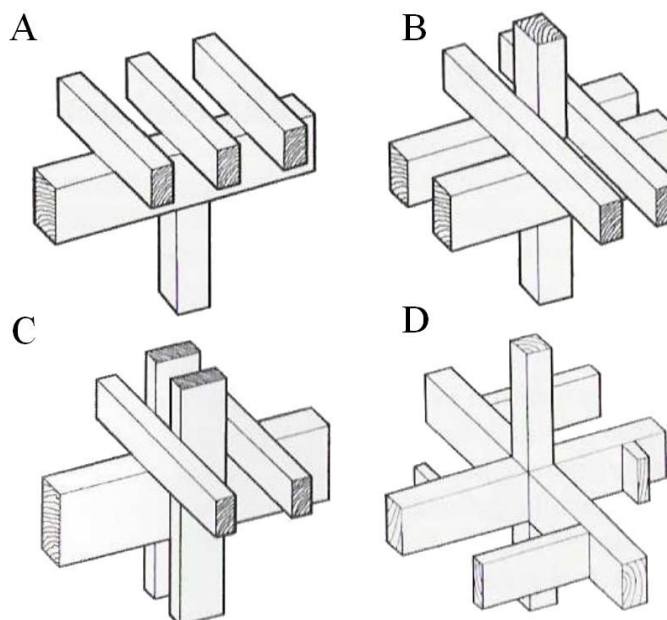
- volnost architektonického řešení,
- jednodušší konstrukční systém,
- detaily, které se opakují,
- nosná kostra má štíhlé průřezy,
- celkové vyztužení pomocí opláštění,
- rastrový rozměr 400 – 700 mm, nejčastěji 625 mm,
- spoje pomocí kontaktních spojů a spojovacími prostředky,
- konstrukce oboustranně obložená,
- jednoduchá dostupnost stavebních materiálů,
- krátká doba výstavby, možnost různých stupňů předvýroby (Kolb, 2008).

3.2.5 Dřevostavby skeletové

U skeletových staveb nemá obvodový plášť funkci výztužnou, jako je tomu u staveb rámových, má funkci pouze ochrannou a výplňovou. Nosnou kostru tvoří opět dřevěné tyčové prvky, které mají větší dimenze a jsou umístěny v konstrukci po větších vzdálenostech, než u předešlé skupiny staveb. Dřevěná skeletová stavba se vyvinula z výše zmíněných hrázděných staveb, ty jsou označovány za tzv. „historický skelet“. Novodobý

skelet se liší od historického především uspořádáním základních nosných prvků, ale také zjednodušenými spoji. Základní modul stavby je obvykle 600 mm (Havířová, 2006).

U skeletových dřevostaveb se rozlišují různé konstrukční systémy, které se od sebe liší vzhledem k vytvoření sloupů, nosníků a spojovacích prostředků (Obr. 5). Konstrukční typ se volí podle architektonického řešení, půdorysného rastru a působícího zatížení (Kolb, 2008).



A – Systém I.: Jednodílný sloup i hlavní nosník

B – Systém II.: Jednodílný průběžný sloup, dvoudílný (kleštinový) hlavní nosník

C – Systém III.: Vícedílný (kleštinový) průběžný sloup, jednodílný hlavní nosník

D – Systém IV.: Jednodílný průběžný sloup, jednodílný hlavní nosník, vedlejší nosník ve stejné výškové úrovni jako hlavní nosník

Obr. 5: Konstrukční systémy skeletových dřevostaveb

Zdroj: (Havířová, 2006)

Charakteristické znaky skeletových staveb:

- variabilní řešení půdorysu,
- nosný skelet a stěny, které ohraničují prostor, jsou vzájemně nezávislé,
- různé rozměry dle rastru a modulu,
- dřevěný skelet může být venku či uvnitř viditelný nebo také oboustranně zakrytý,
- spojování většinou pomocí ocelových prostředků,
- velká možnost předvýroby u stěnových, stropních a střešních prvků (Kolb, 2008).

3.2.6 Dřevostavby masivní

Poslední skupinou jsou masivní dřevostavby, u kterých nosnou funkci plní masivní dřevěná stěna, ta je tvořena buď z plných profilů, nebo je vytvořena lepením či skládáním jednotlivých vrstev a jejich vzájemným spojením. Dále se většinou masivní dřevěná stěna opatřuje tepelněizolační vrstvou a případně dalšími potřebnými vrstvami dle typu konstrukce (Kolb, 2008).

Charakteristické znaky masivních staveb:

- nosná vrstva je z masivní, plošně působící desky,
- masivní podíl je nejméně 50 % uzavřené nosné vrstvy,
- jednovrstvé systémy jsou spojeny hřebíky nebo hmoždíky, vícevrstvé systémy jsou slepeny příčně nebo křížově, nebo jsou spojovány hmoždíky,
- efektivní přenos velkých zatížení,
- systémy, které jsou příčně či křížově lepeny jsou vysoce rozměrově stabilní,
- masivní dřevěné prvky odebírají vlhkost ze vzduchu místnosti, tu vážou a v suchých obdobích ji opět odevzdávají,
- různé konstrukční systémy jsou většinou vztaženy na výrobek a změřeny dle výrobce (Kolb, 2008).

V současné době se používají systémy dřevěných staveb, ve kterých jsou masivní bloky pro nosné konstrukce vytvořeny lepením nebo skládáním z jednotlivých přířezů. Používají se také duté, lepené nosné prvky, které jsou uvnitř vyplněny izolačním materiálem. Bloky se vzájemně spojují mechanicky nebo jsou k sobě lepeny.

Skládané masivní bloky se skládají vedle sebe širší stranou a tloušťky jednotlivých přířezů tvoří vnější povrch bloku. Pro tento systém je v němčině používán název „Brettstapell“. Jednotlivá prkna jsou spojována pomocí hřebíků nebo dubových kolíků, které se vkládají do vyvrtných otvorů a pod tlakem se zalisují. Kolík bývá vysoušen asi na 6% vlhkost, přijímá vlhkost z okolních přířezů a tím zvětšuje objem, tímto způsobem je zajištěno spojení přířezů do bloku. Tyto bloky se používají do obvodových stěn s tepelněizolační vrstvou.

Vrstvené masivní bloky se vytváří ze tří či pěti křížem kladených vrstev. Jednotlivé přířezy jsou vzájemně spojovány lepením, díky tomuto spoji a kladení prvků ve dvou směrech jsou hotové dílce velice rozměrově a tvarově stabilní. Tímto způsobem mohou být masivní panely vytvořené i jako celostěnové, což urychluje montáž na stavbě. Používají se

přířezy o tloušťkách od 10 do 35 mm a šířce od 80 do 240 mm. Z vnější strany stěny musí být dostatečná tepelněizolační vrstva, na tuto vrstvu se provádí nejčastěji dřevěný obklad s odvětranou mezerou a difuzní fólii. Vnitřní povrch se opatřuje sádkartonem nebo se nechává stěna bez obkladu v pohledové kvalitě.

Lepené masivní bloky jsou vzájemně pospojovány do tvaru truhlíku, ten má obdélníkový průřez a uvnitř je vyplněn izolačním materiálem. Tyto truhlíky se spojují do bloků, které se používají ve vodorovné i svislé poloze. Vnitřní povrch se ponechává buď viditelný, z kvalitního opracovaného materiálu, nebo se obkládá sádkartonovými deskami (Havířová, 2006).

3.3 Materiály v moderních dřevostavbách

3.3.1 Řezivo

Pro nosnou konstrukci dřevostaveb se používá především konstrukční řezivo, které se běžně používá na krovky staveb. Toto řezivo musí splňovat alespoň několik základních požadavků na vlastnosti, jedná se především o pevnostní charakteristiky a o vlhkost řeziva. Výhodou tohoto řeziva je především jeho nižší cena. Naopak nevýhodou je vyšší vlhkost, větší riziko dotvarování, výskyt trhlin, nižší požární odolnost a nižší odolnost proti plísním a škůdcům, proto je nutné dřevo dále chemicky ošetřovat. Řezivo, které je speciálně sušené a hoblované se sraženými hranami, je kvalitnější. Toto řezivo je poměrně tvarově stálé a díky hladšímu povrchu je omezen přenos případného požáru.

Dalším typem je řezivo KVH (z německého jazyka Konstruktionsvollholz). Jedná se o profily, které jsou nastavované tzv. zubovitým spojem, který zajišťuje kvalitní provedení a spojení. Řezivo KVH se vyrábí tak, že ze základního sušeného materiálu se vyřežou všechny nekvalitní části a poté se k sobě lepí vybrané kvalitní části dřeva. Profily jsou kvalitně opracované, hoblované, sušené na požadovanou hodnotu a mají sražené hrany. Ve výrobě dochází i k základní impregnaci, takže na stavbě se takové řezivo nemusí dále impregnovat. Dalším používaným materiálem je BSH řezivo, to vzniká slepením KVH profilů ve více vrstvách.

„I“ nosníky jsou složeny z horního a dolního dřevěného pásu s vloženou stojkou z OSB desky či jiné dřevěné desky. Využívají se pro sloupky obvodových stěn, kde jsou ideální pro nízkoenergetické nebo pasivní stavby a to vzhledem k možnosti použít větší tloušťku tepelné izolace (Zahradníček a Horák, 2011).

3.3.2 Desky

OSB desky

Desky OSB jsou charakteristické svým povrchem a strukturou, která je příznivá v interiérech na stěnách, podhledech či podlahách. Používají se v různých tloušťkách a formátech. Použití je široké – od svislého umístění v nosných konstrukcích jako zavětrovací desky přes nosné desky stropních konstrukcí, dále jako roznášecí vrstva lehkých plovoucích podlah až po parobrzdnou vrstvu v difúzně otevřených konstrukcích.

MFP desky

Tyto desky svým vzhledem připomínají dřevotřískové materiály, avšak svými vlastnostmi mají blíže k OSB deskám. MFP desky jsou alternativou právě OSB desek, ale jejich nevýhoda spočívá v tom, že je nelze použít jako pohledové na rozdíl právě od broušených OSB desek. Využití je tedy pouze konstrukční.

DHF desky

Jedná se o dřevovláknitou desku s dobrou odolností proti vlhkosti a je určena především pro difúzně otevřené konstrukce, kde se používá jako vnější konstrukční deska s nízkým difúzním odporem. Používá se také jako izolace proti větru pod odvětrávané fasádní systémy.

DFF desky

DFF deska je na podobné bázi jako DHF, ale má nižší objemovou hmotnost (250 – 270 kg/m³), zpravidla se dodávají ve větších tloušťkách než DHF desky. Je možné desky částečně použít jako tepelnou, případně zvukovou izolaci. Dále se používají do konstrukcí střech a stěn.

Dřevovláknité desky

Tyto desky jsou na bázi dřevní hmoty a mají dobré tepelněizolační a zvukoizolační vlastnosti. Dřevovláknité desky se používají jako tepelná izolace, pro difúzně otevřené konstrukce, jelikož má dobrou paropropustnost. Desky se používají i jako podklad pro tenkovrstvou stěrkovou omítku.

Cementotřískové desky

Cementotřískové desky se často používají pro zavětrování svislých konstrukcí (alternativa k OSB), dále také jako roznášecí vrstva suchých skladeb podlah. Na rozdíl

od OSB desek je lze použít do určité míry pro požárně namáhané konstrukce.

Cementovláknité desky

Tyto desky mají podobné použití a vlastnosti jako desky cementotřískové. Také se vyrábí ve velmi kvalitní povrchové úpravě v několika odstínech pro použití na moderních zavěšených fasádách jako desky cementotřískové. Výhodou při použití jako fasádní desky je homogennost průřezu, který i na řezných plochách zajišťuje shodné vlastnosti jako na pohledové ploše. Pro konstrukční prvky se tato deska využívá pouze výjimečně.

Sádrovláknité desky

Sádrovláknité desky mají velmi dobré statické a protipožární vlastnosti. Základními surovinami pro výrobu je sádra a vlákna celulózy, ta se získává recyklací. Často se využívají jako desky konstrukční nebo pohledové v interiéru, nahrazují sádrokartonové desky. Sádrovláknité desky se dále využívají na obvodové stěny, podhledy stropů a střech, vnitřní nenosné příčky a konstrukce podlah.

Sádrokartonové desky

Tyto desky se vyrábí v různých variantách a tloušťkách pro rozdílné využití. Jedná se o desky základní, protipožární a desky do vlhkých prostorů. Nevhodné jsou jako desky konstrukční či fasádní kvůli nižší pevnosti.

Desky na bázi slámy

Jedná se o desky, které jsou se slámovým jádrem a obaleny kartonem. I přes na první pohled hořlavý výplňový materiál mají tyto desky výborné protipožární vlastnosti. Dobré vlastnosti vykazují také tepelnětechnické a zvukověizolační. Využívají se na ztužení v obvodových a vnitřních stěnách až po vnitřní dělicí samonosné příčky. Standardní tloušťka panelu bývá 58 mm.

Překližky

Zpravidla se s překližkami setkáváme jako s obkladovým materiálem v interiéru i exteriéru. Překližky jsou tvořeny slepením z několika vrstev dýh.

Biodesky

Jsou to masivní třívrstvé či vícevrstvé desky. Na rozdíl od překližek je tento materiál tvořený slepením minimálně tří na sebe navzájem kolmých vrstev, lamel.

Biodesky se používají pro konstrukční prvky i jako pohledové desky. Stejně jako překližky se biodesky kvůli vyšší ceně používají spíše pro estetické ztvárnění obkladů v interiéru a exteriéru budov.

Masivní dřevěné panely

Jednotlivé vrstvy jsou k sobě lepené, případně i spojené kolíky bez použití lepidla. Výhodou těchto desek je jejich statické a zároveň i estetické působení. Často se využívají tam, kde je požadavek na pohledové dřevěné plochy. Další výhodou je jejich dobrá neprůzvučnost, proto jsou vhodné pro pasivní stavby.

3.3.3 Tepelná izolace

Na trhu existuje velké množství izolačních materiálů, které jsou vhodné pro použití v dřevostavbách, od ekonomických po vysoce ekologické. Zde je krátký přehled a popis těch, se kterými se na našem trhu můžeme potkat.

Polystyren

Jedná se asi o nejlevnější, ale zároveň nejefektivnější tepelnou izolaci, která se používá do konstrukce, tak i k dodatečnému zateplení obvodového pláště. Nejvhodnější je polystyren jako izolace pro vodorovné konstrukce. Běžně je používán jako izolace difúzně uzavřené ploché střechy nebo jako izolace do podlahy. Dále se používá pro vnější kontaktní zateplovací systém, kde je levnější alternativou k fasádním izolacím z minerálních vláken.

Minerální vlákno

Tato izolace je charakteristická svojí šedo zelenou barvou a je jedna z nejrozšířenějších. Vyrábí se v různých tloušťkách a také v různých typech, záleží na využití v konstrukci. Používá se jako kročejová izolace do konstrukce stropů.

Skelné vlákno

Skelné vlákno je určitým „konkurentem“ izolace z minerálních vláken, které má však svá specifika a některé odlišné vlastnosti. Izolace ze skelného vlákna má zpravidla žlutou barvu.

Izolace z konopí

Izolace z konopí se vyrábí v různých tloušťkách a formátech. Lze pěstovat suroviny pro tepelné izolace, výhodou těchto materiálů je jejich ekologičnost. Použití je stejné jako u výše zmíněných tepelných izolací.

Ovčí vlna

Jedná se o další přírodní materiál, který se využívá do difúzně otevřených konstrukcí a je vhodný pro izolace podlah, především díky své nízké objemové hmotnosti a stlačitelnosti. Izolace z ovčí vlny musí být opatřena ochranou proti napadení moly, u jiných materiálů toto nebezpečí nehrozí. Má výborné tepelněizolační vlastnosti.

Izolace na bázi papíru

Sypká hmota, která slouží jako tepelná izolace, je tvořena vločkami z mineralizovaného recyklovaného papíru. Používá se od izolací stěn po izolace stropů. Izolace na bázi papíru se aplikuje foukáním do předem připravených dutin.

Sláma

Sláma se využívá jednak ve formě slisované do desek (viz desky na bázi slámy), ale používána je i jako tepelná izolace u experimentálních domů. Nevýhodou použití slámy je nutná důkladná ochrana proti vodě a jiným klimatickým vlivům.

Izolační materiály na bázi lnu

Jedná se o surovinu, která není příliš běžná jako tepelněizolační materiál, přesto je len vhodný do dřevostaveb jako izolace vnějších stěn, příček, stropních a střešních konstrukcí. Tento přírodní tepelný materiál se vyrábí ze lnu s přísadou bramborového škrobu a dalších přísad. Vyrábí se ve formě pásů (role) nebo granulátu.

Kromě výše zmíněných materiálů se pro konstrukce moderních dřevostaveb využívá velké množství doplňkového materiálu. Jedná se o různé druhy tmelů, fólií, spojovací a kotvící techniky či těsnících pásek. Každý výrobek má své místo v konstrukci a jeho optimální použití zvyšuje nejen funkčnost stavby, ale také cenovou konkurenceschopnost dřevostaveb (Zahradníček a Horák, 2011).

4 Metodika

4.1 Výkresová část

V této části bakalářské práce bude navrženo dispoziční řešení rodinného domu dle platných hygienických předpisů a souvisejících norem. Projektová dokumentace bude vyhotovena v programu Autocad a bude kreslena dle normy ČSN EN ISO 7437 – Technické výkresy – výkresy pozemních staveb – základní pravidla pro kreslení výkresů stavebních dílců. Projektová dokumentace bude v souladu s textovou částí bakalářské práce a bude se skládat z výkresů: základy, studie, půdorys, svislý řez domu, vazníková střecha, pohledy, konstrukční detaily a výpis truhlářských výrobků.

4.2 Textová část

Textová část bakalářské práce bude obsahovat rozdělení a popis konstrukčních systémů dřevostaveb, materiály využívané v moderních dřevostavbách a popis zvoleného systému dřevostavby. Součástí textové části bude rovněž posouzení obvodových konstrukcí z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov. Dále bude textová část obsahovat výpočet orientační ceny rodinného domu a průvodní a technickou zprávu.

5 NOVATOP systém

System NOVATOP byl vyvinut a ověřen ve Švýcarsku. Vše se vyrábí v České republice a využívá se zejména českých jehličnatých dřevin, které se opracovávají nejmodernějšími CNC stroji.

NOVATOP je stavební systém z komponentů velkých rozměrů, které jsou vyráběny z křížem vrstveného masivního dřeva (CLT – cross laminated timber). Komponenty NOVATOP jsou vyrobeny z vysoušených smrkových lamel, skládaných do vrstev, které jsou k sobě otočeny o 90°. Množství vrstev je různé a určuje konečnou tloušťku bloku. Dřevo se vysouší na 8% vlhkost, díky čemuž jsou komponenty velice stabilní a zabraňuje se tím tvorbě trhlin. K lepení se nejčastěji používají polyuretanová lepidla, jež jsou vhodné do interiéru i exteriéru. Panely jsou stabilní, mají vysokou pevnost, statickou únosnost a jsou tvarově stálé i při změnách vlhkosti. NOVATOP je vhodný pro rodinné i bytové domy, také pro rekonstrukce, přístavby apod. (www.novatop-system.cz).

NOVATOP OPEN

Konstrukce prvku je tvořena spodní nosnou vícevrstvou masivní deskou (SWP – solid wood panel), na kterou jsou nalepeny hranoly (DUO, TRIO, KVH, I – nosníky) v osové vzdálenosti 625 mm, které plní nosnou funkci. Mezi jednotlivé hranoly jsou vložena příčná žebra, která plní funkci ztužující. Spojení žeber a desek se provádí lepením a lisování za studena. Mezi hranoly je možné vkládat tepelnou izolaci. Element je možné uzavřít dalším plošným materiálem – difúzně otevřeným.

NOVATOP ELEMENT

Jedná se o velkoplošné žebrové komponenty, které jsou vyrobeny z vícevrstevných masivních smrkových desek (SWP). Konstrukce prvku je tvořena spodní nosnou deskou, tloušťka desky závisí na požadované požární odolnosti konstrukce. Na desku jsou lepena podélná a příčná žebra, jejichž výška závisí na požadované nosnosti elementu. Celá konstrukce NOVATOP ELEMENT je uzavřena horní deskou. Spojení žeber a desek se provádí stejně jako u NOVATOP OPEN, tedy lepením a lisováním za studena. Dutiny je možné osazovat dle požadavků tepelnou a zvukovou izolací (www.novatop-system.cz).

5.1 Montáž

Panely se vyrábí v přesných formátech (až 12 × 2,95 m), s opracovanými spoji, s otvory pro dveře a okna a s ostatními úpravami, jako jsou například trasy pro rozvody. Vyrobené panely jsou dopraveny přímo na staveniště, kde se z nich pomocí jeřábu sestaví během několika hodin celý objekt. Konstrukce se staví na připravenou základovou desku, ke které se panely připevňují pomocí L profilů. Panely se spojují vruty do dřeva a s ostatními konstrukcemi pomocí různého stavebního kování. Na obvodové stěny se z exteriérové strany aplikuje tepelná izolace, konečná vnější úprava může být libovolný fasádní systém nebo provětraný zavěšený dřevěný obklad. Výplně otvorů se volí podle požadavků a nároků stavby, lze použít jakoukoliv střešní krytinu. V interiéru se panely ponechávají v pohledové kvalitě masivního smrkového dřeva nebo se opatřují sádrovláknitou či sádrokartonovou deskou, ta se opatřuje libovolnou omítkou, obkladem či tapetou (www.novatop-system.cz).

5.2 Plánování výroby

U výroby panelů NOVATOP je velmi důležité předběžné plánování. Vzhledem k jedinečnosti každého projektu nelze projektovou dokumentaci po odsouhlasení měnit. Výrobní proces může začít až tehdy, jsou – li vyjasněny všechny projektové specifikace.

Postup při plánování:

1. Studie projektu
2. Zpracování projektu do NOVATOP systému
3. Kontrola provedení s případnou optimalizací rozměrů a objasnění detailů
4. Ověření statiky
5. Formulace požadavků na protipožární ochranu, zvukovou izolaci a pohledové kvality dřeva
6. Určení předběžného postupu montáže, číslování panelů a uložení na kamion
7. Zpracování projektové dokumentace
8. Přeprava – způsob přepravy je volen dle konečných rozměrů jednotlivých panelů s návazností na dopravu a montáž (www.novatop-system.cz).

5.3 Vlastnosti systému NOVATOP

Vzduchotěsnost

Tato vlastnost je velmi důležitá pro pasivní domy. Panely NOVATOP jsou plošně neprůzvučné, díky vyspravení suků a díky podélně lepeným spárám mezi lamelami.

Vzduchotěsnost je u panelů NOVATOP SOLID zajištěna už při tloušťce 62 mm a to i bez foliových parozábran. Aby bylo dosaženo vzduchotěsnosti je důležitou fází projekce a provedení všech detailů na staveništi. Konstruktivních detailů u tohoto systému je podstatně méně než u jiných stavebních systémů a to kvůli přesnému opracování panelů.

Difúzní otevřenost

Konstrukce systému NOVATOP zůstává s vhodně zvolenou izolací difúzně otevřená. Část vlhkosti prostupuje do konstrukce a dále do exteriéru, část je absorbovaná a zadržena dřevem, po snížení vlhkosti v interiéru je potom znovu uvolňována zpět. Právě díky těmto vlastnostem není potřeba fóliová parozábrana, čímž odpadá jedno z nejvíce problematických míst při montáži staveb ze dřeva. U difúzně otevřené konstrukce je obvodová stěna tvořena tepelnou izolací na vnější straně, popř. instalační předstěnou na straně vnitřní. Skladba konstrukce se navrhuje s ohledem na difúzní odpory jednotlivých vrstev tak, aby se rosný bod nacházel co nejbližší exteriéru při různých typech izolací.

Fázový posun

Fázový posun ovlivňuje tepelnou pohodu uvnitř stavby. Je to vlastnost konstrukce, která zpomaluje vliv působení extrémních teplot, které jsou vyvolané slunečním zářením. Povrch obvodového pláště se působením slunce zahřívá a zvýšení teploty materiálu se šíří směrem k interiéru. Fázový posun vyjadřuje dobu, za kterou se změna teploty na vnějším povrchu konstrukce projeví na straně interiéru. U panelů NOVATOP je fázový posun od 3 hodin do 7 hodin, záleží na tloušťce panelu. Při kombinaci s dřevovláknitou izolací je tato hodnota i kolem 15 hodin.

Požární odolnost

Panely NOVATOP lze použít i na stavby se zvýšenými nároky na požární bezpečnost jako jsou nemocnice a školy. Výhodou u masivních komponentů je, že odhořívají pouze plošně a tak konstrukce slábne pomaleji. U skeletových a rámových staveb mohou dřevěné prvky odhořívat z několika stran současně, proto musí být chráněny dalšími materiály anebo více naddimenzovány.

Akustika

Stavební konstrukce má za účel také zabránit šíření hluku, a to hluku způsobeného uvnitř objektu nebo i mimo něj. Stejně jako je nutné eliminovat tepelné mosty, tak je nutné

eliminovat i mosty akustické. U systému NOVATOP se kročejový hluk eliminuje např. pomocí vápencové drti, kterou se plní stropní elementy. Dalším možným způsobem je opláštění elementů akustickými deskami (SWP) o tloušťce 16 mm.

Pohledová kvalita

NOVATOP umožňuje využití pohledové kvality smrkového dřeva jako konečné řešení interiéru stěn a stropů. Trasy pro rozvody a instalace se řeší uvnitř panelů. Spoje panelů se opatřují lištou nebo se ponechávají přiznané spáry. Dřevěný povrch může být ošetřen jakoukoliv nátěrovou hmotou, která je vhodná na masivní dřevo, dřevo lze i barevně tónovat. Pro povrch panelu v pohledové kvalitě se využívá řezivo kvality AB, povrch je broušený, beze spár a bez zbytků lepidla. Naopak nepohledová kvalita (konstrukční), je pro opláštění. Povrch je hoblovaný, jsou dovoleny vzhledové vady, jako jsou vypadavé suky, trhliny, zamodráání a také spáry (www.novatop-system.cz).

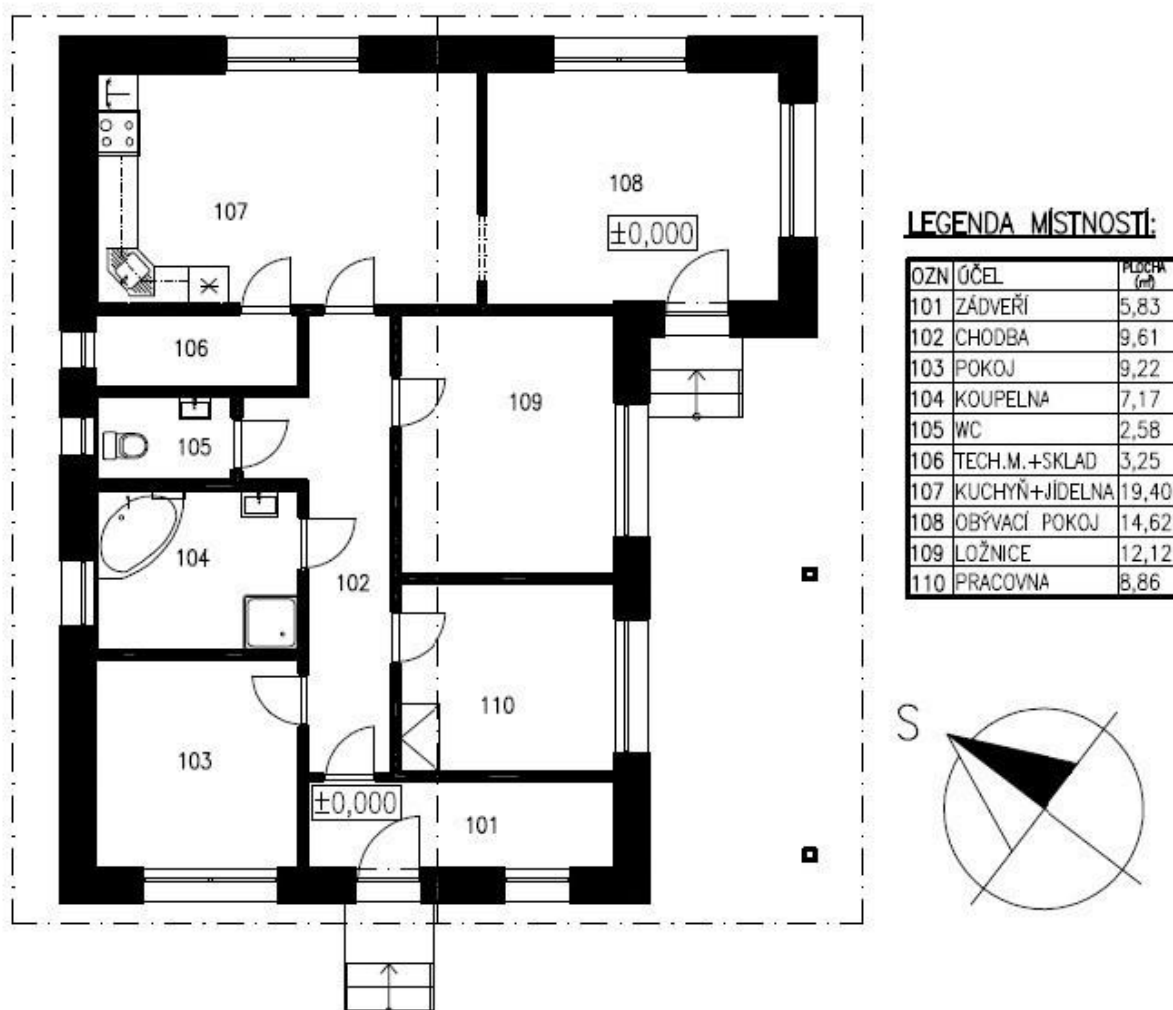
5.4 Konstrukční řešení rodinného domu

Jelikož systém NOVATOP má různé varianty konstrukčních systému (různé skladby stěn, stropu, střech), musí se zákazník rozhodnout, jaký druh si zvolí. V následující kapitole bude uvedena a popsána zvolená skladba obvodové stěny, vnitřních nosných stěn, vodorovné konstrukce, střešní konstrukce a také skladba střešního pláště.

5.4.1 Dispoziční řešení

Při návrhu dispozičního řešení bylo cílem, aby místnosti byly co nejlépe přístupné z chodbové části. Dále aby uživatelé rodinného domu měli co nejvíce prostoru a přirozeného denního osvětlení.

Rodinný přízemní dům je dispozičně řešen jako 4 + 1, svým prostorovým a dispozičním řešením plně uspokojí nároky na bydlení čtyřčlenné rodiny (Obr. 6).

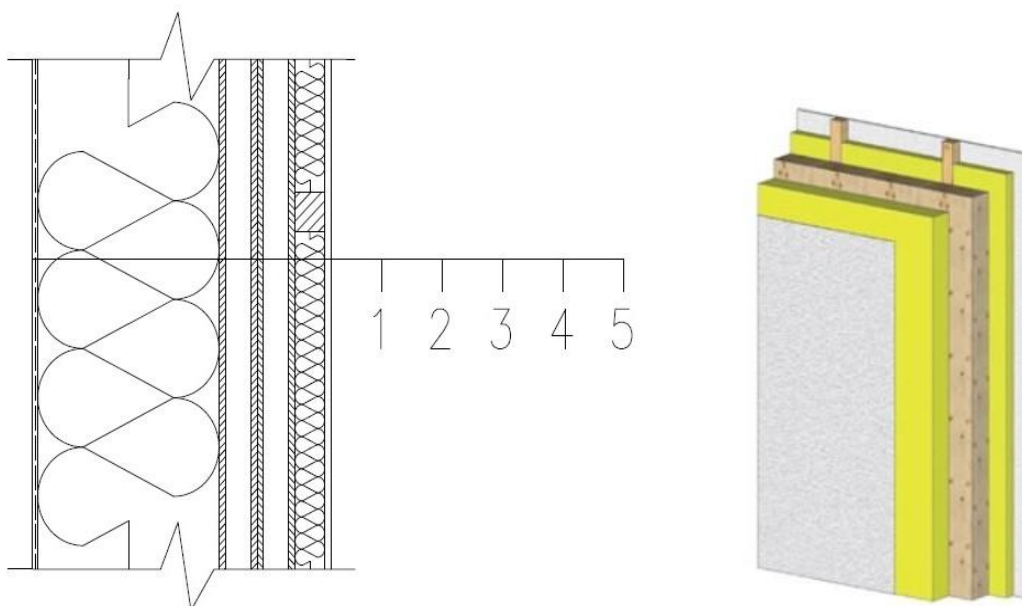


Obr. 6: Dispoziční řešení rodinného domu

Zdroj: (vlastní)

5.4.2 Obvodová stěna

Nosná část obvodové stěny se skládá ze dvou panelů o tloušťce 82 mm, které jsou slepeny k sobě. Další vrstvou směrem do exteriéru je dřevovláknitá izolace o tloušťce 300 mm, na kterou přijde systémová fasádní omítka. K panelu se směrem do interiéru uchyty dřevěné hranoly a mezi ty se vkládá dřevovláknitá deska o tloušťce 50 mm. V této fázi se provádí veškeré rozvody elektřiny, vody apod. Poslední vrstvou je sádrovláknitá deska o tloušťce 10 mm, na kterou se nanáší malba (Obr. 7). V tabulce (Tab. 1) můžeme pozorovat stavebně fyzikální vlastnosti obvodové stěny.



- 1 – Systémová fasádní omítka
 - 2 – Dřevovláknitá izolace tloušťky 300 mm
 - 3 – Masivní dřevěná stěna NOVATOP SOLID tloušťky 124 mm
 - 4 – Dřevovláknitá deska tloušťky 50 mm + dřevěný rošt 50/40
 - 5 – Sádroláknitá deska Fermacell tloušťky 10 mm
- Tloušťka celkem 492 mm

Obr. 7: Skladba obvodové stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

Tab. 1: Stavebně fyzikální vlastnosti obvodové stěny

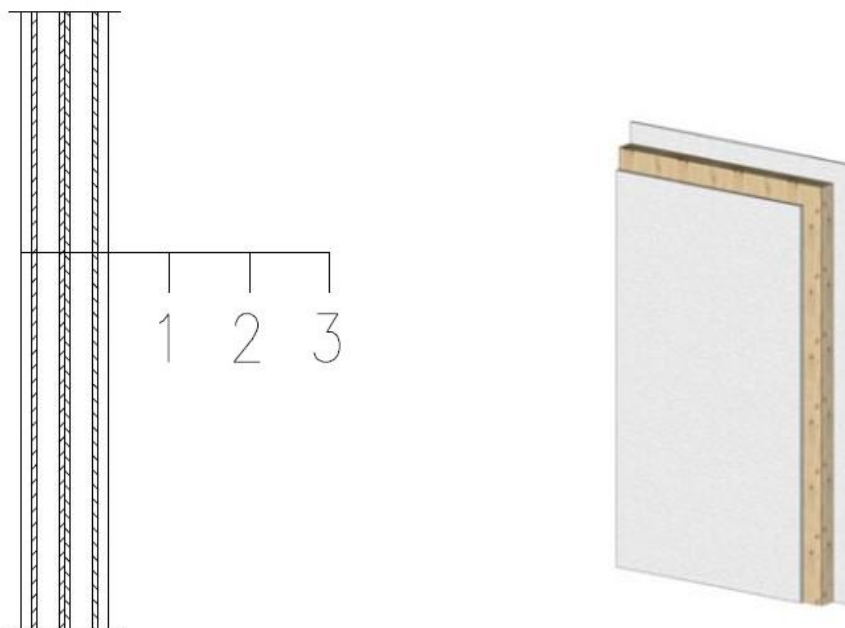
Vzduchová neprůzvučnost R_w	52 dB
Součinitel prostupu tepla U	0,11 W/m ² K
Požární odolnost REI	60 min

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

5.4.3 Vnitřní nosná stěna

Masivní dřevěná stěna NOVATOP SOLID o tloušťce 84 mm je v prvním případě opatřena z obou stran sádrokartonovou deskou o tloušťce 12,5 mm a její celková tloušťka je 109 mm. V druhém případě je opatřena sádrokartonovou deskou pouze z jedné strany, druhá strana je tvořena masivní dřevěnou stěnou v pohledové kvalitě a celková tloušťka konstrukce je 96,5 mm. Ve třetím případě je stěna z obou stran v pohledové kvalitě o tloušťce 84 mm. Na obrázku (Obr. 8) lze pozorovat masivní dřevěnou stěnu opatřenou

z obou stran sádrokartonovou deskou. V tabulce (Tab. 2) jsou uvedeny stavebně fyzikální vlastnosti vnitřní nosné stěny.



1 – Sádrokartonová deska o tloušťce 12,5 mm

2 – Masivní dřevěná stěna NOVATOP SOLID o tloušťce 84 mm

3 – Sádrokartonová deska o tloušťce 12,5 mm

Tloušťka celkem 109 mm

Obr. 8: Skladba vnitřní nosné stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

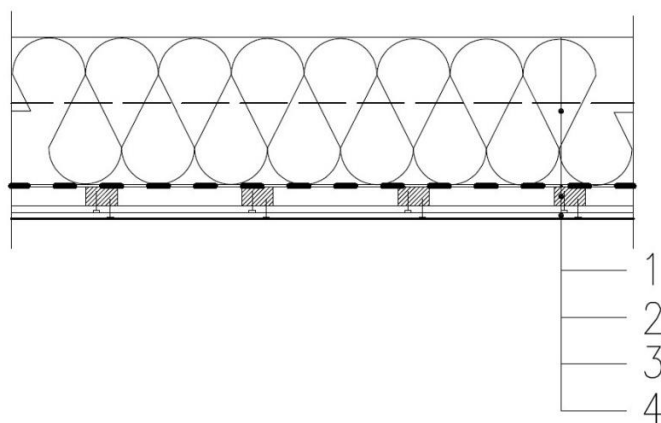
Tab. 2: Stavebně fyzikální vlastnosti vnitřní nosné stěny

Vzduchová neprůzvučnost R_w	35 dB
Požární odolnost REI	60 min

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

5.4.4 Vodorovná konstrukce

Dřevěné příhradové vazníky se montují přímo na pozednici, která je umístěná na obvodových stěnách, stropní konstrukce se neprovádí. Dolní pás vazníku je navržen jako stropní konstrukce, která se ze spodní strany obloží sádrokartonem a mezi pásy vazníků se uloží minerální vlna o tloušťce 300 mm. Další vrstvou je parotěsná fólie, dřevěný rošt o tloušťce 40 mm, ke kterému se pomocí rychlošroubů připevňují dvě sádrokartonové desky o celkové tloušťce 25 mm, na ty se nanáší malba (Obr. 9).



- 1 – Spodní díl vazníku vyplněný minerální vlnou o tloušťce 300 mm
 - 2 – Parozábrana Jutafol N Al 170 Special
 - 3 – Dřevěný rošt o tloušťce 40 mm
 - 4 – Sádkartonová deska 2 × 12,5 mm
- Tloušťka celkem 365 mm

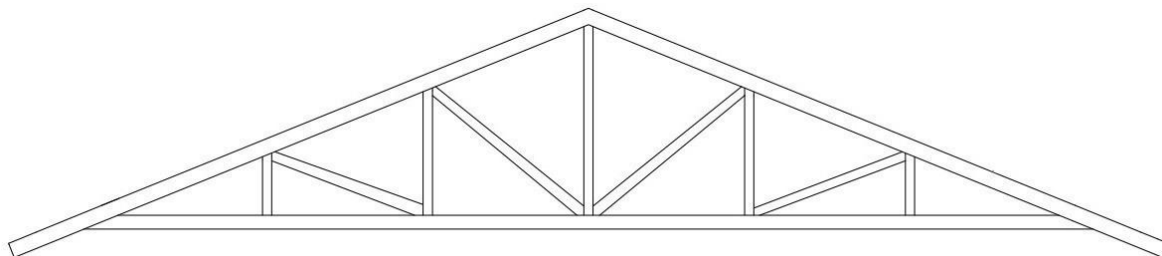
Obr. 9: Pohled nad přízemím

Zdroj: (vlastní)

5.4.5 Střešní konstrukce

Střešní konstrukci tvoří příhradové dřevěné vazníky, které jsou vyrobeny z fošnového řeziva tloušťky 80 mm a v šířce 180 mm. Vazníky jsou zhotoveny z jednotlivých přířezů, ty jsou mezi sebou spojovány na „tupo“ lisováním pomocí styčnickových desek. Při výrobě je využíváno řezivo o vlhkosti do 22 % a konstrukce je impregnovaná proti houbám, plísním a dřevokaznému hmyzu (www.mitek.cz).

Střešní konstrukce rodinného domu se skládá z vazníků (Obr. 10), které jsou od sebe v osové vzdálenosti 950 mm. Celkový počet vazníků na rodinném domě je 14 kusů.

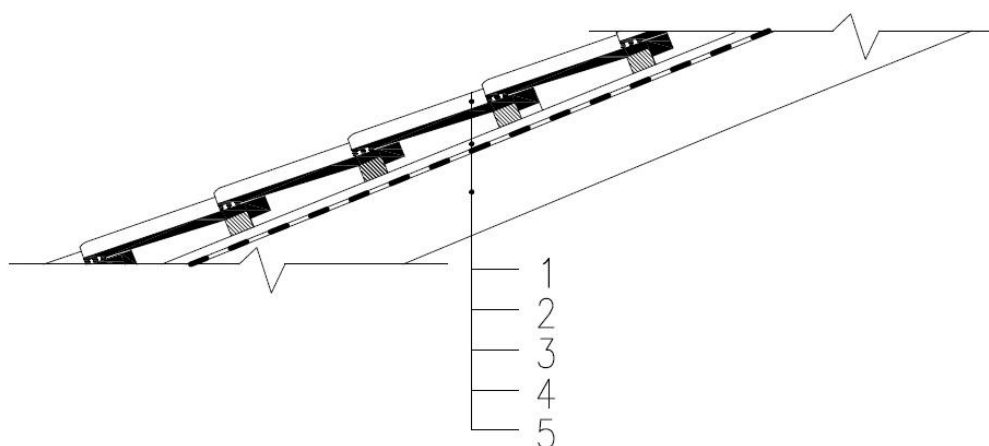


Obr. 10: Dřevěný příhradový vazník

Zdroj: (vlastní)

5.4.6 Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen z horní části vazníku, ke kterému je připevněna pojistná hydroizolace. K vazníkům se připevní kontralatě profilu 40/50 mm, na ty jsou v kolmém směru kladeny střešní latě profilu 50/40 mm, poslední vrstvou je pálená skládaná střešní krytina (Obr. 11).



- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 – Pálená skládaná krytina | 4 – Pojistná hydroizolace |
| 2 – Střešní latě 50/40 mm | 5 – Horní část vazníku |
| 3 – Kontralatě 40/50 mm | |

Obr. 11: Skladba střešní konstrukce

Zdroj: (vlastní)

5.4.7 Komínové těleso

Pro odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu krbu je navržen komín Schiedel Kingfire, u kterého je krbová vložka s výkonem 3 – 7 kW integrovaná do prefabrikovaného modulu z lehčeného betonu. Komín bude opatřen komínovou hlavou typu Eagle, konickým vyústěním a profilovanou nerezovou krycí hlavicí (Obr. 12). Výška komína nad hřebenem střechy bude 600 mm.



Obr. 12: Komínová hlava typu Eagle

Zdroj: (www.schiedel.cz)

Rozměr modulu komínu je 550×550 mm a jsou v něm osazeny kouřovody a mřížky na výdech teplého vzduchu. V obývacím pokoji, kde se komín nachází, je navržena hořlavá podlahová krytina, proto je nutné pokrytí části podlahy z nehořlavého materiálu (sklo).

Vlastnosti komínu Kingfire:

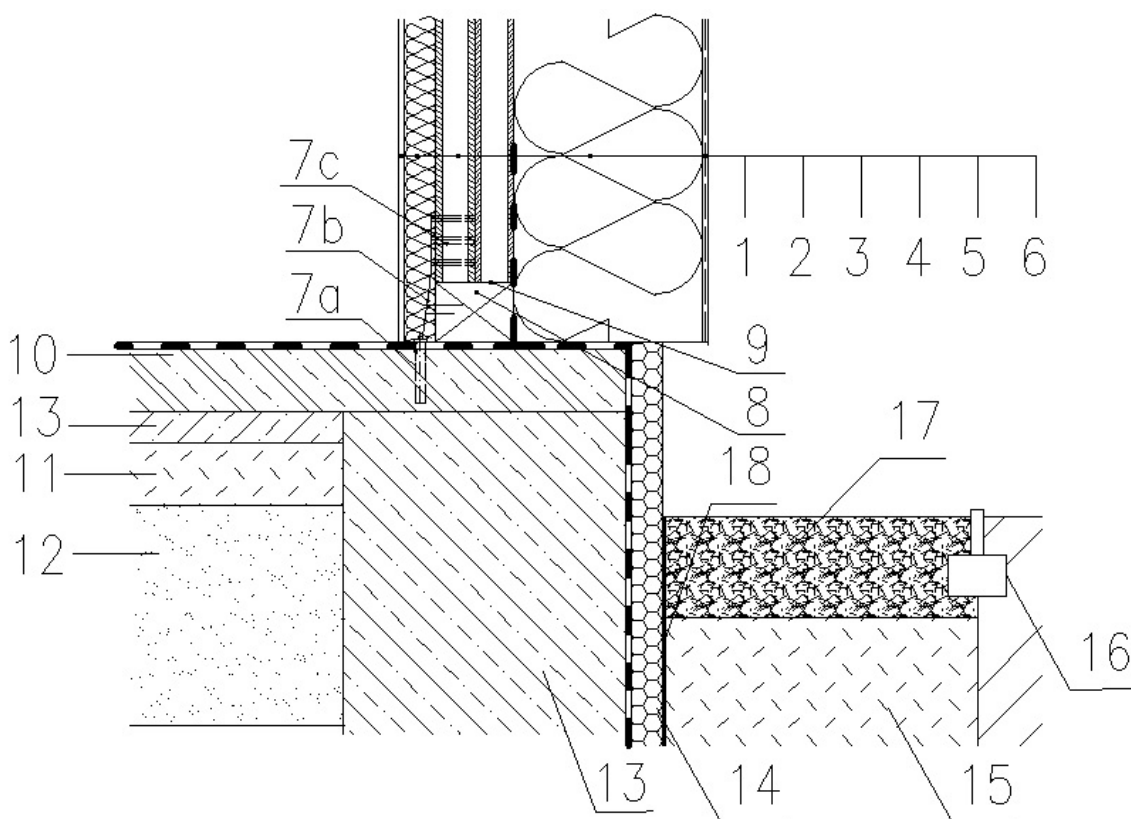
- samostatně fungující systém nezávislý na jakékoliv energii,
- uzavřený systém s vlastním přívodem vzduchu,
- nízké nároky na prostor – modul zabírá pouze $0,3 \text{ m}^2$,
- žádné vázání ke konstrukcím, těleso může stát i volně v prostoru (www.schiedel.cz).

6 Konstrukční detaily

Systém NOVATOP nabízí spoustu variant konstrukčních systémů, různé skladby, tloušťky stěn, stropu i střech, a to v závislosti na požadavku stavebně fyzikálních vlastností (tepelná ochrana, požární odolnosti a zvuková neprůzvučnost). Od toho se odvíjí i různé varianty konstrukčních detailů, čili spojení jednotlivých částí k sobě. V této kapitole se nachází konstrukční detaily, které byly v práci navrženy.

6.1 Ukotvení obvodové stěny

Ukotvení obvodové stěny k základu je pomocí podkladního hranolu, ke kterému je stěna připevněna pomocí mechanické ocelové kotvy, ta je chemicky ukotvena do základu a do masivní dřevěné stěny pomocí vrutů (Obr. 13).



Legenda materiálu:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 – Sádroláknitá deska Fermacell tl. 10 mm | 9 – Vzduchotěsné provedení spoje |
| 2 – Dřevoláknitá deska tl. 50 mm | 10 – Železobeton C16/20 tl. 100 mm |
| 3 – Stěna NOVATOP SOLID tl. 124 mm | 11 – Šterkopískové lože tl. 100 mm |
| 4 – Hydroizolace | 12 – Zhutněný násyp tl. 350 mm |
| 5 – Dřevoláknitá izolace tl. 300 mm | 13 – Prostý beton C16/20 |
| 6 – Systémová fasádní omítka tl. 8 mm | 14 – Zateplení základu XPS polystyren |
| 7a – Mechanická kotva | 15 – Šterková drť |

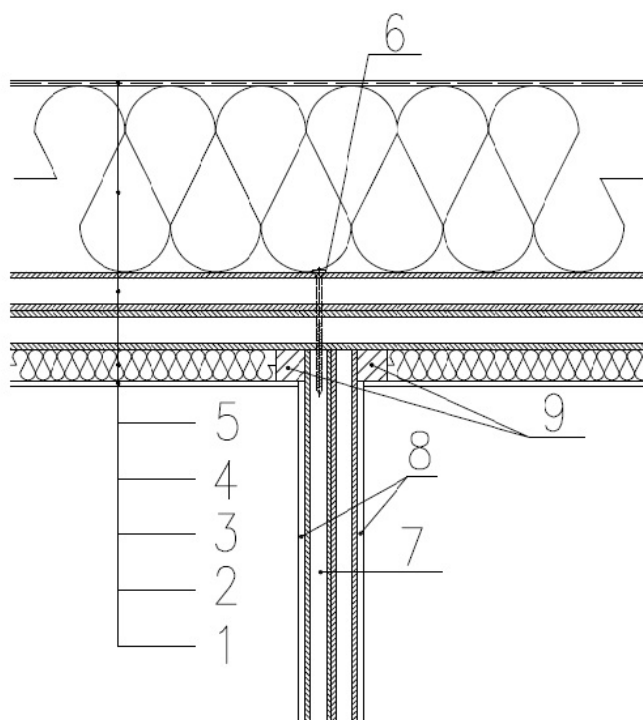
7b – Kotva BMF KR 200 (počet dle statiky)	16 – Zahradní betonový obrubník
7c – Hřebík konvexní 4 × 50 mm (dle statiky)	17 – Kačírek
8 – Podkladní dřevěný hranol	18 – Nopová fólie

Obr. 13: Detail ukotvení obvodové stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

6.2 Napojení obvodové stěny a vnitřní stěny

Vnitřní stěna je připevněna k obvodové stěně „na tupo“ pomocí vrutu. V první fázi se provede montáž obvodových stěn rodinného domu a v druhé fázi se přidělávají vnitřní stěny, počet vrutů k přišroubování se určuje dle statiky (Obr. 14).



Legenda materiálu:

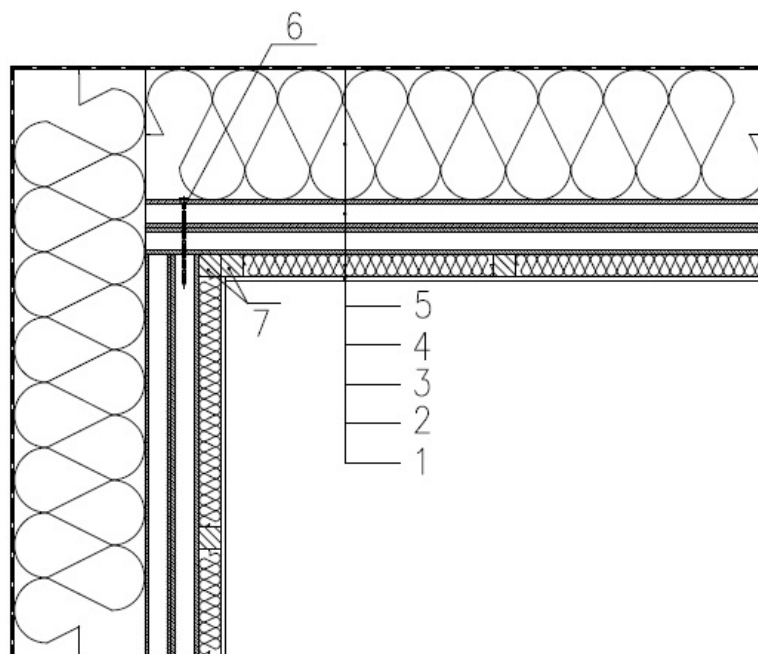
1 – Sádroláknitá deska Fermacell tl. 10 mm	6 – Vrut 8 × 220 mm BSH
2 – Dřevoláknitá deska tl. 50 mm	7 – NOVATOP SOLID tl. 84 mm
3 – Masivní stěna NOVATOP SOLID tl. 124 mm	8 – Sádrokartonová deska 12,5 mm
4 – Dřevoláknitá izolace tl. 300 mm	9 – Dřevěný hranol 50 × 50 mm
5 – Tenkovrstvá silikátová omítka	

Obr. 14: Detail napojení obvodové stěny a vnitřní stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

6.3 Napojení obvodové stěny

Spojení obvodové stěny se provádí „na tupo“ pomocí vrutu. Stěny jsou navrženy a vyrobeny v přesných formátech a na staveništi se k sobě pouze přiloží a sešroubují k sobě. Do spoje se vkládá butylkaučuková páska kvůli těsnění spoje (Obr. 15).



Legenda materiálu:

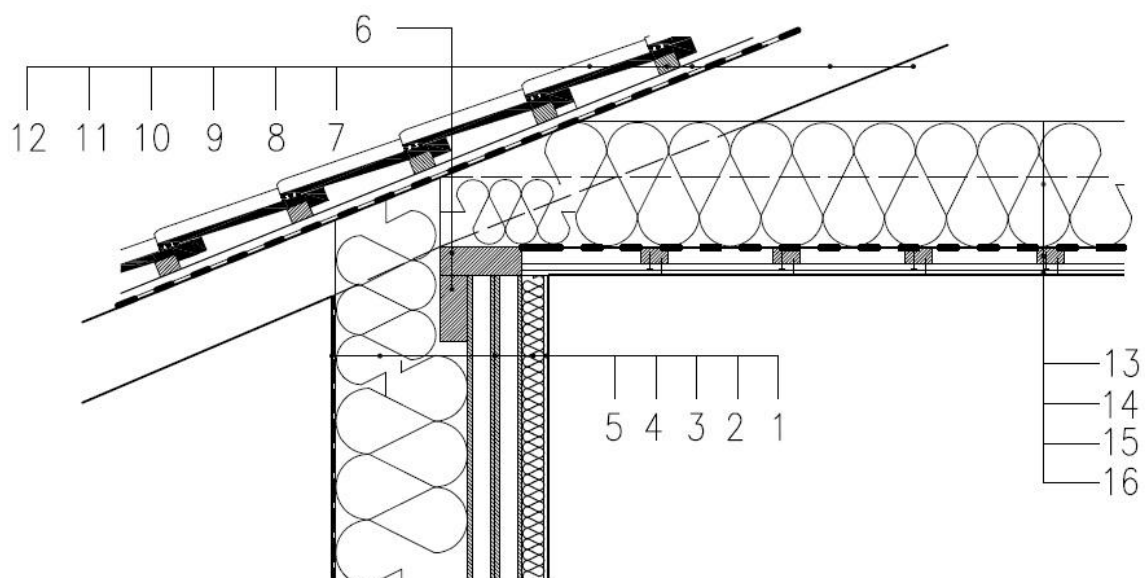
- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 – Sádroláknitá deska Fermacell tl. 10 mm | 5 – Tenkovrstvá silikátová omítka |
| 2 – Dřevoláknitá deska tl. 50 mm | 6 – Vrut 8×220 mm BSH |
| 3 – Masivní stěna NOVATOP SOLID tl. 124 mm | 7 – Dřevěný hranol 50×50 mm |
| 4 – Dřevoláknitá izolace tl. 300 mm | |

Obr. 15: Detail napojení obvodové stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

6.4 Detail napojení střechy a stěny

Vazníky jsou uloženy na podkladním hranolu, které jsou ke stěně připevněny pomocí vrutů (8×220 BSH). Mezi vazníky je uložena tepelná izolace o tloušťce 300 mm. Sádrokartonový podhled je tvořen parobrzdicí fólií a dřevěným roštěm, který je připevněn ke spodní části vazníku. K dřevěnému roštu jsou pomocí rychlošroubů připevněny dvě sádrokartonové desky o tloušťce $2 \times 12,5$ mm (Obr. 16). Vazníky budou impregnovány nátěrem Bochemit QB profi, jedná se o koncentrovaný vodou ředitelný přípravek, který slouží k ochraně dřeva proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a plísním.



Legenda materiálu:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 – Sádrovláknitá deska Fermacell tl. 10 mm | 9 – Pojistná hydroizolace |
| 2 – Dřevovláknitá deska tl. 50 mm | 10 – Kontralatě 40 × 50 mm |
| 3 – Masivní stěna NOVATOP SOLID tl. 124 mm | 11 – Střešní latě 50 × 40 mm |
| 4 – Dřevovláknitá izolace tl. 300 mm | 12 – Pálená skládaná krytina |
| 5 – Tenkovrstvá silikátová omítka | 13 – Vazník + minerální vata 300 mm |
| 6 – Dřevěný hranol – profil 65 × 185 mm | 14 – Parozábrana Jutafol |
| 7 – Vzduchová mezera | 15 – Dřevěný rošt tl. 40 mm |
| 8 – Horní část vazníku | 16 – Sádrokarton 2 × 12,5 mm |

Obr. 16: Detail napojení střechy a stěny

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

7 Posouzení obvodových konstrukcí z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov

V této kapitole bude řešeno posouzení obvodové stěny, podlahové a střešní konstrukce z hlediska součinitele prostupu tepla. Výpočet součinitele prostupu tepla je proveden dle ČSN 73 0540 – 4: Tepelná ochrana budov. Vypočtené součinitele prostupu tepla jsou následně porovnány s požadovanými a doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla U_N (Tab. 3).

Tab. 3: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$

Popis konstrukce	Požadované hodnoty U_N [W/(m ² K)]	Doporučené hodnoty U_N [W/(m ² K)]
Střeška plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně; podlaha nad venkovním prostorem	0,24	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou se střeškou bez tepelné izolace; podlaha a stěna s vytápěním (vrstvy vnější od vytápění)	0,30	0,20
Stěna vnější: konstrukce lehká střeška strmá se sklonem nad 45°: konstrukce těžká	0,30 0,38	0,2 0,25
Podlaha a stěna přilehlá k zemině; strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru nebo z částečně vytápěného k nevytápěnému prostoru vytápěné budovy	0,75	0,50
Stěna mezi sousedními budovami; strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45

Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,7	1,2
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše; z vytápěného prostoru do částečně vytápěného nebo z částečně vytápěného či nevytápěného prostoru vytápěné budovy do venkovního prostředí	3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°; z vytápěného prostoru do venkovního prostředí; pro rámy šikmých výplní otvorů včetně jejich tepelně izolačního obkladu přitom platí $U_f \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,5	1,1
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z částečně vytápěného nebo nevytápěného prostoru vytápěné budovy do venkovního prostředí	2,6	1,7

Zdroj: (Vaverka, 2006)

7.1 Posouzení obvodové stěny rodinného domu

Tab. 4: Skladba obvodové stěny

Druh materiálu	Tloušťka (mm)	λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)
Tenkovrstvá silikátová omítka	8	0,8
Dřevovláknitá izolace	300	0,04
Masivní dřevěná stěna NOVATOP SOLID	124	0,13
Dřevovláknitá izolace	50	0,04
Sádrovláknitá deska Fermacell	10	0,32

Zdroj: (www.tzb-info.cz)

$$\lambda_i = 8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_e = 23 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$R_T = \frac{1}{8} + \frac{0,008}{0,8} + \frac{0,3}{0,04} + \frac{0,124}{0,13} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,01}{0,32} + \frac{1}{23} = 9,73 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R} = 0,103 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Požadovaná hodnota $U_N = 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$0,103 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} < 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Vyhodnocení výsledků:

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro vnější stěnu je $0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ a doporučená hodnota je $0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Navržená konstrukce obvodové stěny dosahuje součinitele prostupu tepla $U = 0,103 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, tím tedy z hlediska posouzení součinitele prostupu tepla vyhovuje.

Výpočtem vyšel součinitel prostupu tepla nepatrně nižší než součinitel prostupu tepla uváděný v technické dokumentaci výrobce. Ten uvádí hodnotu součinitele prostupu tepla pro zvolenou stěnu $0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, tento rozdíl může být způsoben zvolením jiné fasádní omítky.

7.2 Posouzení podlahy v přízemí rodinného domu

Tab. 5: Skladba podlahy v přízemí

Druh materiálu	Tloušťka (mm)	$\lambda (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$
Keramická dlažba	8	1,01
Litý samonivelační potěr	60	1,4
PE fólie	0,3	0,35
Tepelná izolace – polystyren EPS	80	0,034
Hydroizolace Fatrafol 803	0,001	0,170
Železobetonová deska	100	1,58

Zdroj: (www.tzb-info.cz)

$$\lambda_i = 8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\lambda_e = 23 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$R_T = \frac{1}{8} + \frac{0,008}{1,01} + \frac{0,06}{1,4} + \frac{0,0003}{0,35} + \frac{0,08}{0,034} + \frac{0,000001}{0,17} + \frac{0,1}{1,58} + \frac{1}{23} = 2,636 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R} = 0,38 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Požadovaná hodnota $U_N = 0,60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$0,38 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} < 0,60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Vyhodnocení výsledků:

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro podlahu přilehlou k zemině je $0,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ a doporučená hodnota je $0,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Navržená konstrukce podlahy v přízemí rodinného domu dosahuje součinitele prostupu tepla $U = 0,38 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, tím splňuje podmínky z hlediska součinitele prostupu tepla.

7.3 Posouzení střešní konstrukce rodinného domu

Tab. 6: Skladba střešní konstrukce

Druh materiálu	Tloušťka (mm)	$\lambda \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$
Sádkartonová deska	25	0,22
Rošt z latí	40	0,18
Parozábrana Jutafol N Al 170 Special	0,0002	0,39
Spodní díl vazníku + minerální vlna	180 / 300	0,18 / 0,05
Horní díl vazníku	180	0,18

Zdroj: (www.tzb-info.cz)

$$\lambda_i = 8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\lambda_e = 23 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{eg} = \frac{\lambda_v \cdot a_v + \lambda_{mv} \cdot a_{mv}}{a_v + a_{mv}} = \frac{0,18 \cdot 0,08 + 0,05 \cdot 0,87}{0,08 + 0,87} = 0,061 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$R_v + R_{mv} = \frac{d}{\lambda} = 2,95 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_T = \frac{1}{8} + \frac{0,18}{0,18} + \frac{0,0002}{0,39} + \frac{0,04}{0,18} + 2,95 + \frac{0,025}{0,22} + \frac{1}{23} = 4,455 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R} = 0,224 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Požadovaná hodnota $U_N = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$0,224 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} < 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Vyhodnocení výsledků:

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro střešní konstrukci se sklonem do 45° je $0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ a doporučená hodnota je $0,16 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$. Navržená konstrukce střechy dosahuje součinitele prostupu tepla $U = 0,224 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$, tím z hlediska posouzení součinitele prostupu tepla vyhovuje.

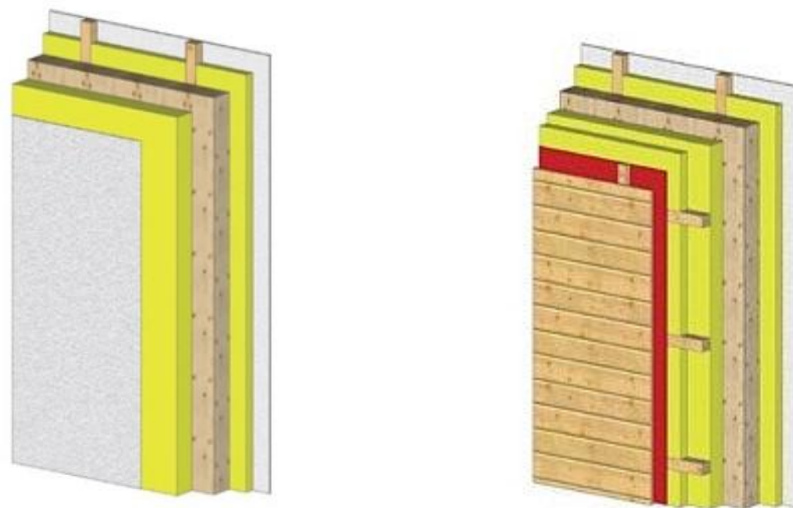
8 Cena obvodové stěny a rodinného domu

U systému NOVATOP je možné zvolit obvodovou stěnu ukončenou dřevěným obkladem nebo stěnu s fasádní omítkou. V práci byla pro rodinný dům navržena fasádní omítka. Důvodem byly předpokládané nižší náklady a také menší tloušťka stěny, díky které budou větší obytné prostory.

Dále byla zvolená masivní stěna s fasádní omítkou cenově porovnána se stěnou z pórobetonu, která má přibližně totožný součinitel prostupu tepla U. Pro porovnání byla zvolena stěna z tvárnic YTONG P2 – 350 o tloušťce 375 mm, která je zateplená difúzně otevřeným polystyrenem EPS 100F tloušťky 200 mm. Z interiérové strany je stěna opatřena perlitovou vnitřní omítkou tloušťky 1 cm a z exteriérové strany také perlitovou omítkou o tloušťce 2 cm. Ceny byly poskytnuty firmou MTG stavby, spol. s r.o. sídlící v Brně, Králově Poli.

8.1 Cenové porovnání obvodových stěn

Pro cenové porovnání byly zvoleny totožné obvodové stěny s podobnými stavebně fyzikálními vlastnostmi. U stěn se liší pouze způsob ukončení.



Obr. 17: Skladba stěny s fasádní omítkou a dřevěným obkladem

Zdroj: (www.novatop-system.cz)

Na obrázku (Obr. 17) vlevo můžeme pozorovat obvodovou stěnu s fasádní omítkou, ta se skládá z fasádní omítky, dřevovláknité izolace, masivní dřevěné stěny o tloušťce

124 mm, dřevovláknité izolace a sádrovláknité desky. Celková tloušťka konstrukce je 492 mm, požární odolnost je 60 minut, zvuková odolnost je 52 dB a součinitel prostupu tepla je 0,11 W/m²K.

Na obrázku (Obr. 17) vpravo je znázorněna obvodová stěna s dřevěným obkladem. Ta se skládá stejně jako stěna s fasádní omítkou ze sádrovláknité desky, dřevovláknité izolace, masivní dřevěné stěny o tloušťce 124 mm. Dále stěnu tvoří dřevovláknité desky, první o tloušťce 240 mm a druhá o tloušťce 60 mm, následuje pojistná difúzní fólie, dřevěné laťování, stěnu uzavírá dřevěný obklad. Celková tloušťka konstrukce je 534 mm, což je vyšší než u stěny ukončené fasádní omítkou, požární odolnost u druhé stěny je také 60 minut. Zvuková odolnost je 53 dB a součinitel prostupu tepla je 0,10 W/m²K, což je nepatrně nižší než u stěny s fasádní omítkou.

Tab. 7: Ceny jednotlivých materiálů stěny s dřevěným obkladem a fasádní omítkou

Dřevěný obklad		Fasádní omítka	
Dřevěný obklad - modřín	650 Kč/m ²	Fasádní omítka	300 Kč/m ²
Dřevěné laťování 2×	140 Kč/m ²	Steico therm 300 mm	1 400 Kč/m ²
Fasádní difúzní fólie	130 Kč/m ²	Novatop Solid 124 mm	2 000 Kč/m ²
Steico flex 50 mm	120 Kč/m ²		
Steico therm 240 mm	950 Kč/m ²		
Novatop Solid 124 mm	2 000 Kč/m ²		
Cena celkem za 1 m ²	3 990 Kč	Cena celkem za 1 m ²	3 700 Kč

Zdroj: (vlastní, dle dat Dřevostavby MC Novák s.r.o.)

V tabulce (Tab. 7) můžeme pozorovat ceny jednotlivých materiálů za 1 m², které byly poskytnuty firmou Dřevostavby MC Novák s.r.o., která sídlí v obci Veřovice a je šestým rokem certifikovaným partnerem NOVATOP. Při porovnání ceny za 1 m² obvodových stěn, bylo zjištěno, že fasádní omítka je o 290 Kč na 1 m² levnější než dřevěný obklad.

Tab. 8: Ceny masivních dřevěných stěn

Dřevěný obklad		Fasádní omítka	
Cena za 1 m ² stěny	3 990 Kč	Cena za 1 m ² stěny	3 700 Kč
Cena za 103 m ² stěny	410 970 Kč	Cena za 103 m ² stěny	381 100 Kč

Zdroj: (vlastní, dle dat Dřevostavby MC Novák s.r.o.)

V tabulce (Tab. 8) jsou uvedeny ceny stěn na celý rodinný dům. Rozdíl cen na celém rodinném domě je téměř 30 000 Kč. Výhoda stěny s dřevěným obkladem je ta, že už od pohledu působí jako masivní dřevostavba a vizuálně je estetičtější než stěna s fasádní omítkou. Nevýhoda spočívá ve vyšší ceně ve srovnání se stěnou s fasádní omítkou a také v potřebě ošetřovat nátěr dřevěného obkladu, což je doporučeno opakovat po třech letech. Důvodem pro zvolení stěny s fasádní omítkou byly tedy nižší náklady a také menší náročnost na údržbu.

Tab. 9: Ceny jednotlivých materiálů stěny z tvárnic YTONG

Materiál	Cena materiálu včetně prací
YTONG P2 – 350 tloušťky 375 mm	1 289 Kč/m ²
Polystyren EPS 100F tloušťky 200 mm	127 Kč/m ²
Omítka perlitová vnitřní 1 cm	299 Kč/m ²
Omítka perlitová vnější 2 cm	439 Kč/m ²
Celkem	2634 Kč/m ²

Zdroj: (vlastní, dle dat MTG stavby, spol. s r.o.)

Tab. 10: Cena masivní stěny s fasádní omítkou a stěny z tvárnic YTONG

Masivní dřevěná stěna NOVATOP s fasádní omítkou		Stěna z tvárnic YTONG + polystyren EPS 100F	
Cena za 1 m ² stěny	3 990 Kč	Cena za 1 m ² stěny	2 634 Kč
Cena za 103 m ² stěny	410 970 Kč	Cena za 103 m ² stěny	271 302 Kč

Zdroj: (vlastní, dle dat Dřevostavby MC Novák s.r.o. a MTG stavby, spol. s r.o.)

V tabulce (Tab. 9) jsou uvedeny ceny jednotlivých materiálů stěny z tvárnic YTONG. Jak již bylo zmíněno, uvedené ceny byly poskytnuty od firmy MTG stavby, spol. s r.o. V tabulce (Tab. 10) lze pozorovat cenu masivní dřevěné stěny NOVATOP s fasádní omítkou a stěny z tvárnic YTONG za 1 m² a také cenu za celý rodinný dům. Pro porovnání byla zvolená stěna s totožným součinitelem prostupu tepla. Stěna z tvárnic YTONG P2 – 400 je opatřena difúzně otevřeným polystyrenem EPS 100F o tloušťce 200 mm. Při porovnání cen bylo zjištěno, že stěna z tvárnic je levnější, jak se dalo předem očekávat. Na 1 m² je tento rozdíl 1 356 Kč a na celý rodinný dům je rozdíl dokonce 139 668 Kč.

8.2 Orientační cena rodinného domu systému NOVATOP

Rodinné domy a jiné budovy se oceňují dle JKSO (jednotné klasifikace stavebních objektů) na základě obestavěného prostoru. Orientační cena za m³ obestavěného prostoru pro budovy pro bydlení, které mají dřevěnou svislou nosnou konstrukci, je 5 350 Kč.

Obestavěný prostor základů:	52,67 m ³
Obestavěný prostor vrchní části domu:	340,21 m ³
Obestavěný prostor zastřešení:	210,90 m ³
Celkový obestavěný prostor:	603,77 m³
Cena za 1 m ³ pro dřevostavby:	5 350 Kč (dle JSKO 2016)
Cena rodinného domu = 5 350 × 603,78 =	3 230 170 Kč

Orientační cena rodinného domu činí 3 230 170 Kč.

9 Průvodní a technická zpráva

9.1 Základní údaje o stavbě

Vypracovala:	Veronika Loučková
Název stavby:	Rodinný dům systému NOVATOP
Místo stavby:	Brno – venkov, Měnin

Jedná se o novou stavbu, která bude sloužit k bydlení – rodinný dům. Projektová dokumentace stavbu řeší jako trvalou.

9.2 Architektonické a stavebně technické řešení

9.2.1 Účel objektu

Stavba pro bydlení – rodinný dům

9.2.2 Tvarové, materiálové a barevné řešení domu

Rodinný dům je dispozičně řešen jako 4 + 1 typu bungalov. Přízemní dům s půdorysem ve tvaru písmene „L“ je zastřešen sedlovou střechou ve sklonu 22° s přesahy. Výška hřebene střechy je 5,3 m a úroveň podlahy je nad úrovní upraveného terénu 0,45 m. Dům bude opatřen fasádou hnědé barvy, dřevěnými okny. Dispoziční řešení rodinného domu je navrženo s ohledem na orientaci objektu ke světovým stranám. Dispoziční řešení je navrženo: zádveří, chodba, pokoj, ložnice, pracovna, WC, koupelna, kuchyň, ze které je přístup do skladu, dále obývací pokoj, ze kterého je vstup na krytou terasu.

9.2.3 Kapacity, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace a osvětlení

Rodinný dům je navržen pro užívání 4 osob.

Obestavěný prostor rodinného domu:	603,77 m ³
Zastavěná plocha rodinného domu:	119,36 m ²
Zastavěná plocha pro okapový chodník a parkovacího místa:	117,13 m ²
Celková plocha rodinného domu:	236,49 m ²

Obytné místnosti rodinného domu jsou převážně orientované na jih a jihovýchod. Všechny obytné místnosti budou přirozeně odvětrány a osvětleny.

9.2.4 Technická a konstrukční řešení objektu

Dům je navržen jako přízemní, nepodsklepený, založený na železobetonové základové desce. Rodinný dům je navržen jako moderní masivní dřevostavba systému NOVATOP. Konstrukce střechy tvoří styčnickové vazníky, krytina sedlové střechy je pálená skládaná s laťováním. Okna a dveře jsou navržena dřevěná s izolačním dvojsklem (Výpis prvků výkres č. 7). Vnitřní povrchové úpravy jsou tvořeny z keramické dlažby a laminátové plovoucí podlahy.

9.2.5 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Součinitel prostupu tepla U vybraných konstrukcí rodinného domu:

Obvodová stěna:	$0,103 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Střešní konstrukce:	$0,224 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Podlaha v přízemí:	$0,380 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

9.3 Stavebně konstrukční řešení

9.3.1 Zemní práce

Před zahájením zemních prací bude sejmuta horní vrstva pozemku, tzv. ornice. Ornice bude uložena v době výstavby na meziskládce a po dokončení stavby bude využita při dokončovacích terénních úpravách. Rodinný dům bude nepodsklepený, budou se provádět výkopy z rýh v šířce základů.

9.3.2 Základy

Rodinný dům bude uložen na základových pásech z betonu C16/20, které se budou provádět do začištěných rýh na zhutněném povrchu. Skladba základové konstrukce je zhutněný násyp 300 mm, štěrkopískové lože 100 mm, podkladní beton 50 mm, železobeton C 16/20 100 mm a hydroizolace.

9.3.3 Svislé konstrukce

Nosné konstrukce rodinného domu tvoří konstrukční systém masivní dřevostavby NOVATOP. Obvodová stěna se skládá z křížem vrstveného masivního dřeva (CLT – cross laminated timber) o tloušťce 124 mm. Směrem do interiéru je masivní dřevěný panel opatřen dřevovláknitou izolací a sádrovláknitou deskou, směrem do exteriéru dřevovláknitou izolací a fasádní omítkou. Vnitřní nosné stěny tvoří masivní dřevěný panel NOVATOP o tloušťce 84 mm. Panely vnitřních nosných stěn jsou buď opatřeny sádrokartonovou deskou, nebo jsou viditelná v pohledové kvalitě.

5.3.4 Vodorovné konstrukce

Vodorovná konstrukce rodinného domu tvoří dolní pásy vazníku, které jsou navrženy jako stropní konstrukce. Podhled tvoří sádrokartonové desky, které jsou připevněny k dřevěnému roštu a jsou opatřeny bílou malbou.

9.3.5 Střešní konstrukce

Rodinný dům je zastřešen sedlovou střechou obdélníkového tvaru se sklonem 22°. Střešní konstrukce je tvořena ze styčnickových vazníků, které jsou spojeny ocelovými plechy s prolisovanými trny. Vazníky budou kotveny k dřevostavbě pomocí BMF uhlíků a svorníků. Budou kladeny v osové vzdálenosti 950 mm na pozednici o profilu 180 × 65 mm. Střešní konstrukce bude podbitá střešními smrkovými palubkami tloušťky 15 mm.

9.3.6 Výplně otvorů

Okna rodinného domu budou dřevěná eurookna opatřena ekologickou akrylátovou barvou Gori. Okna jsou otevíravá a sklápěcí dovnitř s celoobvodovým kováním a s izolačním dvojsklem. Vstupní dveře jsou dřevěné, rámové s celoobvodovým kováním, zadlabacím zámkem a jsou opatřena ekologickou akrylátovou barvou Gori. Druhé vstupní dveře jsou opět rámové, dřevěné, jsou opatřeny polyuretanovou barvou a mají zadlabací zámek. Podrobnější popis prvků viz projektová dokumentace.

9.3.7 Klempířské výrobky

Okenní parapety budou opatřeny z exteriérové strany oplechováním, aby nedocházelo k zatékání dešťové vody do obvodové konstrukce. Tloušťka plechu je 1 mm a je opatřen barvou pro kovy v tmavě hnědém odstínu.

9.3.8 Venkovní schodiště

Venkovní schodiště jsou betonová opatřená keramickou protiskluzovou dlažbou.

9.3.9 Podlahy

V objektu je v zádveří, koupelně, kuchyni a na WC navržena keramická dlažba, v ostatních místnostech budou laminátové plovoucí podlahy. U keramické dlažby bude ukončení provedeno keramickými soklíky a laminátová plovoucí podlaha bude zalištovaná. V rodinném domě je navrženo elektrické podlahové vytápění.

Skladba laminátové plovoucí podlahy:

- laminátová plovoucí podlaha,
- kročejová izolace – mirelon,
- litý samonivelační potěr 60 mm,
- topná rohož,
- tepelná izolace – polystyren EPS 2 × 40 mm,
- hydroizolace Fatrafol 803,
- železobetonová deska C 16/20.

Skladba podlahy z keramické dlažby:

- keramická dlažba + lepicí tmel,
- topná rohož,
- litý samonivelační potěr 60 mm,
- separační PE fólie,
- tepelná izolace – polystyren EPS 2 × 40 mm,
- hydroizolace Fatrafol 803,
- železobetonová deska C 16/20.

9.3.10 Omítky a obklady

Konečnou úpravou obvodové stěny je fasádní omítka světle hnědé barvy. V interiéru jsou stěny opatřeny sádrovláknitou deskou, která je opatřena malbou. Některé stěny jsou ponechané v pohledové kvalitě panelu. V koupelně, na WC a kuchyni bude keramický obklad do výšky dle projektové dokumentace.

9.3.11 Venkovní úpravy

Příjezdová cesta bude tvořena ze zámkové dlažby tloušťky 80 mm a ostatní plochy zámkovou dlažbou tloušťky 60 mm.

Skladba zpevněných ploch:

- betonová zámková dlažba 80/60 mm,
- štěrková drť 150 mm,
- štěrkopísek 250 mm.

Skladba okapového chodníku:

- kačírek,
- štěrková drť,
- zahradní betonový obrubník.

10 Diskuze

Při návrhu dřevostavby je velmi důležitý zvolený typ konstrukce obvodového pláště. V rámci této bakalářské práce byl zvolený konstrukční systém masivní dřevostavby NOVATOP, což plyne ze zadání práce. Dále je podstatné, aby stavba splňovala všechny důležité požadavky pro bydlení např. tepelná a požární ochrana, statika konstrukcí a v neposlední řadě také požadavky a přání investora.

Systém NOVATOP je velmi perspektivní systém, který nabízí spoustu variant stěn, střech, stropů a také mnoho způsobů řešení konstrukčních detailů. U systému mě zaujala jeho rychlá montáž na staveništi. Panely jsou předem vyráběné a očíslované dle projektové dokumentace. Následně se nakládají podle očíslování na kamion a vykládají se na staveništi, kde se za pomoci jeřábu montují k sobě, proto je možné postavit nosnou konstrukci stavby během jednoho dne. Systém NOVATOP nabízí také možnost vybrat si způsob ukončení obvodové stěny, je možné mít stěnu ukončenou fasádní omítkou nebo dřevěným obkladem. Jak již bylo v práci zmíněno, pro tento projekt byla navržena stěna s fasádní omítkou a to z důvodu nižších nákladů a také menší náročnosti na údržbu, jelikož dřevěný obklad se doporučuje po třech letech ošetřovat. Při cenovém porovnání dvou totožných masivních stěn, které se lišily pouze ukončením, bylo zjištěno, že stěna s fasádní omítkou vyjde o 290 Kč na 1 m² levněji než stěna s dřevěným obkladem. Je nutné si ale uvědomit, že toto srovnání je pouze orientační, jelikož jsou různé typy omítek a různé dřevěné obklady. Tento rozdíl cen byl zpracován na základě poskytnutých informací od firmy Dřevostavby MC Novák s.r.o. Dále mi přišlo zajímavé, cenově porovnat masivní dřevěnou stěnu se zděnou stěnou, která má přibližně totožný součinitel prostupu tepla. Pro toto porovnání byla zvolena stěna z tvárnic YTONG se zateplením z difúzně otevřeného polystyrenu o tloušťce 200 mm. Jak se dalo přepočítat stěna z tvárnic je levnější a to o 139 668 Kč za 103 m².

Ačkoliv by rodinný dům navržený jako zděná stavba vyšel levněji, ráda bych zmínila několik důvodů, proč se rozhodnout pro stavbu ze dřeva. Dřevostavba je ekologická při výrobě i výstavbě. Dřevo je zdravotně nezávadný materiál a zaručí nám zdravé a pohodlné bydlení. Dále dřevo dokáže výborně absorbovat přebytečnou vlhkost vzduchu, ale zároveň ji dokáže vrátit zpět, pokud začne být vzduch suchý. Proto dřevostavba udržuje příjemné vnitřní mikroklima bez plísní, bez suchého vzduchu v kterémkoliv ročním období. Dalším argumentem proč se rozhodnou pro dřevostavbu, může být fakt, že dřevostavba se vytopí rychleji, tím klesají náklady na vytápění. Při vytápění zděné stavby se teplo začne akumulovat nejdříve do zdi a potom dochází k ohřevu vzduchu v místnosti.

U dřevostavby se nejdříve ohřívá vzduch v místnosti a až poté se ohřívá obvodová konstrukce. Dalším důvodem je rychlost výstavby u dřevostaveb a také skutečnost, že se v naší zemi dřevostavby se stávají součástí moderního životního stylu.

11 Závěr

V rámci bakalářské práce byl navržen přízemní rodinný dům 4+1 pro čtyři osoby. Pro rodinný dům byl zvolený konstrukční systém moderní masivní dřevostavby NOVATOP. Celý objekt byl v práci popsán a graficky zpracován v samostatné příloze v podobě projektové dokumentace. Rodinný dům byl zpracován v souladu s platnými předpisy a požadavky norem. Z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov všechny posouzené obvodové konstrukce vyhověly dle doporučených hodnot součinitele prostupu tepla. Při cenovém porovnání dvou obvodových stěn s podobnými stavebně fyzikálními vlastnostmi, pouze s odlišným dokončením (fasádní omítka a dřevěný obklad), bylo dle předpokladu zjištěno, že stěna s dřevěným obkladem je dražší než stěna s fasádní omítkou. Ceny byly poskytnuty firmou Dřevostavby MC Novák s.r.o., cena stěny s dřevěným obkladem za 1 m² činí 3 900 Kč a s fasádní omítkou 3 700 Kč za 1 m². Na celý rodinný dům vyjde stěna s dřevěným obkladem 410 970 Kč a s fasádní omítkou 381 100 Kč. Orientační cena rodinného domu dle JKSO na základě obestavěného prostoru činí 3 230 170 Kč.

Závěrem bych chtěla zmínit, že dřevostavby nepatří pouze do historie, ale naopak se stávají stále oblíbenější. Díky dřevu můžeme získat úsporné a především pohodlné bydlení pro život.

12 Summary

This thesis contains design of ground family house 4+1 for four people. For this house was selected construction system of modern solid wooden construction NOVATOP. The entire building was described and graphically drafted in separate attachment in the form of project documentation. House was designed according to valid regulation standards. In terms of requirements on thermal protection all considered walls met recommended values coefficient of heat transfer. At a cost comparison of two peripheral walls with similar build physical characteristics, only with different finish, was found out, as expected, that wall with wooden poullice is more expensive than wall with facade plaster. Costs were provided by a company Dřevostavby MC Novák s.r.o., cost of the wall with wooden poullice for 1 square meter is 3 900 CZK and for 1 square meter of wall with facade plaster 3 700 CZK. For whole family house is the cost for walls with wooden poullice 410 970 CZK and for walls with facade plaster 381 100 CZK. Tentative price for this house according to JKSO based on converted space is 3 230 170 CZK.

At the end, I want to menton, that wooden buildings don't belong to history, but in the opposite are becoming more and more popular. Thanks to wood, we can get economical and first of all comfortable living for a life.

13 Použité zdroje

13.1 Seznam použité literatury

HAVÍŘOVÁ, Z. *Dům ze dřeva*. 2.vyd. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-060-1.

KOLB, J. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 317 s. ISBN 978-80-247-2275-7.

RŮŽIČKA, M. *Stavíme dům ze dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1461-2.

VAVERKA, J. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. 648 s. ISBN 80-214-2910-0.

ZAHRADNÍČEK, V., HORÁK P. *Moderní dřevostavby*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 155 s. ISBN 978-80-251-3568-6.

Normy:

ČSN 73 0540 – 4: Tepelná ochrana budov – část 4: Výpočtové metody, 2005

ČSN EN ISO 7437 – Technické výkresy – výkresy pozemních staveb – základní pravidlo pro kreslení výkresů stavebních dílců

JKSO – jednotná klasifikace stavebních objektů

13.2 Internetové zdroje

MITEK. *Vazníky* [online]. 2012 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.mitek.cz/Vazniky/>

SCHIEDEL. *Kingfire parat* [online]. 2015 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.schiedel.cz/cz/kingfire-parat>

SYSTÉM NOVATOP. *O systému NOVATOP* [online]. 2015 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/system-novatop/co-je-novatop/>

TZB – INFO. *Katalog stavebních materiálů* [online]. 2016 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000068_katalog.html

13.3 Přehled obrázků

Obr. 1: Vývoj srubových staveb. Skladby stěn. Vnější strana vlevo, vnitřní vpravo

Obr. 2: Konstrukční části hrázděné stavby

Obr. 3: Konstrukce s poschodovou výstavbou

Obr. 4: Konstrukce s průběžnými prvky

Obr. 5: Konstrukční systémy skeletových staveb

Obr. 6: Dispoziční řešení rodinného domu

Obr. 7: Skladba obvodové stěny

Obr. 8: Skladba vnitřní nosné stěny

Obr. 9: Podhled nad přízemím

Obr. 10: Dřevěný příhradový vazník

Obr. 11: Skladba střešní konstrukce

Obr. 12: Komínová hlava typu Eagle

Obr. 13: Detail ukotvení obvodové stěny

Obr. 14: Detail napojení obvodové stěny a vnitřní stěny

Obr. 15: Detail napojení obvodové stěny

Obr. 16: Detail napojení střechy a stěny

Obr. 17: Skladba stěny s fasádní omítkou a dřevěným obkladem

13.4 Přehled tabulek

Tab. 1: Stavebně fyzikální vlastnosti obvodové stěny

Tab. 2: Stavebně fyzikální vlastnosti vnitřní nosné stěny

Tab. 3: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla UN pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Tab. 4: Skladba obvodové stěny

Tab. 5: Skladba podlahy v přízemí

Tab. 6: Skladba střešní konstrukce

Tab. 7: Ceny jednotlivých materiálů stěny s dřevěným obkladem a fasádní omítkou

Tab. 8: Ceny masivních dřevěných stěn

Tab. 9: Ceny jednotlivých materiálů stěny z tvárnic YTONG

Tab. 10: Cena masivní stěny s fasádní omítkou a stěny z tvárnic YTONG

14 Seznam příloh

- 1) PŮDORYS 1.NP
- 2) STUDIE
- 3) VÝKRES ZÁKLADŮ
- 4) SVISLÝ ŘEZ
- 5) POHLEDY
- 6) VAZNÍKOVÁ STŘECHA
- 7) VÝPIS TRUHLÁŘSKÝCH VÝROBKŮ
- 8) DETAILS