

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny



**Lesnická  
a dřevařská  
fakulta**

**DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY  
RODINNÉHO DOMU**

**Diplomová práce**

TEXTOVÁ ČÁST

VÝKRESOVÁ ČÁST – PŘIPOJENÉ VOLNÉ PŘÍLOHY

**2014/2015**

**Bc. Tomáš Zdražil**

### **Čestné prohlášení**

*Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Dokumentace pro provádění stavby rodinného domu“ 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 velmi rád poděkoval paní Ing. Pavle Kotáskové, Ph.D. za odborné konzultace, vedení i cenné rady při zpracování práce.

## **Abstrakt**

### **Jméno**

Tomáš Zdražil

### **Název diplomové práce**

Dokumentace pro provádění stavby rodinného domu

Diplomová práce se zabývá výrobní dokumentací rodinného domu systémem rámové konstrukce. V této diplomové práci je navazováno na práci bakalářskou, ve které byla navrhována a posuzována zděná stavba a rámová dřevostavba rodinného domu podle zadaných kritérií. Práce zahrnuje část výkresovou a textovou. Výkresová část obsahuje projektové a výrobní výkresy včetně řešených detailů, které se týkají výrobní dokumentace.

V textové části je uveden konstrukční systém a jeho zásady pro realizaci, návrh skladeb jednotlivých konstrukcí objektu a jejich tepelně technické posouzení. Práce dále obsahuje průvodní a technickou zprávu, požární zprávu a položkový rozpočet pro navrhovaný objekt.

### **Klíčová slova**

Výrobní dokumentace, realizace dřevostavby, rámová konstrukce, konstrukční detaily, tepelná technika staveb.

## **Abstract**

### **Name**

Tomáš Zdražil

### **Title of thesis**

Documentation for the implementation of building a house

This thesis deals with the production documentation system of the house frame. In this thesis is established on the bachelor thesis, which was proposed and evaluated brick building frame and wooden family house according to specified criteria. The work includes part drawings and text. The drawings contain design and manufacturing drawings solved including details relating to production documentation.

The text part is given structural system and its rules for implementation, design pieces of particular parts of the buildings and their thermal and technical assessment. The work also includes accompanying a technical report, fire report and itemized budget for the proposed facility.

### **Keywords**

Production documentation, implementation woodbuildings, frame construction, construction details, thermal technology buildings.

## **Obsah:**

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Současný stav řešené problematiky .....	10
3.1 Realizace dřevostavby rámové konstrukce.....	10
3.1.1 Popis rámové konstrukce .....	10
3.1.2 Možnosti realizace rámové konstrukce.....	11
3.1.3 Systémy rámové dřevostavby z hlediska difúze vodních par .....	16
3.1.4 Konstrukční zásady pro realizaci staveb.....	20
3.2 Technické zařízení budov (TZB).....	28
4 Metodika .....	38
5 Vlastní řešení .....	42
5.1 Návrhy skladeb jednotlivých konstrukcí a jejich tepelně technické posouzení....	42
5.1.1 Výběr materiálů použitých pro jednotlivé skladby konstrukcí.....	42
5.1.2 Skladba obvodové stěny .....	49
5.1.3 Skladba vnitřních stěn a příček .....	51
5.1.4 Skladba střešního pláště.....	53
5.1.5 Skladba stropů.....	55
5.2 Posouzení stavby z hlediska požární bezpečnosti staveb .....	58
5.2.1 Požární bezpečnost staveb .....	58
5.2.2 Požární zpráva.....	58
5.3 Soupis prací a dodávek s výkazem výměr .....	63
5.4 Průvodní a souhrnná technická zpráva .....	64
6 Diskuze .....	71
7 Závěr .....	72
8 Summary.....	73
9 Seznam použité literatury a internetové zdroje.....	74
10 Seznam obrázků.....	75

11 Seznam tabulek a grafů.....	76
12 Seznam výkresů .....	77
13 Seznam příloh .....	78

# 1 Úvod

Rostoucí počet fungujících dřevostaveb a spokojených uživatelů tím nejlepším způsobem prokazuje, že dřevostavby jsou dobrým řešením a vhodnou volbou pro stále větší spektrum lidí. Obor dřevostaveb se i u nás v ČR rozvíjí. Majitelé dřevostaveb už nejsou považováni za podivíny, ale mají mnohem větší respekt a těší se zdravé závisti ostatních lidí, především pro kvalitu vnitřního prostředí staveb vnímanou jako příjemný pocit v interiéru, čistotu a vůni, rychlost výstavby a samozřejmě i náklady na provoz domu, protože právě dřevostavby mají významné zastoupení v rodině nízkoenergetických a pasivních staveb.

I zapřísáhlí odpůrci jsou postupně konfrontováni s realitou a reálnými prožitky, na jejichž základě mění svoje názory a přesvědčení. V řadě případů pak dokonce přiznávají, že předchozí odmítavé a kritické postoje a názory neměly ničím podloženy, rozhodně ne reálnou zkušeností a znalostí. Nízkoenergetické stavění ve spojení s dřevostavbami otevírají novou kapitolu možností a souvislostí, z nichž můžeme vybírat a které dávají smysl, přesahující daleko vlastní stavbu, ale mající dopady do řady dalších oblastí našeho života.

Přetrvávající nedůvěra velké části společnosti považující stavby na bázi dřeva za něco méně hodnotného, má za důsledek, jednak velice pomalý a zdlouhavý vývoj předpisů a norem v této oblasti. Na rozdíl od ostatních stavebních materiálů a konstrukčních technologií, které se musejí často na parametry nízkoenergetických a pasivních požadavků klopotně dopracovávat a jejichž výrobci mocně lobují za mírnější podmínky a parametry, moderní dřevostavba nejenže nemá žádný problém jim vyhovět, ale je schopna dokonce ponoukat k dalším výzvám a možnostem energetických úspor a rozumných a smysluplných řešení.

Nízkoenergetické stavění ve spojení s dřevostavbami otevřely novou kapitolu možností a souvislostí, z nichž můžeme vybírat a které dávají smysl, přesahující daleko vlastní stavbu, ale mající dopady do řady dalších oblastí našeho života. Kromě úspor při provozu stavby poskytuje dřevostavba široký prostor úspor daných podstatou základního materiálu – dřeva. Dřevo je typickým reprezentantem obnovitelného materiálu s minimálními energetickými nároky na zpracování, přepravu a zapracování do stavby a je ve stále větší míře doprovázeno v rámci dřevostavby materiály a prvky na podobné obnovitelné a přírodní bázi.



## 2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je osvětlit současnou řešenou problematiku rámových dřevostaveb, vypracovat vlastní řešení a výrobní dokumentaci, která bude sloužit jako podklad pro realizaci rámové dřevostavby rodinného domu. V práci je navazováno na bakalářskou práci, kde jsem porovnával rámovou konstrukci dřevostavby a zděnou stavbu na stejné dispozici rodinného domu.

Pro navržený dřevěný nosný konstrukční systém budou popsány jeho konstrukční zásady pro realizaci staveb. Pozornost je věnována i technickému zařízení budov. Navržené skladby vodorovných, svislých a šikmých konstrukcí objektu budou tepelně technicky posouzeny. Posouzení navrhovaného objektu bude i z hlediska požární bezpečnosti staveb a bude zpracována požární zpráva. V práci bude zahrnut soupis prací a dodávek s výkazem výměr a jejich cenové ocenění. Součástí práce bude i průvodní a technická zpráva.

## 3 Současný stav řešené problematiky

### 3.1 Realizace dřevostavby rámové konstrukce

#### 3.1.1 Popis rámové konstrukce

Jak uvádí Vaverka (*VAVERKA A KOL., 2008*) rámové dřevostavby patří do skupiny elementárních staveb, nosný dřevěný rám je sestaven z přířezů jednotného profilu na výšku jednoho podlaží a ztužení celé stavby je provedeno pomocí výztužného opláštění. Dřevěný rám stěny tvoří spodní práh, horní rám a svislé stojky. Stejný rám je ve vodorovné nebo šikmé poloze vytvořen pro konstrukci stropu nebo střechy.

System dřevostaveb s nosným rámem z řeziva je tradičním a velmi rozšířeným systémem, oblíbeným především proto, že se jedná o rychlou suchou montáž výstavby a výsledkem je stavba s dobrými tepelně-izolačními vlastnostmi při zachování vysoké variability dispozičního a architektonického řešení. Tento systém byl postupně zdokonalován z hlediska opracování jednotlivých prvků a prefabrikace, tzn. předvyrobení celých hotových dílců předem ve výrobě tak, aby na stavbě mohly být osazeny s minimální pracností a minimální dobou potřebnou pro vlastní montáž.

Pro rámové dřevostavby jsou charakteristické malé průřezy dřevěných profilů a malá vzdálenost nosných stojek. Celý nosný rám je vytvořen z profilů jednotných rozměrů, nejčastěji používaným rozměrem v evropských zemích je průřez 60x120 mm. Ten je v posledních letech často nahrazován průřezem 60x180 mm, opět z důvodu zvýšení požadavků na tepelnou izolaci obvodových stěn.

Nosné stěny dřevěných rámových domů jsou tvořeny svislými stojkami, které jsou rozmístěny v pravidelných osových vzdálenostech (většinou 400, 600 nebo 625 mm). Stojky jsou spojeny s dolním a horním vodorovným pasem na tupý sraz pomocí hřebíků. Tím je vytvořen dřevěný rám. (*HAVÍŘOVÁ, 2006*)

Opláštění rámové konstrukce je provedeno velkoplošnými deskami na bázi dřeva, které plní statickou funkci v horizontálním směru a zamezují klopení stojek do stran. Touto technologií dochází k velké tuhosti rámových konstrukcí ve všech směrech. Dřevostavba je tvořena jednotlivými rámovými stěnovými konstrukcemi, stropními trámy se záklopem z velkoplošných desek, dřevěnými průvlaky a vaznicovým, případně vazníkovým typem krovu. Všechny spoje jsou prováděny ověřenými tesařskými spoji. Dokonale tuhá a stabilní prostorová konstrukce splňuje všechny statické požadavky a dotčené normy. ([www.woodsistem.cz](http://www.woodsistem.cz))

### Souhrn charakteristických znaků rámové dřevostavby:

- Volnost architektonického řešení
- Jednoduchý konstrukční systém
- Opakující se detaily
- Nosná konstrukce sestává ze štíhlých, standardizovaných průřezů
- Celkové vyztužení opláštěním
- Jednoduchá dostupnost materiálu
- Poschodová výstavba
- Spojení kontaktními styky a mechanickými spojovacími prostředky
- Rastrový rozměr 400-700 mm, přednostně 625 mm
- Konstrukce oboustranně obložená
- Krátká doba výstavby, jsou možné různé stupně předvýroby

(KOLB, 2011)

### **3.1.2 Možnosti realizace rámové konstrukce**

#### **3.1.2.1 Rámový konstrukční systém**

Podle způsobu provádění lze skupinu rámových dřevostaveb rozdělit na stavby realizované z jednotlivých přířezů přímo na staveništi, nebo stavby realizované z dřevěných rámu s jednostranným opláštěním připravených předem ve výrobní hale.

#### **Staveništní montáž**

Při realizaci rámové dřevostavby z jednotlivých přířezů na staveništi se jednotlivé přířezy spojují natupo, převážně pomocí hřebíků. Konstrukce dřevěného rámu se sestavuje ve vodorovné poloze (na podlaze), potom se celé zvedá do svislé polohy, kde se musí provizorně zavětrovat. Důležité je provést kontrolu svislosti a rovinnosti jednotlivých prvků. Všechny stěny jednoho podlaží se v úrovni horního rámu převáží druhým vodorovným rámem, který vlastně plní funkci obvodového věnce. Dočasné zavětrování diagonálními vzpěrami a podporami je možné odstranit až po provedení výztužného opláštění. (RŮŽIČKA, 2014)

Ve směru menšího rozměru průřezu stojky, tedy v rovině stěny, jsou stojky spojeny s opláštěním, aby byla zajištěna stabilita proti vybočení. Deskové materiály, kterými je stěna opláštěna, zajišťují mimo deskové působení rámové stěny také prostorové ztužení celé budovy. Z tohoto důvodu musí být pro opláštění stěn použity materiály, které tyto statické požadavky splňují. Mohou to být deskové materiály na bázi dřeva určené pro stavební

účely, jako jsou dřevotřískové desky, OSB desky, sádrovláknité desky, případně cementotřískové desky. Vždy musí mít tyto materiály potřebné mechanické vlastnosti. Z tohoto důvodu nemůže plnit výztužnou funkci stěn například samotná sádrokartonová deska. Ta se v dřevěných stavbách používá pro obklady vnitřního líce stěn z důvodu nejen povrchové úpravy, ale především z důvodu zvýšení požární bezpečnosti stavby.

*Výhody:*

- Není nutný výrobní závod, veškeré práce se provádí na stavbě
- Velmi variabilní systém, umožňující změny prakticky po celou dobu výstavby
- Během celé stavby je umožněna kontrola prováděných dílčích operací
- Jednoduché, rychlé a čitelné spoje pomocí hřebíků a kovových prvků
- Z toho systému lze provádět i domy vícepatrové
- Nejsou nutné speciální přepravní ani zdvihací prostředky

*Nevýhody:*

- Dlouhá doba výstavby na staveništi, kde dřevěná konstrukce je delší čas vystavena povětrnostním vlivům
- Složitější zabezpečení materiálů, především na počátku montáže
- Zvýšené požadavky na odbornost montážních pracovníků, preciznost montážní dokumentace především v detailech
- Vyšší náklady na montážní práce vzhledem k delší době montáže

### **Částečná prefabrikace**

Panely lze vyrábět s různým stupněm dokončení od samotných dřevěných rámu opláštěných z jedné strany velkoplošným materiálem až po panely se zabudovanými okny a dveřmi a panely s finální úpravou interiérové i exteriérové strany a se zabudovanými rozvody.

Při provádění rámových staveb s částečnou prefabrikací je předem ve výrobní hale sestaven dřevěný rám s jednostranným opláštěním. Takto připravené rámy se dovezou na staveniště, kde se vzájemně smontují a tím je vytvořena prostorová konstrukce domu, dostatečně vyztužená pro přenos zatížení, a je možno v co nejkratší možné době provést zastřešení celé stavby. Výhodou tohoto způsobu provádění rámové stavby je možnost sestavení rámu v krytém výrobním prostoru. Tím je minimalizována doba, po kterou může být dřevo a materiály na bázi dřeva v konstrukci použité, vystaveno povětrnostním vlivům a tím nebezpečí pronikání vlhkosti do těchto

materiálů. Po zastřešení celé stavby následuje doplnění dalších vrstev ve skladbě stěn a stropů, provádění rozvodů instalací, podlah a vnitřních a vnějších povrchů.

([www.drevostavitel.cz](http://www.drevostavitel.cz))

Panely s finální povrchovou úpravou, tzn. kontaktním fasádním systémem s omítkou ze strany exteriérové a např. sádkartonem ze strany interiérové jsou zpravidla přesněji zpracovány. Důvodem je bezesporu fakt, že veškeré práce na takto prefabrikovaných panelech probíhají ve výrobních halách.

Z těchto důvodů vznikly i možnosti částečné prefabrikace. První alternativou jsou částečně prefabrikované stěny, které mají buďto podobu panelu s finální povrchovou úpravou jen z jedné strany. Např. již hotový fasádní systém a ze strany interiéru pouze opláštění velkoplošnými konstrukčními materiály nebo jsou stěny dokončeny z interiérové strany třeba pomocí keramických obkladů a z exteriérové strany opět pouze opláštěny velkoplošnými konstrukčními materiály.

*Výhody:*

- Zkrácení času montážních prací na staveništi
- Díky kratší době montáže, celkově kratší doba výstavby
- Nižší náklady na stavební práce
- Zvýšení produktivity práce použitím moderních výrobních technologií
- Zvýšení přesnosti opracování použitím moderních výrobních strojů
- Nižší požadavky na odbornost montážních pracovníků ve srovnání s metodou celkové staveništní montáže

*Nevýhody:*

- Riziko poškození fasádního systému při přepravě stěny z výrobní haly na stavbu a při manipulaci s ní
- Riziko poškození vnitřních povrchových úprav (sádkartonové desky, obklady...)
- Při opláštění pouze velkoplošnými konstrukčními materiály, nutný čas na dokončení stěn z obou stran ve srovnání s celkovou prefabrikací
- Potřeba speciálních přepravních a zdvihacích prostředků



Obr. 1 Montáž rámu s jednostranným opláštěním na staveništi ([www.svet - drevostavby.cz](http://www.svet-drevostavby.cz))

### 3.1.2.2 Panelový konstrukční systém

Uvedený konstrukční systém lze dále rozlišit podle stupně prefabrikace na plošnou panelovou prefabrikaci (RD Rýmařov, Elk, Trend Haus aj.) a prostorovou prefabrikaci (předvyrobené, někdy plně vybavené prostorové buňky např. systém firmy Silwin). (VAVERKA A KOL., 2008)

#### Plošná prefabrikace

U panelových dřevostaveb je předem ve výrobní hale na pracovní ploše sestavený dřevěný rám, provede se jeho opláštění z jedné strany a dílec se na speciálním zařízení překlopí na druhou stranu. Následuje kompletace dílce ve vodorovné poloze vložím vláknité izolace mezi stojky rámu, provedou se potřebné rozvody instalací a opláštění dílce z druhé strany. Pokud je předepsána parozábrana, natáhne se ještě před opláštěním velkoplošným materiálem. Jednotlivé vrstvy jsou dány výrobní dokumentací pro konkrétní stavbu a konkrétní prvky podle jejich účelu. Takto připravený dílec se zvedne do svislé polohy a další vrstvy a kompletační práce jsou povrchové úpravy, vnější zateplovací systém a osazování oken a dveří se již provádí ve svislé poloze. Hotové panely se transportují na staveniště, kde se na předem připravenou základovou desku osadí a smontují. ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))

### *Výhody:*

- Krátká doba výstavby na staveništi
- Převážná část operací při výrobě je prováděna v krytých, temperovaných prostorách, kde nehrozí navlhnutí nasákových materiálů
- I částečnou sériovostí lze snížit jednicové i režijní náklady a tím zvýšit konkurenceschopnost výrobku na trhu
- Zvýšení produktivity práce použitím moderních výrobních technologií
- Minimalizace spotřeby konstrukčních materiálů, kde jeho množství je dáno především statickými požadavky
- Dobrá přizpůsobivost katalogových řešení individuálním požadavkům odběratele
- Opakovatelnost řešení vede k výhodnějším cenám projektové dokumentace
- Vzhledem k rychlosti montáže lze použít stavbu již první den montáže k uskladnění materiálů

### *Nevýhody:*

- Nutný výrobní závod
- Nutné speciální přepravní a zdvihací prostředky
- Nižší variabilita výroby



*Obr. 2 Výroba stěnového panelu pro rámovou dřevostavbu: dřevěný rám sestavený na ploše, vkládání izolace mezi stojky ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))*

## **Prostorová prefabrikace**

Tento konstrukční systém není v ČR tak rozšířen, jako např. v severských zemích. V USA byly stavěny objekty touto technologií již v devadesátých letech minulého století. Systém spočívá ve výrobě prostorových „buněk“, někdy ztužených ocelovou konstrukcí. Buňky mají v mnoha případech plně provedeny rozvodové sítě, finální vnitřní povrchy, instalovány podlahové krytiny, zařizovací předměty, kuchyně, sanitární keramiku, otopná tělesa apod. (VAVERKA A KOL., 2008)

### *Výhody:*

- Maximálně zkrácená doba montáže na staveništi
- Veškeré operace při výrobě nosných konstrukcí jsou prováděny v krytých, temperovaných prostorách
- Maximální produktivita práce ve výrobním závodě
- Minimalizace spotřeby konstrukčních materiálů na staveništi

### *Nevýhody:*

- Nutný výrobní závod
- Nutné speciální přepravní a zdvihací prostředky
- Malá, nebo žádná variabilita výroby
- Malá, nebo žádná přizpůsobivost katalogových řešení individuálním požadavkům stavebníka
- Efektivnost přepravy pouze na malé vzdálenosti

### **3.1.3 Systémy rámové dřevostavby z hlediska difúze vodních par**

Difúzně otevřené a uzavřené skladby konstrukcí jsou především u dřevostaveb velice aktuální témata. Každá z variant má, tak jako ve většině případů, skalní odpůrce a taky přesvědčené zastánce. Název difúzní otevřenosti nebo uzavřenosti se odvozuje od schopnosti konstrukční skladby jev difúze (byť omezeně) umožnit (difúzně otevřené konstrukce), anebo ho neumožnit (difúzně uzavřené konstrukce).

Oč tedy jde? V zimním období máme v našich klimatických podmínkách v interiéru výrazně odlišné prostředí, než je venku. Pobytem v domě produkujeme nemalé množství vlhkosti, které však teplý, a tedy po vlhkosti hladový vzduch dokáže dobře pojmout. Zdroji vlhkosti jsme my sami (dýchání, odpařování), dále vaření, koupání, významným zdrojem je sušení prádla a také třeba parní trouba. Na jedné



straně, v interiéru, máme teplý vzduch, na druhé straně, v exteriéru, pak naopak vzduch studený a suchý.

V rámci přírodního jevu, který se nazývá právě difuze, se obě tato prostředí snaží vyrovnat a rozdíly minimalizovat, a to právě skrz obvodovou obálku domu, která tato prostředí odděluje. Obálka pak bude tomuto jevu bránit tím více, čím bude silnější (tloušťka obvodové stěny) a čím hůře bude vodní páru propouštět (čím menší bude součinitel difuze vodní páry). Nás bude zajímat především tok teplého a vlhkého vzduchu z interiéru do exteriéru. Ovšem u moderních dřevostaveb se obvodová obálka skládá z několika vrstev, které se liší jak tloušťkou, tak schopností propouštět vodní páru.

Jednotlivé vrstvy obvodové obálky stavby zabezpečují různé úkoly – konstrukční, tepelně izolační, obalový, vrstva povrchu apod. Tyto vrstvy mají různé fyzikální vlastnosti. Z hlediska difuze a s ní souvisejícím transferem vlhkosti se chovají různě, přičemž míra různosti může být značná. Bude tedy velice záležet na volbě materiálu, tloušťce, v jakém je uplatníme a také v jaké pozici je v rámci skladby stěny umístíme. I z dobrých materiálů lze vytvořit nefunkční skladbu, stejně tak při znalosti věci lze i z celkem „obyčejných“ materiálů a prvků poskládat plně funkční konstrukci, která bude dobře sloužit. (RŮŽIČKA, 2014)

### **3.1.3.1 Difúzně uzavřená konstrukce (DUK)**

Difúzně uzavřený systém pracuje na principu takovém, že se stěny dřevostavby opatřují s interiérové strany parotěsnou fólií, která zamezuje průniku vodních par do konstrukce. Tato fólie se zpravidla umísťuje mezi dřevěný rám nebo tepelnou izolaci a vnitřní konstrukční desku.

Neporušená a nepropustná folie je podmínkou funkční difúzně uzavřené konstrukce. Nebezpečí tak hrozí i při jednoduchém připevňování poličky, kdy může dojít k porušení folie například vrutem. Proto je vhodné využívat skladbu stěny s tzv. instalační předstěnou, na kterou lze montovat další zařízení interiéru, aniž by hrozilo poničení parozábrany.

Tato skladba stěny dřevostavby z hlediska stavební fyziky vyžaduje omezení prostupu vodních par z interiéru směrem do konstrukce. Obzvláště pak, je-li přídatná izolace pod fasádou řešena např. fasádním polystyrenem, který vlhkost v konstrukci uzavře.

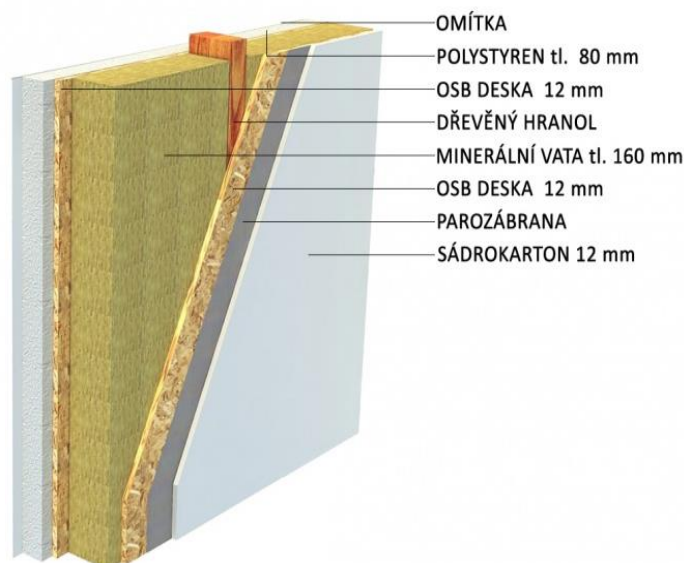
Bez vrstvy bránící průniku par do konstrukce by vlhkost v rosném bodě zkondenzovala na kapalnou vodu a hromadila by se v konstrukci. S rostoucí vlhkostí se zlepšují podmínky pro vznik a růst dřevokazných hub a hmyzu, jejichž působení může narušit samotnou statiku konstrukce celé dřevostavby. Nehledě na to, že plísň zhoršuje kvalitu vnitřního prostředí pro obyvatele domu a vlhkostí jako takovou se degradují izolační schopnosti stěny. ([www.drevostavitel.cz](http://www.drevostavitel.cz))

*Výhody:*

- Především je to určitá jednoduchost – zabezpečíme-li správnou funkci parotěsné vrstvy, nemusíme se už o nic dalšího starat.
- DUK skladby mají často i menší rozměry, tloušťky.
- Z hlediska použitých materiálů jsou levnější než konstrukce difúzně otevřené.

*Nevýhody:*

- Největším rizikem a nebezpečím DUK je nevytvoření skutečné parotěsné vrstvy, tedy takové, která zaručí 100% nepropustnost pro vodní páru.
- Uzavřenost skladby, přes kterou nedochází k žádnému pohybu vzduchu, a tedy ani vlhkosti. Uzavřenost skladby může mít i pocitové dopady. Dům pak může působit, jako igelitový pytel, ve kterém by měl jeho majitel žít, tato představa se příliš neslučuje s ideou dřevostavby.
- DUK fungují dobře, pokud jsou dobře navrženy, perfektně provedeny a po dobu životnosti stavby nejsou do konstrukce prováděny žádné neodborné zásahy. Problém je, že právě vyslovené podmínky je velice obtížné v praxi dodržet, z čehož plyne riziko pro životnost a správné fungování DUK.



*Obr. 3 Skladba stěny difúzně uzavřené konstrukce ([www.efel – drevostavby.cz](http://www.efel-drevostavby.cz))*

### 3.1.3.2 Difúzně otevřená konstrukce (DOK)

Difúzně otevřená konstrukce pracuje na principu prostupu plynů molekulárním přenosem, běžně označovaným jako difúze. To v praxi znamená, že v konstrukcích nejsou používány parotěsné zábrany, které tento proces znemožňují. Místa, kde bývá tento typ konstrukcí používán, jsou tzv. obalové konstrukce, což jsou obvodové pláště a pláště podkroví.

Plyny se prostorem šíří dvěma možnými způsoby. Konvekcí (prouděním), což je objemový tok, který je poháněn rozdílem tlaků, nebo kondukcí (molekulárním tokem), což je difúze. Hnací silou difúze je rozdíl hmotových nebo molárních podílů.

([www.drevostavitel.cz](http://www.drevostavitel.cz))

Zcela zásadním pravidlem pro DOK je taková skladba vrstev, která průchod vodní páry do jisté míry umožní, a to tím lépe, čím blíže je pára k exteriéru. Jinými slovy, principem DOK skladeb je, že páře, kterou skrz parobrzdu pustíme do konstrukce, dále už nic nebrání, aby se bezpečně dostala na druhou stranu a do exteriéru. (RŮŽIČKA, 2014)

Tato vrstva musí zároveň splnit přísná kritéria na vzduchotěsnost celé konstrukce. K rosnému bodu musí v difúzně otevřené konstrukci docházet v minimálním měřítku a ideálně na vnější straně konstrukce směrem do exteriéru. Po stránce stavební fyziky je třeba dobře navrhnout plášť konstrukce s dostatečně silnou vrstvou tepelné izolace na fasádě domu. Je také důležité, aby omítkový systém na fasádním izolantu měl co nejmenší difuzní odpor. Doporučuje se používat pouze certifikované systémy se zárukou na ucelený systém izolantu a omítkového systému.

([www.drevoastavby.cz](http://www.drevoastavby.cz))

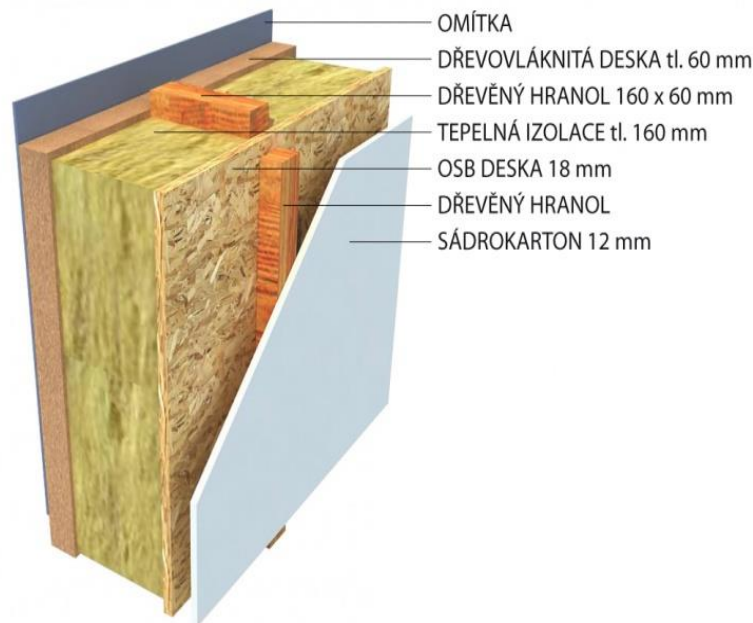
*Výhody:*

- Putující vlhkost v konstrukci nevyhovuje plísním, houbám a různým mikroorganismům a zlepšuje tak kvalitu vnitřního ovzduší v dřevostavbě.
- Difúzně otevřené plášťové konstrukce mají lepší užitné vlastnosti.
- Difúze a obecně transfer vodní páry ve směru teplotního gradientu je přirozenou vlastností a není důvod tomuto přirozenému chování násilně bránit.

*Nevýhody:*

- Především vyšší náročnost na znalost a zkušenost při vlastním návrhu DOK skladby, výběru vhodných materiálů a jejich vzájemné skladby.
- Málo zkušeností projektantů s difúzně otevřenou konstrukcí.

- Vyšší nároky na provedení celé skladby konstrukce, protože každá vrstva a její pozice ve skladbě je v případě DOK důležitá.
- Pravděpodobně vyšší cena než v případě DUK. Je to dáno především vyšší cenou jednotlivých vrstev, které jsou pro DOK vhodné a mají potřebné difúzní vlastnosti. V rámci DOK uplatňujeme například u plochých střech vždy odvětrávanou mezeru, což může oproti difúzně uzavřeným konstrukcím zvyšovat počet dalších vrstev, a tedy potřebu materiálu a práce.



Obr. 4 Skladba stěny difúzně otevřené konstrukce ([www.efel – dřevostavby.cz](http://www.efel-drevostavby.cz))

### 3.1.4 Konstrukční zásady pro realizaci staveb

#### 3.1.4.1 Zásady zabezpečující tepelnou pohodu

Na udržení požadované interiérové pohody má ze stavebně konstrukčního hlediska největší vliv opláštění budovy (tedy konstrukce na systémové hranici budovy, sousedící s vnějším prostředím – tzv. obalové konstrukce). To se skládá z neprůsvitných - netransparentních konstrukcí (obvodové stěny, střechy, stropy nad nevytápěnými prostory nebo podlahy na terénu) a z průsvitných – transparentních konstrukcí (otvorové výplně, okna, vstupní dveře, prosklené stěny).

Základní požadavky na opláštění z hlediska tepelně technického jsou u neprůsvitných konstrukcí – tepelná ochrana, ochrana proti vlhkosti, ochrana proti hluku a vzduchotěsnost, u průsvitných konstrukcí k těmto požadavkům přistupuje ještě požadavek na propustnost slunečního záření. (VAVERKA A KOL., 2008)

## Tepelná ochrana

Tepelná ochrana budovy závisí na tepelně izolačních a akumulacích vlastnostech obalových konstrukcí (konstrukcí na systémové hranici budovy – vytápěné zóny). V zásadě můžeme tepelnou ochranu rozdělit na zimní a letní.

*Letní tepelná ochrana* – jejím cílem je zabránit přehřívání vnitřních prostor (tzv. tepelná zátěž). Přehřívání interiéru v letním období se děje tepelnými zisky, a to z vnitřních zdrojů nebo z vnějších zdrojů.

*Zimní tepelná ochrana* – jejím cílem je minimalizování tepelných ztrát objektu. Toho lze dosáhnout účinnou tepelnou izolací obalových konstrukcí (použitím materiálů s nízkou tepelnou vodivostí), omezením tepelných ztrát větráním (např. řízeným větráním s rekuperací) a maximálním využitím tepelných zisků. (VAVERKA, 2006)

## Tepelná izolace

Tepelně izolační vlastnost izolačního materiálu vyjadřuje součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]. Tepelná vodivost závisí především na pórovitosti materiálu, jeho objemové hmotnosti a vlhkosti. Důležitá je také stabilita tepelných vlastností z hlediska dlouhodobého použití a životnosti konstrukce. Mezi tepelné izolace se obecně počítají materiály se součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda \leq 0,17 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , neúčinnější tepelné izolace mají tepelnou vodivost  $\lambda \leq 0,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Pro izolace se dají použít různé materiály, v následující tabulce jsou uvedené příklady.

Tab. 1 Typy tepelně izolačních materiálů ([www.woodsistem.cz](http://www.woodsistem.cz))

Tepelná izolace	Materiál
Izolace vláknité	minerální vlákna, skleněná vlákna, textilní vlákna, keramická vlákna
Pěněné plasty	pěnové a extrudované polystyreny, pěnové polyuretany, pěnové fenolické a rezolové pryskyřice, pěnový kaučuk, pěnový PE, pěněné PVC
Izolace na bázi dřeva	dřevovláknité, dřevotřískové, dřevoštěpkové, korek, kokosová vlákna, piliny, rákosové rohože
Izolace na bázi papíru	drčený papír, vlnité desky z asfaltového papíru, voštinové desky
Minerální izolace	perlit, expandovaný perlit, expandovaná břidlice, expandovaná struska, strusková pemza, křemelina, keramzit, popílek
Netradiční izolace	bavlna, ovčí vlna, sláma, len, konopí

Tepelně izolační materiály mohou být použity ve formě desek, rohoží nebo volně sypané. Z hlediska umístění tepelně izolační vrstvy rozlišujeme tepelnou izolaci na vnější, vnitřní nebo uvnitř konstrukce.

*Vnější tepelná izolace* – její výhoda spočívá v eliminaci tepelných mostů v konstrukci a v možnosti vytvořit izolační obálku spojitou a bez přerušení, ve zvýšení povrchové teploty vnitřního povrchu konstrukce, zachování akumulací schopnosti konstrukce (pokud se jedná o konstrukci těžkou) a přesunutí rosného bodu do izolační vrstvy. Nevýhodou za určitých podmínek může být menší paropropustnost vnějších vrstev.

*Vnitřní tepelná izolace* – její použití se jeví jako velmi problematické a mělo by být podloženo tepelně technickým výpočtem. S výhodou se může použít u objektů občasně používaných (např. rekreačních), u kterých je žádoucí rychlé vyhřátí bez požadavku na akumulaci tepla. Nevýhodou je obtížná eliminace tepelných vazeb (např. v místech napojení vnitřních příček a stropních konstrukcí na obvodovou stěnu) a poloha rosného bodu v samotné konstrukci, což je v případě dřevostaveb dosti velikým rizikem. Musí se řešit parotěsnicí vrstvou na vnitřním líci konstrukce, což je z hlediska montáže velmi obtížné (zejména okolo otvorových výplní, vstupů instalací elektro, ÚT apod.).

*Tepelná izolace v konstrukci* – u lehkých dřevostaveb se jedná o nejběžnější případ umístění tepelné izolační vrstvy (v kombinaci s vnější nebo vnitřní vrstvou), ať už ve stěnové nebo střešní konstrukci. Nevýhodou jsou tepelné mosty vytvořené nosnými prvky, které obvykle prochází celým průřezem konstrukce. Proto se tento typ tepelné izolace často kombinuje s průběžnou vnější tepelnou izolační vrstvou (v případě izolace mezi krovy u střešní konstrukce to velmi často může být i další tepelně izolační vrstva pod krokvy – tedy vnitřní, se všemi negativy zmíněnými výše). V každém případě hrozí riziko kondenzace vodní páry v konstrukci, proto se i zde musí použít vnitřní parozábrana.

Tepelně izolační vrstva konstrukce musí také být na vnější straně účinně chráněna proti působení náporu větru. Tento požadavek je důležitý zejména u konstrukcí s větranou vzduchovou vrstvou, přiléhající k tepelné izolaci. V případě kontaktních zateplovacích systémů tvoří účinnou větotěsnicí vrstvu vnější omítka spolu s armovanou výztužnou vrstvou. (ŘEHÁNEK A KOL., 2002)

V tabulce níže je uvedeno použití tepelně izolačních materiálů z hlediska jejich umístění ve stavební konstrukci.

Tab. 2 Použití tepelně izolačních materiálů pro různé stavební konstrukce (www.istavitel.cz)

Druh konstrukce	Tepelná izolace
Izolace nad střešní rovinou	EPS, XPS, minerální a skleněné vlákno, PUR, PIR, třtina
Mezikrokevní izolace střechy	Bavlna, len, dřevovláknité desky, minerální a skleněné vlákno, konopí, ovčí vlna, celulóza, třtina
Izolace ploché střechy	EPS, XPS, minerální vlákno, pěnové sklo, PUR a PIR pěna
Vnější izolace stěny	Kontaktní systém: EPS, korek, minerální vlákno, dřevovláknité desky Montovaný systém. Minerální a skleněná vlna, bavlna, dřevovláknité desky, konopí, ovčí vlna, celulóza, třtina, len
Izolace suterénní stěny	XPS, pěnové sklo
Izolace v sendvičové konstrukci	EPS, perlit, korek, minerální a skleněné vlákno, kokosové rohože
Izolace stropu nejvyššího podlaží	Bavlna, celulóza, perlit, EPS, len, dřevovláknité desky, keramzit, kokosové rohože, korek, ovčí vlna, minerální a skleněné vlákno
Izolace stropu nad suterénem	Bavlna, celulóza, perlit, EPS, len, dřevovláknité desky, keramzit, kokosové rohože, korek, ovčí vlna, minerální a skleněné vlákno
Izolace podlahy na terénu	Perlit, minerální a skleněná vlna, EPS, XPS, keramzit
Izolace konstrukčních spár	Bavlna, len, konopí, kokosová vlákna, korek, ovčí vlna, PUR pěna

### Tepelná akumulace

Mocným argumentem odpůrců dřevostaveb je konstatování, že nemají dostatečnou akumulaci tepla. Tepelná akumulace nemá samostatnou definici. Vyjadřuje se většinou pomocí tepelné kapacity nebo pomocí tepelné jímavosti materiálu.

Akumulací popisujeme přírodní jev, který spočívá ve schopnosti materiálu absorbovat a poté uvolňovat tepelnou energii. Efekt akumulace je pak tím vyšší, čím větší je rozdíl mezi teplotou akumulantu a teplotou prostředí, ze kterého teplo přijímá, nebo do kterého ji vydává. Čím studenější bude akumulant, tím více energie pojme. A naopak, čím chladnější bude prostředí, tím více energie do něj bude schopen uvolnit.

Tvrzení, že nízká schopnost akumulovat je nevýhodou dřevostaveb, je podobné argumentu, že bicykl bychom si neměli pořizovat, protože se na něm obtížně převážejí dva pytle cementu. V běžném životě nebudeme s takovou potřebou vůbec konfrontováni. Klasickou výše popsanou akumulaci tedy nelze dost dobře z podstaty

požadavků na současný provoz domu využít. A obecně, pro správné fungování domu ji nepotřebujeme. Různé studie a pokusy neprokázaly nějaký významný efekt pro zlepšení kvality prostředí a jde často o drahé záležitosti. Poměr ceny a výkonu nebývá příznivý. (*www.drevostavitel.cz*)

### **Tepelná stabilita**

Daleko významnějším a důležitějším parametrem než akumulace je u dřevostaveb, ale i u jiných materiálových bází, tzv. tepelná stabilita objektu, tedy schopnost udržet vnitřní teplotu po co nejdelší dobu a s co nejmenší závislostí na změnách vnější teploty.

Vysoká míra tepelné stability znamená, že vnitřní teplota se bude co nejméně měnit, i když venku bude podstatně nižší teplota než uvnitř nebo když se budou střídát horké dny a studené noci, nebo v případě, že vypne topení nebo prostě nebudeme chtít topit. Také v horkých dnech, kdy se zvedá teplota zvláště ve vrchních podlažích atd. Snaha o vysokou míru tepelné stability tedy přímo koresponduje se snahou udržovat v interiéru pokud možno stálé prostředí, aniž bychom museli případné odchylky dotovat dalším přísunem energie.

Vysokou míru tepelné stability mají obecně pasivní stavby, a tedy i pasivní dřevostavby, zvláště pokud jsou izolovány materiály s vysokou tepelnou kapacitou, jako jsou foukaná celulóza, dřevovláknité izolace apod. přirozenou součástí takových staveb je i řízené větrání s rekuperací a obecně minimální tepelné ztráty. (*RŮŽIČKA, 2014*)

### **Ochrana proti vlhkosti**

Ochranou konstrukce proti vlhkosti rozumíme její ochranu před kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce a na jejím vnitřním povrchu, a ochranu proti vniknutí vody (kapilární, dešťové, povrchové, spodní apod.) do konstrukce. Z hlediska tepelně technického má zásadní význam vyloučení nebo omezení kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce (může způsobit vážné poruchy statického charakteru – platí zejména u dřevěných konstrukcí) a na vnitřním povrchu konstrukce (způsobuje růst plísní). (*ŘEHÁNEK A KOL., 2002*)

### **Parozábrany a hlavní zásady jejich aplikace**

Parozábranou se obecně rozumí materiál s faktorem difúzního odporu  $\mu > 10\,000$ . Nejčastěji se používají fólie (PE nebo PVC), případně další materiály (hliníkové fólie apod.). Někdy se můžeme setkat s rozdělením parozábran na parobrzdy a



parotěsné zábrany (podle velikosti difúzního odporu), toto rozdělení je však pouze formální, protože konkrétní skladba konstrukce se vždy musí ověřit výpočtem.

- Parozábrany se umísťují při vnitřním povrchu konstrukce (nejčastěji mezi pohledovou vrstvou a tepelnou izolací) tak, aby bránily průniku vlhkosti do konstrukce.
- Parozábrana musí být celistvá, s dostatečnými a přelepovanými přesahy a musí plnit svoji funkci po celou dobu životnosti konstrukce.
- Aby bylo umožněno důkladné stlačení lepeného spoje, je vhodné tyto spoje umísťovat na tuhé konstrukční prvky.
- Musí být zajištěno těsné napojení prostupujících prvků a dalších navazujících konstrukcí (zvláště pečlivé je potřeba provedení parozábrany kolem otvorových výplní).
- Aby nebylo bráněno vysychání konstrukce do venkovních prostor (důležité z hlediska kladné roční bilance vlhkosti), aplikují se u vnějšího povrchu konstrukce difuzně propustné vrstvy.

Správná funkce parotěsnicí vrstvy je z velké míry závislá na technologické kázni při montáži. Mechanické spojovací prostředky při vytváření stavební konstrukce tuto vrstvu velmi lehce poškozují. Nětěsnosti se přitom projeví výrazněji u parozábran s vyšším difúzního odporu. Zároveň platí, že čím je parozábrana tenčí, tím je riziko jejího poškození významnější. Je potřeba také počítat s tím, že v praxi je skutečný faktor difúzního odporu parozábrany o jeden až dva řády nižší, než jsou výrobcem deklarované hodnoty. Po skončení montáže se v nízkoenergetických a pasivních stavbách provádí zkouška těsnosti, tzv. Blower Door Test. Případné objevené netěsnosti je nutné opravit.



Obr. 5 Aplikace parozábrany ([www.abs-portal.cz](http://www.abs-portal.cz))

## **Vzduchotěsnost**

Proudění vzduchu přes obalovou konstrukci (průvzdušnost) vzniká v důsledku rozdílu tlaku vzduchu vnitřního a vnějšího prostředí. Pro interiérovou pohodu je podstatná výměna vzduchu větráním a nikoliv nekontrolovatelně konstrukčními spárami v obvodovém plášti, proto je požadována prakticky nulová průvzdušnost těmito spárami. To se zajišťuje vytvořením alespoň jedné souvislé vzduchotěsnicí vrstvy při vnější straně konstrukce (vždy před vnějším lícem tepelně izolační vrstvy).

Nejčastěji vznikají netěsnosti v místech napojení dvou různých konstrukcí (např. spojení dvou stěnových panelů, napojení obvodové stěny na střechu, napojení okna na stěnu apod.). Přitom právě lehké dřevostavby obsahují několik desítek až stovek metrů běžných spár a napojení mezi jednotlivými konstrukcemi.

Jako vzduchotěsnicí vrstva se používá omítka, plastové fólie (parozábrany), asfaltové pásy, paropropustné difúzní fólie (umožňují vysychání konstrukce do venkovního prostředí), OSB desky s tmelenými spárami apod. Za vzduchotěsnicí vrstvu nelze v žádném případě považovat sádkokartonové podhledy a obklady (z důvodu možného popraskání tmelených spár). (*ŘEHÁNEK A KOL, 2002*)

### **3.1.4.2 Zásady zabezpečující akustickou pohodu**

V této oblasti nepatří dřevostavby na přední pozice v hodnocení jednotlivých stavebních systémů. Je to proto, že čím je vyšší objemová hmotnost, tím vyšší je neprůzvučnost. Vycházíme-li z obecné vlastnosti dřevostaveb, totiž z obecně lehčích konstrukcí, než mají „klasické“ stavby, je to logické. Jestliže se řešení akustiky dřevostavby věnuje dostatečná pozornost a udrží se potřebná disciplína pro realizaci stavby, lze konstatovat, že pokud máme standartní akustické požadavky, je možno je bezproblémově uspokojit.

### **Vzduchová neprůzvučnost**

Schopnost dělicí konstrukce zabránit přenosu zvuku šířícího se vzduchem z jednoho prostoru do druhého. Pro jednodušší hodnocení zvukově izolačních vlastností konstrukcí se zavádí veličina neprůzvučnost  $R_w$ .

### **Kročejová neprůzvučnost**

Je schopnost konstrukce přenášet a vyzařovat kročejový hluk v zeslabené míře svým druhým povrchem do chráněného prostoru. Kročejový hluk vzniká mechanickým nárazem na stropní konstrukci (chůzí, nárazem, úderem nebo pádem předmětů) a

přenáší se ve formě vibrací. Pro hodnocení kročejové neprůzvučnosti se používá veličina – hladina kročejového vzduchu  $L_{nw}$ , přičemž platí že  $L_{nw} \approx L'_{nw}$  (dB).

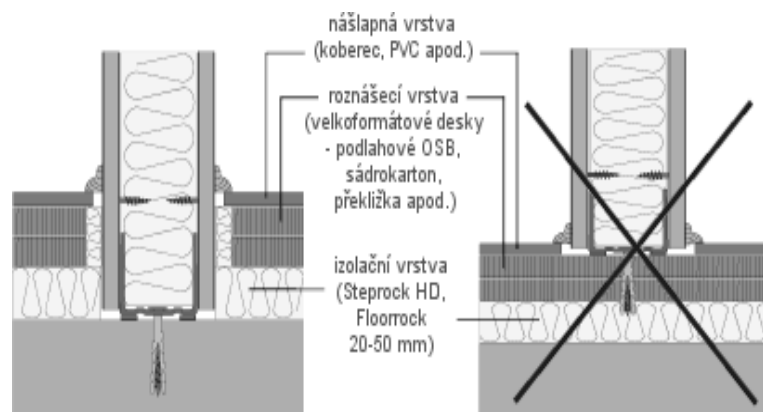
### Konstrukční zásady a doporučení

V praxi se často setkáváme se skutečností, že akustické vlastnosti stavebních prvků se někdy výrazně odlišují od teoretických výpočtových hodnot, a to především u lehkých staveb (např. u staveb vyráběných na bázi dřeva). U monolitických (jednovrstvých) konstrukcí masivních staveb závisí zvukový útlum především na hmotnosti stavebního dílu. Zde platí, že čím vyšší je hmotnost tohoto dílu, tím lepšího útlumu dosáhneme. Dřevostavby jsou z tohoto pohledu konstrukce sendvičové a z akustického hlediska nepůsobí jako jedna vrstva, ale jako systém.

Obecně můžeme říci, že sendvičové konstrukce dřevostaveb vykazují lepší vzduchovou neprůzvučnost než konstrukce masivní. Naopak slabým místem dřevostaveb je snižování hladiny kročejové neprůzvučnosti, protože její snížení je závislé na hmotnosti stropní konstrukce a uspořádání vrstev. (KOLB, 2011)

Zvukový útlum, ať vzduchový nebo kročejový, takové konstrukce závisí na:

- *charakteristice jednotlivých vrstev* (plošná hmotnost, dvojité opláštění, střídání vrstev)
- *způsobu spojení obou vrstev dohromady* (zvětšení osové vzdálenosti; připevnění sponkami, hřebíky, šrouby; mezivrstva z proužků izolace; příčné laťování; pružné, perforované nebo prolamované profily; dvojitá nosná konstrukce)
- *provedení dutého prostoru mezi vrstvami* (větší vzdálenost vrstev, vyplnění dutiny, izolace z vláken)
- *u kročejové neprůzvučnosti se k výše uvedenému řadí ještě vliv vrchní vrstvy položené na nosné stropní konstrukci* (kročejové izolace, plovoucí podlaha, vrchní krytiny, přetížení stropní konstrukce)



Obr. 6 Správné a nevhodné uložení příčky na podlahovou konstrukci (www.tzb-info.cz)

### 3.2 Technické zařízení budov (TZB)

Technické zařízení budov musí respektovat normy a vyhlášky ČSN 73 4301 Obytné budovy, č.268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby, č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov a č. 406/2006 Sb. o hospodaření energií.

Vnitřní prostředí dřevostaveb a jejich stavebně fyzikální vlastnosti ovlivňují děje probíhající při provozu uvnitř a na hranici vnitřního a vnějšího prostředí. K zajištění interiérové pohody jsou důležité především systémy vytápění a větrání, které musí být schopny se přizpůsobit změnám vnějších i vnitřních podmínek objektu.

Z hlediska vytápění a větrání dřevostaveb jsou významné její vlastnosti zajišťující tepelnou ochranu, minimalizaci energetických potřeb a možnost jejich zajišťování jinými než obnovitelnými a alternativními zdroji energie. Dřevostavby mají velmi dobré tepelně izolační vlastnosti a naopak malou schopnost akumulovat teplo. Tepelně izolační vlastnost dřeva závisí na hustotě dřeviny, vlhkosti a teplotě dřeviny a směru vláken. Dřevo má schopnost přijímat z ovzduší vodní páry.

(*VAVERKA A KOL., 2008*)

V technologických úvahách energeticky úsporných domů a staveb tedy budeme sledovat několik základních linií:

- Jakým způsobem budeme větrat.
- Jakým způsobem budeme topit.
- Jakým způsobem budeme ohřívat vodu.

#### **Zdroj energie (zdroj tepla)**

Důležité je stanovit, co bude zdrojem energie pro provoz domu, jejím nositelem. V odborné praxi se používá termín „energonositel“. Energonositel může být dle ČSN EN 832 – tepelné chování budov:

- *Elektrická energie* – je nejběžnější zdroj, její efektivnost je, ale velice nízká. I proto je v rámci energetických výpočtů a metodik výrazně znevýhodněna a ve většině případů není možné podle platné legislativy elektřinu jako jediný zdroj energie použít.
- *Sluneční energie* – Využívá se prostřednictvím solárních termických nebo fotovoltaických panelů. V případě termických panelů je solární energii ohřívána voda, u fotovoltaických panelů je energie ze slunce převáděna na energii elektrickou, kterou pak používáme pro různé účely.

- *Energie ze země, vody nebo vzduchu* – pro jejich využití používáme tepelná čerpadla
- *Biomasa* (dřevo, dřevěné peletky, štěpky)
- *Plyn* (zemní plyn, propan-butan, bioplyn)
- *Oleje* (lehký topný olej, řepkové oleje)

Energetické zdroje můžeme v rámci jednoho systému kombinovat. Pokud pro provoz domu potřebujeme malé množství energie, můžeme využít i zdroje, které dříve nepřipadaly v úvahu, protože by jich bylo třeba podstatně větší množství a možnosti jejich využití nebyly takové úrovní jako dnes.

(RŮŽIČKA, 2014)

#### **Rozdělení podle zdroje tepla:**

- *Kotel* – na tuhá, plynná a kapalná paliva, elektrokotel
- *Tepelné čerpadlo* – systémy: vzduch-vzduch, vzduch-voda, voda-voda, voda-vzduch, země-vzduch, země-voda
- *Solární kolektor*
- *Elektrický přímotop*
- *Akumulační topidlo*

#### **Větrání**

V běžné praxi se používá dle ČSN EN 12 599 – Větrání budov:

- *Přirozené větrání*
- *Nucené podtlakové větrání*
- *Rovnotlaký větrací systém s rekuperací tepla*

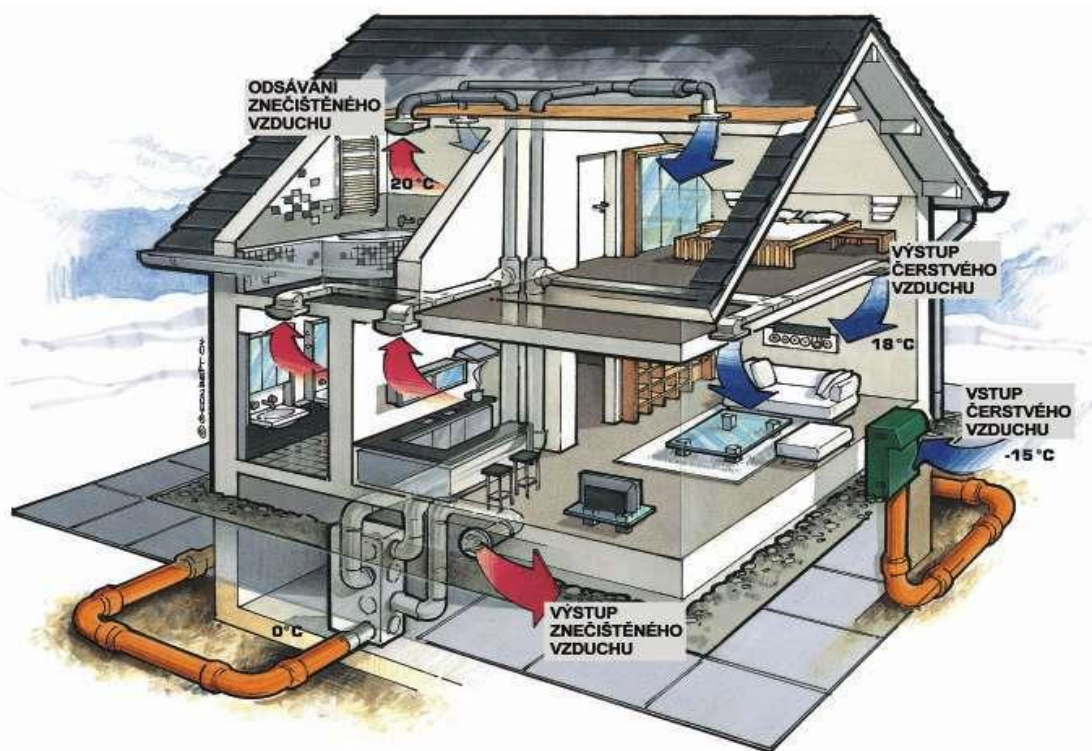
Zatím je běžný způsob, kdy buď větráme přirozeně tím, že otevřeme okna (čímž se však zbavujeme již jednou draze ohřátého vzduchu), a tedy jednáme velice nevhodně, anebo nevětráme vůbec (čímž sice uspoříme finanční prostředky, můžeme však výrazně zhoršit kvalitu vnitřního prostředí a v konečném důsledku i ohrožovat svoje zdraví).

Řešením uvedeného dilematu je řízené větrání spojené s rekuperací (zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu). Využívá se zařízení, které pomocí ventilátorů a přes větrací jednotku s rekuperátorem přivádí do objektu potřebné množství čerstvého vzduchu a ten je pak vzduchotechnickým potrubím rozváděn do jednotlivých částí domu. Zároveň je již použitý vzduch odváděn ven. V rekuperátoru se přiváděný a

odváděný vzduch „energeticky“ potkávají. V běžném režimu odváděný, a tedy teplý vzduch předává maximum tepla vzduchu přiváděnému, tedy chladnému, aniž by se však fakticky mohly smísit a přiváděný vzduch mohl být kontaminován vzduchem odváděným.

Čerstvý vzduch je přiváděn do jednotlivých místností takovým způsobem, aby celou místnost co nejlépe provětral. Pokud je větrání pouze nositelem čerstvého vzduchu a není jim zároveň vytápěno (teplovzdušné vytápění), můžeme vybírat z několika způsobů, jak vzduch do místnosti přivádět. Z místností se vzduch odvádí nejčastěji spárou pode dveřmi, případně mřížkou ve dveřích do chodby, schodišťového prostoru apod. a odtud je prostřednictvím centrálního odtahu odváděn zpět k větrací jednotce a přes rekuperátor ven z objektu. Účinnost rekuperačních jednotek dnes běžně šplhá až k 90% a řízené větrání s rekuperací umožňuje splnit výše vytčený cíl.

(RŮŽIČKA, 2014)



Obr. 7 Schéma řízeného větrání v domě. Čerstvý vzduch je z venku a přes rekuperátor přiváděn do obytných místností. Pode dveřmi je odsáván zpět spolu se vzduchem z ostatních místností a opět přes rekuperátor ven. Zimní registr umožňuje vnější čistý vzduch v létě ochlazovat a v zimě naopak předehřívát. ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))

**Části rekuperačního systému** – vzduchotechnická jednotka, rekuperační výměník, filtry, regulace, vzduchotechnické rozvody, přívod vzduchu, odvod vzduchu, přívodní a odtahové části.

## **Typy rekuperačních systémů (dle ČSN 12 7010 – Vzduchotechnická zařízení):**

### Podle typu rekuperačního výměníku:

- *Přímý „deskový“ (vzduch – vzduch)* - dochází v nich k přímé výměně tepla mezi proudem vzduchu s vyšší teplotou a vzduchu s nižší teplotou přes teplosměnnou desku, kde se účinnost pohybuje kolem 60 – 70 %.
- *Přímý „válcovitý“ (voda – vzduch)* - dochází v nich k přímé výměně tepla mezi teplou odpadní vodou a vodou přiváděnou s nižší teplotou přes teplosměnnou vlnitou plochu šnekovité trubky, kde se účinnost pohybuje kolem 70 – 90 %.
- *Přímý (vzduch-vzduch) protiproudý trubkový výměník* - přes teplosměnnou plochu vnitřní šroubovice dochází k přenosu tepla do vzduchu příchozího, turbulentní, nelineární proudění, kde se účinnost pohybuje kolem 50 – 80 %.
- *Nepřímý (kapalina – vzduch)* - výměníky jsou umístěny v odváděcím i přiváděcím potrubí, kde teplo akumulujeme v teplonosné kapalině (většinou nemrznoucí směs), jejich účinnost je přibližně 45-65 %.
- *Teplené trubice* - využívají odpaření a kondenzace teplonosné kapaliny v žebrových trubkách. Trubice jsou postaveny ve svislém směru, jejich konce (horní a dolní) zasahují do odváděcího a přiváděcího potrubí, principem je ohřívání spodní části trubice vznikají páry, které stoupají vzhůru, nahoře předají tepelnou energii, zkondenzují a stékají po stěnách dolů, jejich účinnost je přibližně 45 - 60 %.

### Podle kontaktního výměníku:

Principem je sprchování vzduchu vhodnou kapalinou (např. roztok chloridu lithného LiCl), která snímá z horkého vzduchu nejen teplo zjevné, ve kterém ohříváme přiváděný vzduch, proces probíhá ve velkých pračkách vzduchu, kde kapalina cirkuluje pomocí čerpadel, jejich účinnost dosahuje až 70 %.

### Podle typu regeneračního výměníku:

- *Rotační* - Diskový otáčecí výměník se otáčí buď neustále, nebo vždy o 180° a je postaven kolmo k proudění studeného a horkého vzduchu. Materiál výměníku přenášející teplo je buď suchý nebo je napuštěný roztokem chloridu lithného LiCl (vyšší účinnost). Zařízení lze využít v létě i v zimě k chlazení či ohřevu vzduchu, jejich účinnost je přibližně 80 %.
- *Přepínací* - přes akumulační složku proudí střídavě odpadní a přívodní médium. Tento systém je typicky využíván například u vysokých pecí.

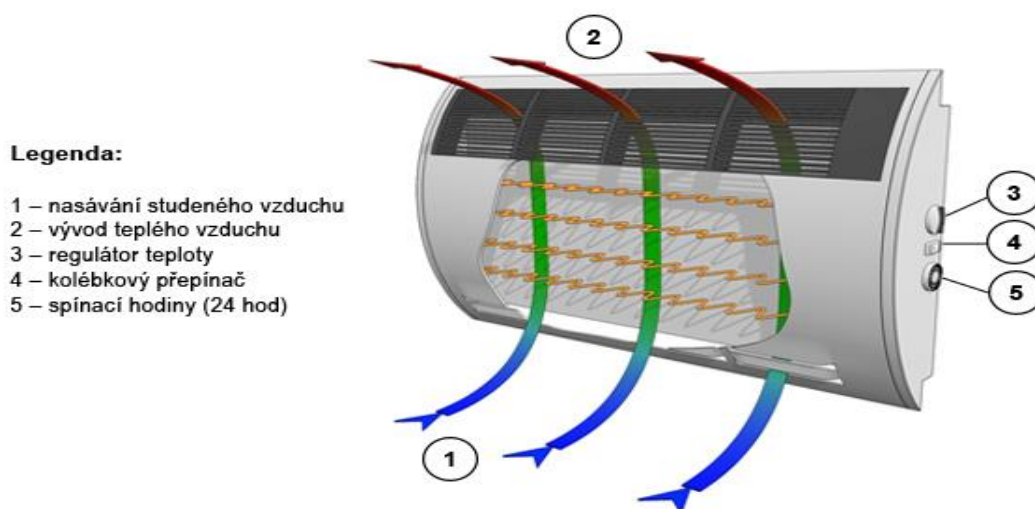
## Vytápění

Vytápění je u dobře navržených domů otázka, jíž musíme věnovat velkou pozornost, protože pro dosažení potřebné teploty potřebujeme dodat jen opravdu velice málo tepelné energie. V praxi se dle ČSN 12 831 - Vytápěcí systém budov používají:

### **Elektrické přímotopné konvektory**

Elektrické přímotopy jsou to nejlevnější, co lze pořídit. Někde slouží i jako jediný zdroj tepla. Náklady na provoz jsou hluboko pod hranicí toho, co by zaplatil někdo jiný za stejný dům z „klasiky“, kdyby ho vytápěl například ústředním teplovodním vytápěním s elektrickým kotlem. Jednoduše potřeba tepla kompaktní a dobře izolované dřevostavby je tak nízká, že můžeme použít i tento relativně na provoz drahý systém a přesto budou náklady na vytápění v rozumných tolerancích.

Největší výhodou přímotopů je poměr cena – výkon. Zajímavým se jeví doplnit přímotopy centrální regulací, která funguje obdobně jako v případě teplovodního ústředního vytápění s tím rozdílem, že centrální regulace v případě ústředního teplovodního vytápění ovládáte zdroj tepla (kotel), ale u přímotopů zapínáte a vypínáte jednotlivé přímotopy v jednotlivých místnostech, čímž docílíte výborné regulovatelnosti a zvýšíte komfort systému. Jsou vhodným řešením, jestliže je jakkoli zkombinujeme s jiným zdrojem tepla (například krbovými kamny). Za nevýhodu přímotopů lze rozhodně považovat poněkud neekologický dražší provoz (ale porovnávejme vzhledem k velmi nízkým pořizovacím nákladům) a hlavně někdy zmiňovaný aspekt víření a spalování prachu. (TYWONIAK A KOL., 2012)



Obr. 8 Elektrický přímotop ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))



## **Teplovzdušné systémy**

### *Klimatizační jednotky s tepelným čerpadlem vzduch – vzduch*

Jedná se o klimatizační jednotky, jejichž doplňkovou funkcí je vytápění. To je možné díky aplikaci tepelného čerpadla, které za pomoci kompresoru dokáže chladivo stlačovat na dvojnásobek a tím ho ohřívat. Silná stránka jednotek spočívá v poměru cena – výkon. Tyto samotné jednotky jsou vhodným doplněním hlavního tepelného systému, nejlépe teplovzdušného. Rozhodně ale nejsou vhodné jako primární systém, nevýhodou bývá poněkud vyšší hlučnost.

### *Invertorové klimatizační systémy s tepelným čerpadlem vzduch – vzduch*

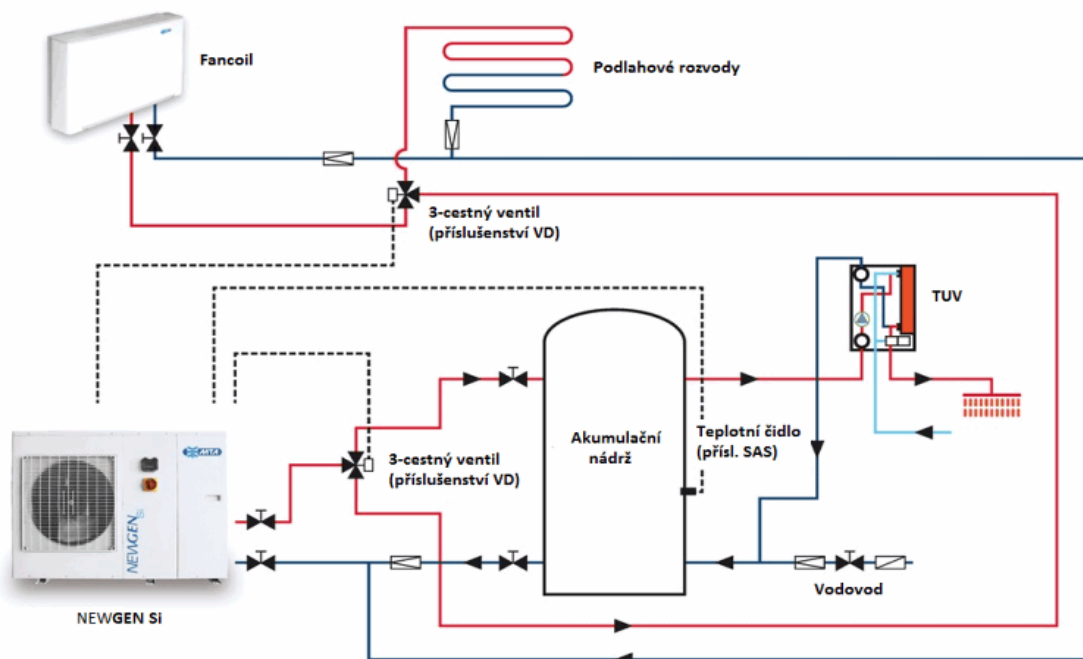
Jedná se o ucelený systém, na jedno plnohodnotné venkovní tepelné čerpadlo lze zapojit 4 – 5 vnitřních jednotek, v závislosti na jeho systému a výkonu. Dalším vylepšením je invertor, což je zařízení, které zabraňuje zbytečnému vypínání a zapínání kompresoru, které škodí životnosti a spotřebě zařízení. Kompaktní vnitřní jednotky nabízejí jak vytápění, tak chlazení. Hlučnost je nižší a možná je také aplikace jedné centrální jednotky s rozvodem do všech místností, což vyvolává podobnost s teplovzdušným rekuperačním vytápěním.

### *„Fan – coil“ systémy s tepelným čerpadlem vzduch - voda*

Je to mnohem energeticky úspornější a sofistikovanější zařízení než invertorové systémy. Teplonosnou látkou je voda, tepelné čerpadlo vzduch – voda předává přes výměník do systému buď teplou (v zimě), nebo ochlazenou vodu (v létě). Systém je také napojen na ohřev teplé vody, případně na akumulární nádrž. Tam předává, nebo odebírá teplo, podle toho, co je momentálně výhodnější a úspornější. Na topný okruh mohou být potom napojena jak klasická otopná tělesa, nebo lépe nízkoteplotní podlahové vytápění, tak fan-coilové vnitřní jednotky, které prostřednictvím termostatu a dálkového ovládní regulují teplotu v místnosti teplým, nebo chladným vzduchem.

Systém se dostává na tak nízkou energetickou náročnost, že je vhodný do nízkoenergetických domů. Díky vzájemnému předávání tepla mezi teplovodním výměníkem a zásobníkem teplé vody dochází k významné úspoře nákladů na ohřev teplé vody a zároveň ke zpracování teplé vody tehdy, kdy zůstává nevyužita. Za nevýhodu lze považovat vyšší cenu. (ZAHRADNÍČEK, 2007)

*Teplovzdušné rekuperační vytápění – viz. kapitola rekuperační systémy.*



Obr. 9 Vodní okruh pro možnou instalaci při jedné kompaktní jednotce. Toto zapojení umožňuje přípravu TUV a vytápění podlahovým topením, radiátory, fan-coily v zimě, nebo přípravu chladicí vody pro klimatizaci v létě. ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))

## Teplovodní systémy

### Klasické teplovodní vytápění s radiátory (deskové, trubkové, podlahové konvektory)

Jako zdroj se používá plynová kotel (dnes v podobě plynového kondenzačního kotle) nebo elektrokotel, u nízkoenergetické výstavby se používá tepelné čerpadlo, nejčastěji vzduch – voda, nebo kombinace krbu s teplovodním výměníkem a akumulací nádrže, která může být dohřívána kromě elektrické patrony také solárním fototermickým kolektorem.

Klasické teplovodní vytápění v této podobě je vhodné pouze u energeticky úsporných dřevostaveb, u nízkoenergetických a pasivních dřevostaveb není takto výkonný tepelný systém potřeba. U tohoto typu vytápění je navíc nevýhodou pomalejší náběh systému, která je sice u dřevostavby díky nižší akumulaci redukována, přesto je u moderních dřevostaveb považována za určitý diskomfort. Tato nevýhoda se dá eliminovat použitím tzv. kapilárního systému, který náběh tepelné soustavy urychluje. Výhodou tohoto systému je vyšší akumulace v otopných tělesech, přesto je u dřevostavby vhodná kombinace s nějakým lokálním teplovzdušným zařízením.

### Nízkoteplotní podlahové vytápění

Oproti klasickému teplovodnímu systému je pro dřevostavbu z několika hledisek výhodnější. Jednak veškerá tepelná čerpadla a solární kolektory, které se zapojují so

systemu vytápění, mnohem hospodárněji spolupracují s nízkoteplotními systémy. Dále je „otopná plocha“ mnohem rovnoměrnější než v případě radiátorů, čímž se zpomaluje termodynamické proudění vzduchu spojené s vířením prachu. U podlahového vytápění dochází k téměř ideálnímu rozložení teplot v jednotlivých výškách od podlahy, což je všeobecně známé.

Pro dřevostavbu je rovněž výhodné soustředit předávání tepla do hutné vrstvy, jelikož se dosahuje podstatného zlepšení tepleněakumulačních vlastností dřevostavby. Velmi výhodně se kombinuje s lokálními teplovzdušnými zařízeními, ideální je pak kombinace se systémy „fan-coil“, kde existuje mnoho kombinací a dosáhneme spojení teplovodního a teplovzdušného vytápění, čímž eliminujeme nevýhody obou. Tato kombinace patří mezi nejlepší, zároveň ale mezi investičně nejdražší systémy vytápění a chlazení. Někdy zmiňovanou nevýhodu „teplé podlahy“ ze zdravotního („zchoulostivění“) musí každý posoudit sám.



*Obr. 10 Klasické nízkoteplotní vodní podlahové vytápění v betonové zálivce (tzb-info.cz)*

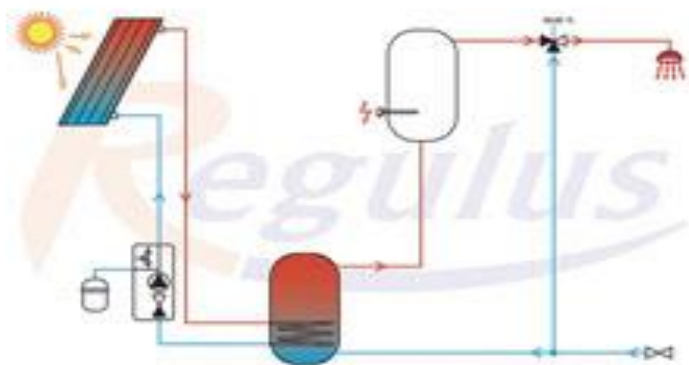
#### *Nízkoteplotní stěnové a stropní vytápění*

Pro stěnové a stropní trubkové vedení platí obdobné charakteristiky jako pro podlahové vytápění, s některými rozdíly. Vedení ve stěně a stropu má výhodu ve spojení s fan-coilovým systémem v tom, že do rozvodů lze v létě posílat studenou, čímž se dosáhne v kombinaci s fan-coilovými jednotkami přirozeného a komfortního chlazení. U dřevostavby je v případě dřevěné stropní konstrukce stropní rozvod obtížně realizovatelný, obecně se proto u dřevostavby potkáme spíše se stěnovým vytápěním či chlazením. (ZAHRADNÍČEK, 2007)

## Fototermické solární systémy

V poslední době jsou v Česku velmi populární, zejména díky většímu výběru systémů, dostupným pořizovacím nákladům a v neposlední řadě také díky státním dotacím. Používají se jako předehřev teplé vody, nebo se využívají také k dotápní nízkoteplotního teplovodního okruhu. V souvislosti se solárními kolektory nabývá na významu zásobník teplé vody, ze kterého se často stává tzv. akumulční nádrž, nebo také integrovaný zásobník tepla. Solární kolektory lze rozdělit na deskové a trubkové, přičemž dražší trubkové jsou vzhledem k rovnoměrnějšímu rozložení výkonu vhodné i pro dotápní a nabízejí vyšší účinnost. Kolektor by měl směřovat na jih a úhel jeho naklonění by měla být kolem  $45^\circ$ . Solární fototermický systém je výborným doplněním základní tepelné soustavy, nelze se ovšem spolehnout jen na něj.

(TYWONIAK A KOL., 2012)



Obr. 11 Schéma solárního systému ([www.apinstalace.cz](http://www.apinstalace.cz))

## Sálavé systémy

### Infračervené sálavé zářiče

Jedná se o lokální elektrické otopné těleso. Dnes se často používá v modifikaci tenkých deskových panelů, které mohou mít nejrůznější design. Nejsou příliš rozšířena, a pokud porovnáme jejich poměr cena – výkon, dostaneme se k obdobné hodnotě jako u elektrických přímotopů.

### Podlahové vytápění

Elektrické odporové podlahové vytápění se používá zejména jako lokální v koupelnách, na WC a u kuchyňské linky, popřípadě v chodbě. Zřídka se používá jako hlavní topný systém, zejména vzhledem k méně úspornému provozu, nižší účinnosti a obecně vyššímu procentu poruchovosti, než je tomu u teplovodního podlahového vytápění. Jeho velkou výhodou je přijatelná cena v případě maloplošné aplikace.

### *Akumulační topidla*

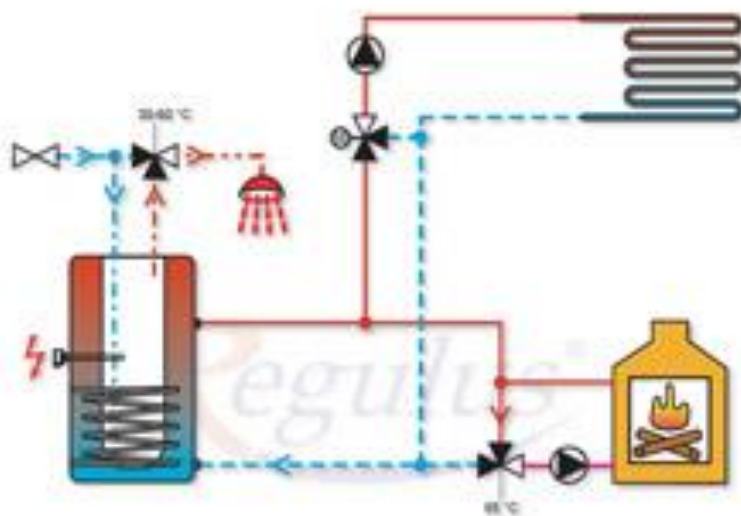
Dnes především elektrická akumulční topidla. Elektrická energie je akumulována do pevné látky (speciální šamot), která předává teplo sáláním. Vzhledem k akumulční funkci jsou dřevostavby poměrně vhodným řešením, ale cenou nemohou konkurovat přímotopům (jsou 4 -5 krát dražší).

### *Krbová kamna*

Jednoznačně nejvýhodnější lokální topidlo pro dřevostavby z pohledu poměru cena – výkon. Krbová kamna jsou velmi výkonným topidlem. Vlivem proudění vzduchu se teplý vzduch šíří nahoru do patra, čímž jednak vytápí celé horní podlaží a navíc pomůže spodnímu prostoru, aby se nepřehříval. K dotápní horního prostoru slouží komín, který je vhodné umístit do středu dispozice. Přínosem kamen je i atmosféra v obytném prostoru. Krbová kamna do dřevostavby a jsou velice dobrým a chytrým řešením. U nízkoenergetických dřevostaveb bývají kromě rekuperace tepla jediným a dostatečným zdrojem tepla. U pasivních domů je někdy problém sehnat kamna s nízkým topným výkonem, aby nedocházelo k přehřívání domu.

### *Peletková kamna*

Pro Peletková kamna platí do značné míry to samé jako pro klasická krbová kamna. Rozdíly jsou následující: vyšší cena, ekologičtější topidlo, vždy jsou vybavena teplovzdušným výměníkem, vhodné pro pasivní domy díky větší regulovatelnosti, díky zásobníku na pelety, ze kterého si samy dávkuje potřebné množství, se příkládá jednou denně. (ZAHRADNÍČEK, 2007)



Obr. 12 Schéma křbových kamen na pelety s teplovodním výměníkem (www.apinstalace.cz)

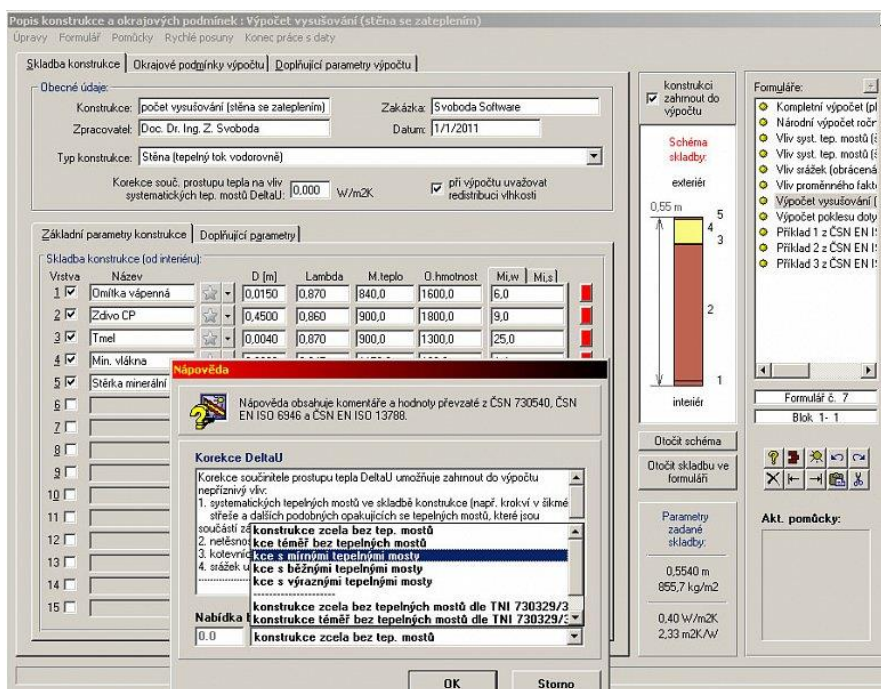
## 4 Metodika

### Textová část:

V řešení současné problematiky je pomocí informací z dostupné literatury a webových zdrojů podrobně charakterizován vybraný konstrukční systém, možnosti jeho realizace a jeho hlavní konstrukční zásady pro realizaci u takto navrhovaných objektů. Součástí problematiky je i technické zařízení budov.

Ve vlastním řešení práce jsou navrženy skladby jednotlivých svislých a vodorovných konstrukcí objektu navrženy tak, aby splňovaly tepelně technické požadavky. Jsou posouzeny z hlediska součinitele prostupu tepla konstrukcí „U“ ve Svobodově softwaru TEPLO, který je určen pro základní tepelně technické posouzení skladby stavební konstrukce z hlediska prostupu tepla a vodní páry. Umožňuje detailní výpočet tepelného odporu a součinitele prostupu tepla, vnitřní povrchové teploty, rozložení teplot a tlaků vodní páry v konstrukci a oblasti kondenzace a roční bilance z kondenzované vodní páry. Zohledňuje požadavky ČSN 730540-2 a STN 730540-2 a postupy ČSN 730540-4, EN ISO 6946 a EN ISO 13788.

Při spuštění programu TEPLO se po zadání názvu úlohy vypíší údaje o konstrukci. Zvolí se typ konstrukce např. obvodová stěna. Poté zadává do tabulky materiál, z kterého se skládá posuzovaná konstrukce. Zadává se od interiéru po exteriér. Materiály se vybírají z katalogové nabídky programu.



Obr. 13 Zadávání skladby konstrukce včetně systematických tepelných mostů

Potřebné hodnoty pro výpočet součinitele prostupu tepla „U“ jsou: Tloušťka materiálu D (m); Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  ( $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ), Měrné teplo materiálu C ( $J/kg \cdot K$ ), Objemová hmotnost  $R_o$  ( $Kg/m^3$ ), Faktor difuzního odporu  $M_i$ , w (-). Dále se zadají okrajové podmínky výpočtu, tzn., že zadáme třídu vnitřní vlhkosti. Pro bytové domy s malým počtem osob byla zvolena třída 3 (střední vlhkost), zvolíme si hodnoty pro tepelný odpor při přestupu tepla (pro výpočet součinitele prostupu tepla) na vnitřní straně  $R_{si} = 0,13 m^2 \cdot K/W$  a na vnější straně  $R_{se} = 0,04 m^2 \cdot K/W$ , hodnoty jsou dané normou. Nakonec se vloží standardní podmínky, což znamená návrhové hodnoty pro interiér (teplota –  $T_{ai} = 21 \text{ }^\circ C$ , vlhkost –  $F_{ii} = 50 \%$ ) a návrhové hodnoty pro exteriér (teplota  $T_e = -13^\circ C$ , vlhkost  $F_{ie} = 84\%$ ). Při výpočtu musíme brát ohled na korekci součinitele prostupu tepla Delta U, který umožňuje zahrnout do výpočtu nepříznivé vlivy:

- Systematické tepelné mosty ve skladbě konstrukce - krokve v šikmé střeše, sloupky ve stěně rámové dřevostavby a jiné tepelné mosty.
- Netěsnosti v tepelných izolacích.
- Kotevní prostředky, procházející skrze izolace.

Na závěr všech zadávaných hodnot, ještě byly zadány hodnoty pro tepelný odpor při přestupu tepla (pro výpočet kondenzace, vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru) na vnitřní straně  $R_{si} = 0,25 m^2 \cdot K/W$  a na vnější straně  $R_{se} = 0,04 m^2 \cdot K/W$ .

The screenshot shows a software interface for calculating condensation in a building structure. The window title is "Popis konstrukce a okrajových podmínek: Výpočet kondenzace v podlaží na zemi". The interface includes several sections:

- Vnitřní vlhkostní podmínky:** Options for internal humidity conditions, including "je známa vnitřní vlhkost" and "je známa třída vnitřní vlhkosti" (set to 3. třída).
- Teploty od Interiér:** A dialog box asking if the user wants to use average monthly indoor temperature.
- Návrhové hodnoty pro interiér:** Fields for indoor temperature  $T_{ai} = 20,6 \text{ }^\circ C$  and humidity  $F_{ii} = 50,0 \%$ .
- Návrhové hodnoty pro exteriér:** Fields for outdoor temperature  $T_e = 5,0 \text{ }^\circ C$  and humidity  $F_{ie} = 100,0 \%$ .
- Měsíční průměrné hodnoty pro výpočet bilance vlhkosti podle EN ISO 13788:** A table with columns for month, day, and temperature/humidity values for both interior and exterior.
- Formuláře:** A list of calculation options, including "Kompletní výpočet (pl)", "Národní výpočet roční", and "Výpočet kondenzace".

Obr. 14 Okrajové podmínky výpočtu

Výsledky výpočtu součinitele prostupu tepla, včetně bilance kondenzace vodní páry jsou v programu TEPLo exportovány do protokolu o celkovém výpočtu.

Položkový rozpočet stavby byl zpracován v softwaru pro stavební rozpočty BUILDpower-S, který zahrnuje výkaz výměr veškerý soupis prací, dodávek a jejich ocenění na základě cenové soustavy RTS. Ta představuje kompletní soubor informací z oblasti stavebnictví a umožňuje sestavení nabídkové ceny prostřednictvím položek v aktuální cenové hladině nebo optimalizací ceny na výslednou hodnotu.

Při spuštění programu BUILDpower-S si v hlavní nabídce zvolíme rozpočty a kalkulace. Vyplníme údaje o zakázce, a poté pomocí datové základny vybíráme z katalogu agregovaných položek, prací a materiálů položky potřebné pro rozpočet naší stavby.

Rořad	Číslo	Název	Mnořství	MJ	Cena/MJ	Cena celkem	Cenová...	Cena	Hodnotost	Dem.h...	Mřna
1	1	Svatě a kompletně konstrukce	1,70000	m3	4 385,00	7 453,50	RTS 08/ II	2%	1,03145	0,00000	CZK
2	61	Úprava povrchů vnitřních	1,00000	kus	96,70	109,74	RTS 08/ II	0%	0,00500	0,00000	CZK
3	62	Úprava povrchů vnějších	1,00000	m	48,90	72 107,15	RTS 08/ II	0%	0,01000	0,00000	CZK
4	629	Úprava povrchů vnitřních	1,00000	m2	31,60	31,60	RTS 08/ II	0%	0,00010	0,00000	CZK
5	622	Úprava povrchů vnějších	370,00000	m2	119,00	44 030,00	RTS 08/ II	9%	0,00000	0,00000	CZK
6	622	Úprava povrchů vnějších	370,00000	m2	128,50	47 545,00	RTS 08/ II	10%	0,00063	0,00000	CZK
7	94	Lešení a stavební výhyby	1,00000	m2	53,40	53,40	RTS 08/ II	0%	0,00338	0,00000	CZK
8	94	Lešení a stavební výhyby	370,00000	m2	53,40	19 758,00	RTS 08/ II	4%	0,00338	0,00000	CZK
9	94	Lešení a stavební výhyby	1,00000	m2	82,10	82,10	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
10	94	Lešení a stavební výhyby	370,00000	m2	82,10	30 377,00	RTS 08/ II	6%	0,00000	0,00000	CZK
11	94	Lešení a stavební výhyby	1,00000	m2	31,50	31,50	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
12	94	Lešení a stavební výhyby	370,00000	m2	31,50	11 655,00	RTS 08/ II	2%	0,00000	0,00000	CZK
13	94	Lešení a stavební výhyby	370,00000	m2	20,00	7 400,00	Indv	2%	0,00000	0,00000	CZK
14	96	Stavební přízemí	1,00000	m2	37 991,10	37 991,10	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
15	99	Stavební přízemí	1,00000	m2	9 518,47	9 518,47	RTS 08/ II	2%	0,00000	0,00000	CZK
16	762	Konstrukce tesařské	1,00000	m2	31 968,92	31 968,92	RTS 08/ II	1%	0,00000	0,00000	CZK
17	764	Konstrukce klempířské	1,00000	m2	3 493,36	3 493,36	RTS 08/ II	1%	0,00063	0,00000	CZK
18	764	Konstrukce klempířské	4,50000	m2	821,00	3 694,50	RTS 08/ II	1%	0,00063	0,00000	CZK
19	764	Konstrukce klempířské	4,50000	m2	51,90	233,55	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
20	764	Konstrukce klempířské	1,00000	m2	261,00	261,00	RTS 08/ II	0%	0,00275	0,00000	CZK
21	764	Konstrukce klempířské	1,00000	m2	23,60	23,60	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
22	764	Konstrukce klempířské	0,03349	t	1 286,00	430,50	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
23	765	Krycí vrstvy	240,00000	m2	37,80	9 072,00	RTS 08/ II	2%	0,00000	0,04200	CZK
24	765	Krycí vrstvy	240,00000	m2	596,00	143 040,00	RTS 08/ II	0%	0,04201	0,00000	CZK
25	765	Krycí vrstvy	16,20000	m	876,00	14 191,20	RTS 08/ II	3%	0,01120	0,00000	CZK
26	765	Krycí vrstvy	1,00000	m2	110,00	110,00	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
27	765	Krycí vrstvy	16,20000	m	21,30	345,06	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,02200	CZK
28	765	Krycí vrstvy	270,00000	m2	56,70	15 309,00	RTS 08/ II	3%	0,00020	0,00000	CZK
29	765	Krycí vrstvy	10,00000	m2	795,00	7 950,00	RTS 08/ II	2%	0,00000	0,00000	CZK
30	611	Dřevěné plastové	1,00000	m2	6 000,00	6 000,00	Indv	1%	0,00000	0,00000	CZK
31	611	Dřevěné plastové	1,00000	m2	4 800,00	4 800,00	Indv	1%	0,00000	0,00000	CZK
32	793	Nátery	1,00000	m2	128,50	128,50	RTS 08/ II	0%	0,00000	0,00000	CZK
33	793	Nátery	1,00000	m2	46,60	46,60	RTS 08/ II	0%	0,00062	0,00000	CZK

Obr. 15 Zadávání položek do rozpočtu

Položky zadáváme na základě výkazů výměr, kdy měrné jednotky mohou být v m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> či kusech. Rozpočet se seřazuje na základě HSV (hlavní stavební výroba) a PSV (přidružená stavební výroba) do jednotlivých částí (zemní práce, základy, svislé konstrukce, vodorovné konstrukce atd.). Vypracovaná data exportujeme.

Další část práce se věnuje požární zprávě, která se zabývá rozdělení objektu na požární úseky, výpočtu požárního rizika, stupni požární bezpečnosti, požární odolnosti konstrukcí, únikovým cestám a odstupovým vzdálenostem vyhovující požadované normě ČSN 73 0833 - Požární bezpečnost staveb. A vyhotovena bude průvodní a souhrnná technická zpráva stavby.



### Výkresová část:

Stavba bude realizována staveništní montáží (two by four) s obvodovými stěnami difúzně uzavřenými. Ve výkresové části je tedy vypracována dokumentace pro výrobu jednotlivých stěn navrženého objektu, která bude sloužit jako podklad pro staveništní montáž. Podkladem pro nakreslení výrobní dokumentace jsou výkresy vypracované v bakalářské práci, které byly podle potřeby projektu upraveny a doplněny o výkres základů, stropu 1.NP, detailů, a výpisu truhlářských a klempířských prvků.

Výkresy jsou zpracovány v programu AutoCAD a při vykreslování byla respektována norma ČSN 013420 - Kreslení výkresů pozemních staveb. Dispozice objektu respektuje normu ČSN 73 4301 – Obytné budovy. Vyhotovena bude rovněž průvodní a souhrnná technická zpráva objektu.

## 5 Vlastní řešení

### 5.1 Návrhy skladeb jednotlivých konstrukcí a jejich tepelně technické posouzení

#### 5.1.1 Výběr materiálů použitých pro jednotlivé skladby konstrukcí

##### KVH hranoly

Pro skladby konstrukcí objektu budou na nosné prvky použity KVH hranoly, což jsou profily z jehličnatého dřeva (převážně smrku) pro použití v moderních dřevěných stavbách. Ve srovnání s řezivem mají lepší tvarovou stálost, použitím zubovitého spoje se dají délkově nastavovat, hmotnost materiálu je díky suchému stavu nižší a je tak možné převést větší objem najednou. Jsou tloušťkově a šířkově egalizované, což znamená, že mají po celé délce stejnou šířku i výšku. Tato vlastnost je důležitá pro dokonalou rovinnost stěn dřevostaveb, které se po opláštění velkoplošným materiálem nikde nevyboulí. KVH profily jsou čtyřstranně hoblované a mají sražené hrany. Profily jsou technicky vysušeny na vlhkost  $15 \pm 3 \%$ . Podle účelu použití se rozlišují dva druhy KVH profilů, KVH - Si pro pohledové konstrukce a KVH - NSi pro nepohledové konstrukce

Tab. 3 Mechanické vlastnosti KVH hranolů ([www.mta.cz](http://www.mta.cz))

Třída jakosti	S10TS	dle ČSN 73 2824-1: 2004
Třída pevnosti	C24	dle ČSN EN 338: 2003
<b>Charakteristické hodnoty pevností v N/mm<sup>2</sup></b>		
Ohyb	$f_{m,k}$	24
Tah rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	14
Tah kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	0,5
Tlak rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	21
Tlak kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	2,5
Smyk	$f_{v,k}$	2,5
<b>Charakteristické hodnoty tuhostí v kN/mm<sup>2</sup></b>		
Průměrná hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,mean}$	11
5% kvantil modulu pružnosti kolmo k vláknům	$E_{0,05}$	7,4
Průměrná hodnota modulu pružnosti kolmo k vláknům	$E_{90,mean}$	0,37
Průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku	$G_{mean}$	0,69
<b>Hustota v kg/m<sup>3</sup></b>		
Hustota	$Q_k$	350

V navrhovaném RD budou použity jako:

- nosný prvek stěn v rozměrech: 60/120, 95/120, 120/120, 60/100, 60/80 mm
- nosný prvek stropů v rozměrech: 60/200, 80/120 mm
- nosný prvek střešního pláště v rozměrech: 100/160, 120/120 mm

### Sádrovláknité desky (SVD) FERMACELL

Pro opláštění obvodových stěn a příček a podhledy stropů byly vybrány Sádrovláknité desky FERMACELL se skládají ze sádry a papírových vláken, která se získávají recyklací. Na výrobních linkách řízených počítačem se po přidání vody a bez dalších pojidel stlačuje homogenní směs těchto dvou přírodních surovin pod vysokým tlakem na pevné desky, které se suší a řezou na příslušné formáty. FERMACELL je jak stavební a protipožární deskou, tak i deskou do vlhkých místností. FERMACELL jsou vyráběny racionálně a poskytují nejvyšší míru pevnosti, ochrany proti požáru a hlukové a tepelné izolace, a právě proto byl tento materiál zvolen do skladeb konstrukcí RD.

Sádrovláknité desky FERMACELL se mohou zpracovávat bez speciálních nástrojů nařezáváním, lámáním přes hranu, řezáním, frézováním, vrtáním. V konstrukci se sádrovláknité desky FERMACELL připevňují šrouby nebo sponkami. Spáry se zalepují nebo zatmelí.

*Příslušenství SVD* – spárovací tmel, spárovací lepidlo, lepicí malta, rychlořezné šrouby, rychlořezné šrouby s vrtací špičkou, jemný vrchní tmel, plošná sádrová stěrka, tkaná páska, nůž, stěrka, ruční vytlačovací pistole, pneumatická vytlačovací pistole.

Tab. 4 Charakteristické hodnoty SVD FERMACELL ([www.fermacell.cz](http://www.fermacell.cz))

Charakteristické hodnoty	
Objemová hmotnost	1150 ± 50 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel difúzního odporu [μ]	13
Součinitel tepelné vodivosti [λ]	0,32 W/mK
Měrná tepelná kapacita [c]	1,1 kJ/kgK
Tvrdość (Brinellova zkouška)	30 N/mm <sup>2</sup>
Bobtnavost po 24 hodinách uložení ve vodě	< 2 %
Součinitel tepelné roztažnosti	0,001 %/K
Roztažnost/smrštění při změně relativní vlhkosti o 30% při 20°C	0,25 mm/m
Ustálená vlhkost při 65% relativní vlhkosti a 20°C	1,3 %
Třída reakce na oheň podle ČSN EN 13 501-1	A2
Hodnota pH	7 – 8

## Dřevotřískové OSB desky (Oriented Strand Board)

Pro podlahové a záklopové dílce jsou navrženy OSB desky, které jsou vyráběné jako vícevrstvé desky z plochých třísek smrkového nebo borovicového dřeva, které jsou plošně lisované. Třísky jsou na povrchu orientované v jednom směru, ve středu jsou zpravidla orientované kolmo na vnější lamely nebo náhodně. Ke spojení třísek je užito umělé (melamin-formaldehydové) pryskyřice. Díky této konstrukci jsou pro ně charakteristické dobré mechanické i fyzikální vlastnosti.

Dají se dobře opracovávat, podobně jako masivní dřevo. Mají dostatečnou pevnost v obou směrech desky a považují se za nosný materiál, ale ve směru hlavní osy je pevnost 3x vyšší než ve směru vedlejší osy. Za hlavní osu se považuje směr třísek vnějších vrstev desky. V navrhovaných konstrukcích jsou použity OSB-2, které jsou určeny pro použití v suchém prostředí – interiéry. Nosné desky pro třídu vlhkosti 1, při teplotě 20°C relativní vlhkost vzduchu výrazně nepřevyšuje 65%.

Tab. 5 Mechanické vlastnosti desek OSB-2 dle ČSN EN 300 ([www.mta.cz](http://www.mta.cz))

Vlastnosti		Tloušťka desky				Norma	
		6-10 mm	10-18 mm	18-25 mm	25-32 mm		
Pevnost v ohybu	hlavní osa	30 MPa	28 MPa	26 MPa	24 MPa	ČSN EN 310	
	vedlejší osa	16 MPa	15 MPa	14 MPa	13 MPa		
Modul pružnosti v ohybu	hlavní osa	4800 MPa					
	vedlejší osa	1900 MPa					
Rozlupčivost		0,5 MPa	0,45 MPa	0,40 MPa	0,35 MPa		ČSN EN 319
	po varném testu	0,17 MPa	0,15 MPa	0,13 MPa	0,06 MPa		ČSN EN 1087-1
	po zkoušce cyklováním	0,21 MPa	0,17 MPa	0,15 MPa	0,10 MPa	ČSN EN 321	
Pevnost v ohybu po zkoušce cyklováním v hlavní ose		15 MPa	14 MPa	13 MPa	6 MPa		
Bobtnání		12 %				ČSN EN 317	

OSB desky se standardně vyrábějí v tloušťkách 12, 15, 18, 22, 25 mm a ve formátech 2800x1250, 2650x1250 mm, především pak 2500x1250, 2500x675 mm.

Okraje jsou buď pravouhle ořezané ze čtyř stran, nebo mohou být opatřeny pro lepší napojení perem a drážkou ze dvou stran (palubka) či čtyř stran (parketa). Doporučuje se dodržovat dilatační spáru 3 mm mezi jednotlivými deskami, které mají rovné hrany. U pera a drážky je vůle vyrobená už ve spoji. Povrch desek se dodává

broušený nebo nebroušený. V navrhovaném RD budou použity desky tloušťky 25 mm, o formátu 2500x1250 mm napojené na pero a drážku ze dvou stran.

### **Isover UNIROL PROFI**

Jako izolace obvodových stěn, příček, stropů a stropních podhledů bude použit Isover UNIROL PROFI. Jedná se o izolační rolované pásy vyrobené ze skelné plsti, které mají po celém povrchu hydrofobizované vlákna. Výroba je založena na metodě rozvlákňování taveniny skla a dalších příměsí a přísad. Vytvořená minerální vlákna se v rámci výrobní linky zpracují do finálního tvaru pásu. Izolaci je nutné v konstrukci chránit před vlhkostí a prachem, parotěsnicí fólií nebo vhodnou ochranou proti usazování prachu u volně ložených izolací. Izolace je ekologicky a hygienicky nezávadná a odolná vůči plísním, houbám a dřevokaznému hmyzu. Skelné izolační pásy s vynikajícími tepelně-izolačními vlastnostmi jsou určeny jako tepelná a akustická izolace stěn, střech a stropů. Je to zvláště energeticky úsporný typ izolace, kde pro výpočet součinitele prostupu tepla bude použita  $\lambda = 0,036 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

*Přednosti:*

- nehořlavost
- velmi dobré tepelně izolační schopnosti
- výborné akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- nízký difuzní odpor - snadná propustnost pro vodní páru
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost - izolační materiály jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- snadná opracovatelnost - výrobky lze řezat, vrtat, atd.
- rozměrová stabilita při změnách teploty

### **Isover ORSIK**

Jako mezikrokevní a podkrovní izolace bude sloužit Isover ORSIK. Jedná se o izolační desky vyrobené z minerální plsti. Výroba je založena na metodě rozvlákňování taveniny směsi hornin a dalších příměsí a přísad. Vytvořená minerální vlákna se v rámci výrobní linky zpracují do finálního tvaru desek. Vlákna jsou po celém povrchu hydrofobizována. Desky je nutné v konstrukci chránit vhodným způsobem proti povětrnostním vlivům, zvýšené vnitřní relativní vlhkosti a kondenzátu (difuzní a

parotěsnicí fólie). Desky Isover ORSIK jsou vhodné pro nezátížené tepelné, zvukové a protipožární izolace především šikmých střeš s vkládáním mezi krokve.

*Přednosti:*

- nehořlavost
- velmi dobré tepelně izolační schopnosti
- vysoká protipožární odolnost
- výborné akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- nízký difuzní odpor - snadná propustnost pro vodní páru
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost - izolační materiály jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- snadná opracovatelnost - výrobky lze řezat, vrtat, atd.
- rozměrová stabilita při změnách teplot

#### **Isover T-P**

Jako izolační vrstva podlahových konstrukcí bude sloužit Isover T-P. Jedná se o izolační desky vyrobené z minerální plsti. Přesně řezané desky do lehkých a těžkých plovoucích podlah v kombinaci s Isover N/PP podlahovými pásky. Vysoké nároky jsou kladeny na podklad suchých plovoucích podlah, na který se kladou vrstvy přesně řezaných desek. Díky svojí velké přesnosti a minimální stlačitelnosti jsou tyto desky také velice vhodné i do tenkých anhydridových podlah. V případě lehké i těžké plovoucí podlahy je limitní hodnota užitého zatížení  $5\text{kN/m}^2$ .

*Přednosti:*

- velmi dobré tepelně izolační schopnosti
- vysoká protipožární odolnost
- výborné akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- nízký difuzní odpor - snadná propustnost pro vodní páru
- vodoodpudivost - izolační materiály jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- snadná opracovatelnost - výrobky lze řezat, vrtat, atd

## **Isover EPS 100F**

Jako zateplovací fasádní systém navrhovaného RD bude sloužit Isover EPS 100F. Je to lehká a tuhá organická pěna, která se široce používá ve stavebnictví, zejména jako tepelná izolace. Bílé izolační desky si v průběhu 50 let používání získaly nastavbách pro své výborné užitné vlastnosti pevné místo. Izolační desky EPS Isover jsou vyrobeny pomocí nejnovějších technologií bez obsahu freonů. Moderní technologie zajišťuje stálou kvalitu a minimální energetickou náročnost výroby, což deskám zajišťuje výborný poměr cena/výkon.

Veškeré desky EPS Isover se vyrábějí v samozhášivém provedení se zvýšenou požární bezpečností, což byl jeden z hlavních důvodů proč byl použit v naší navržené konstrukci. Izolační desky Isover EPS 100F jsou určeny zejména pro fasádní zateplovací systémy ETICS se zvýšenými nároky a ostatní aplikace bez významných požadavků na zatížení tlakem (podlahy apod.). Desky jsou vhodné pro izolační vrstvy energeticky úsporných staveb, kde pro výpočet součinitele prostupu tepla bude použita  $\lambda = 0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

*Přednosti:*

- velmi dobré tepelně izolační vlastnosti
- výborné mechanické vlastnosti
- minimální hmotnost
- jednoduchá zpracovatelnost
- dlouhá životnost
- ekologická a zdravotní nezávadnost
- trvalá odolnost proti vlhkosti
- biologická neutralita
- ekonomická výhodnost

## **Knauf LDS 100**

Pro separační vrstvu obvodových stěn, podlahových konstrukcí a stropu podkroví bude sloužit Knauf LDS 100. Jedná se o vysoce účinnou parozábranu na bázi polyetylenu, která slouží pro vytvoření parotěsných vrstev. Je vhodná i pro místnosti s vysokou vlhkostí vzduchu a její hmotnost je  $190\text{g}/\text{m}^2$ . Životnost spojů parozábrany je 50 let a ekvivalentní difúzní tloušťka  $s_d = 100 \text{ m}$ .

## **JUTADACH 160 RF**

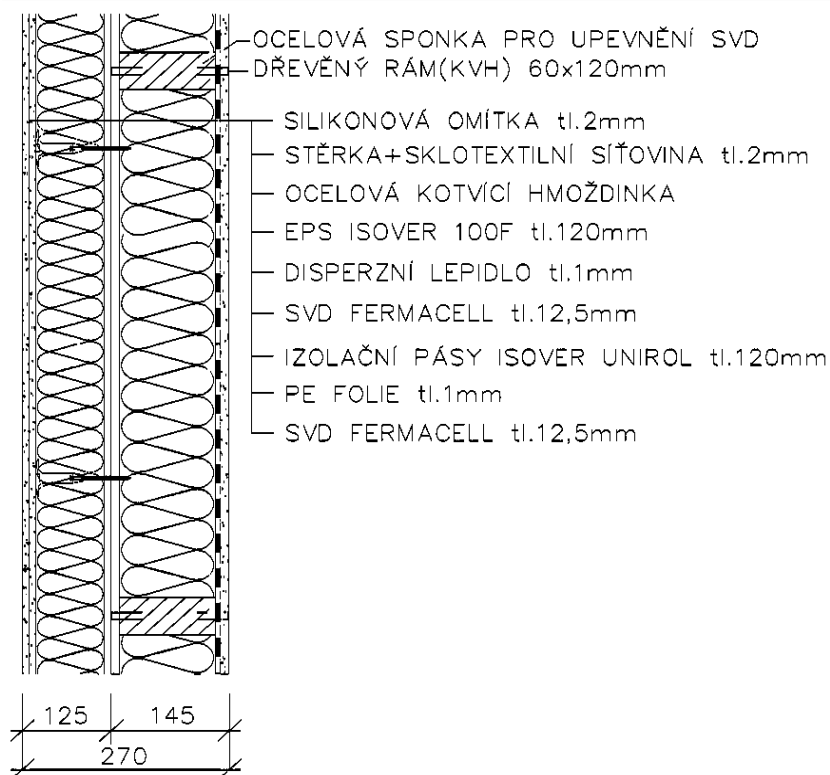
Jako pojistná hydroizolace střešního pláště bude sloužit JUTADACH 160 RF. Je to čtyřvrstvá pojistná hydroizolační membrána. Skládá se z difúzního filmu a dvou vrstev netkané polypropylenové textilie a z reflexní vrstvy. Vhodná pro použití jako kontaktní nebo nekontaktní podstřešní difúzní membrána v šikmých střešních systémech, lze ji použít přímo na plné difúzní bednění nebo na tepelnou izolaci a využít celou výšku krokví pro tepelnou izolaci. Robustní skladba JUTADACHU 160 RF poskytuje jistotu při použití v bedněných střešních konstrukcích, vysoká pevnost a odolnost na vytržení z hřebíku snižují riziko poškození membrány vlivem nášlapu při montáži. Skladba membrány zajišťuje dobrou vodotěsnost při dešti, díky lesklé vrstvě velice vysoký účinek tepelné reflexe a účinnost reflexní vrstvy se časem nesnižuje, reflexní vrstva netrpí korozí vlivem podmínek venkovního prostředí, ani oděrem během montáže.

### *Přednosti:*

- střecha s JUTADACHEM 160 RF poskytuje skvělou ochranu před vnějšími vlivy a přispívá k tepelné stabilitě interiéru během období působení vysokých venkovních teplot
- odvádí vodní páry z konstrukce ven, vytváří uzavřený systém pro tepelnou izolaci, která je chráněna před deštěm, sněhem, prachem a vlhkostí
- vhodná pro instalaci v šikmých střešních systémech skládaných pálených, betonových, vláknocementových, keramických a břidlicových krytin
- nepodléhá hnilobě, plísní apod.
- je zdravotně nezávadný
- minimální možný sklon střechy je 17° (po konzultaci s technikem spol. JUTA je možný i nižší sklon)



### 5.1.2 Skladba obvodové stěny



Obr. 16 Skladba obvodové stěny

#### **Popis konstrukce**

**Nosná konstrukce** – tvoří ji sloupky, spodní a horní rám z KVH hranolů o rozměru 60 x 120 mm. Osová vzdálenost sloupků je 625 mm. Spoje dřevěných prvků stěny jsou pomocí vysokopevnostních vrutů se zápusťnou hlavou a samovrtnou špičkou SCH (8 x 160 mm). Uložení spodního rámu (prahu) na základovou desku je pomocí konvexních kotev FAZ (12/50/148 - M12).

**Tepelná izolace** – je tvořena izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL PROFI tl. 120 mm, které jsou vkládány mezi sloupky. Ze strany interiéru se použije PE folie Knauf LDS 100, spoje a netěsnosti budou přelepeny parotěsnou páskou.

**Opláštění** – je tvořeno ze sádrovláknitých desek FERMACELL (12,5 x 2500 x 1250 mm), které jsou ke sloupkům přisponkovány pomocí ocelových sponek o rozměru 1,5 x 10 x 42 mm.

**Termofasáda** – tvoří ji bílé izolační desky EPS Isover 100F, které jsou celoplošně lepeny disperzním lepidlem a kotveny ocelovými kotvícími hmoždinkami do nosné konstrukce.

**Povrchová úprava** – v interiéru bude sádrovláknitá deska zatmelena jemným vrchním tmelem a po obroušení natřena libovolnou barvou lazury. Ze strany exteriéru bude na

EPS lepicí stěrka se sklotextilní armovací síťovinou a na ní nanesena tenkovrstvá silikonová škrábaná omítka žluté barvy tl. 2 mm.

### Tepelně technické posouzení konstrukce

Pro skladbu obvodové stěny a návrhových hodnot venkovní teploty  $T_e = -15\text{ °C}$  a teploty vnitřního vzduchu  $T_{ai} = 20,6\text{ °C}$  vychází následující hodnoty:

#### *Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946*

- Tepelný odpor konstrukce R:  $4,922\text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- Součinitel prostupu tepla konstrukce U:  **$0,196\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$**

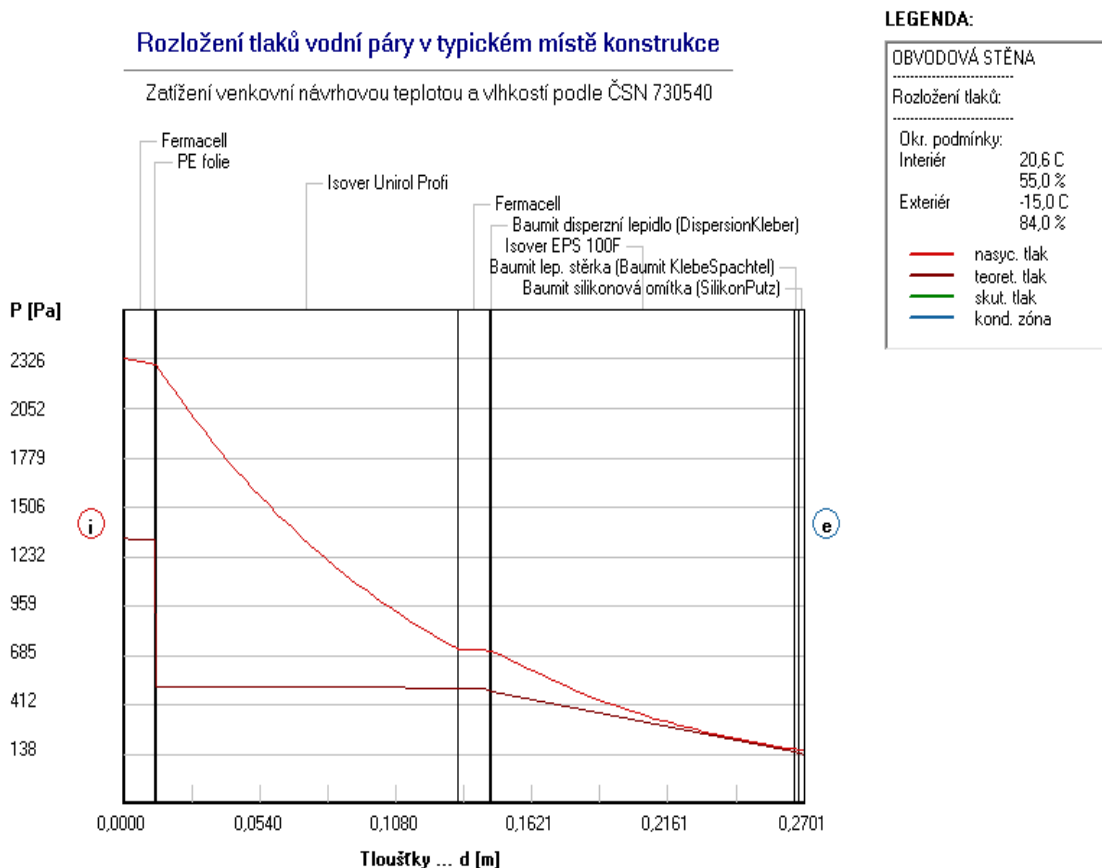
#### *Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788*

- Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$ :  $18,89\text{ °C}$
- Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$ :  $0,952$

#### *Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788*

- V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

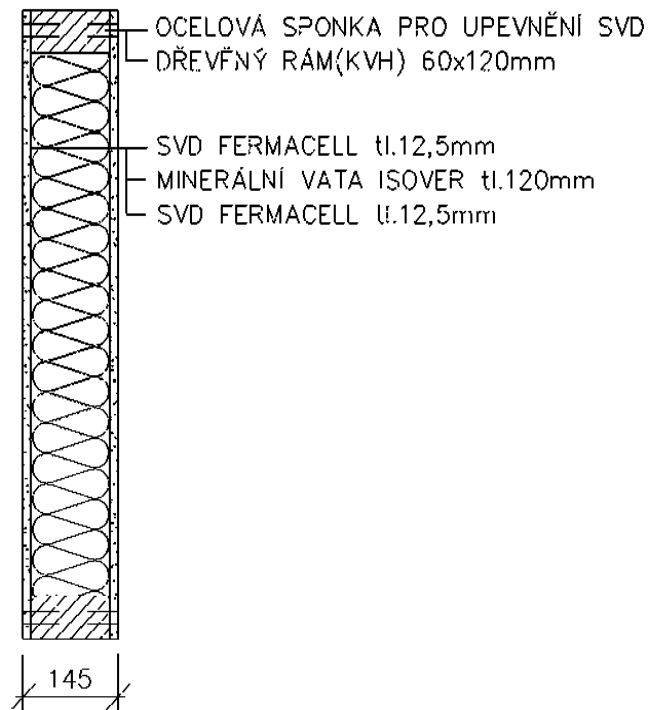
Podrobnější výsledky výpočtu hodnocené konstrukce jsou v příloze č. 1.



Graf č.1 Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci obvodové stěny

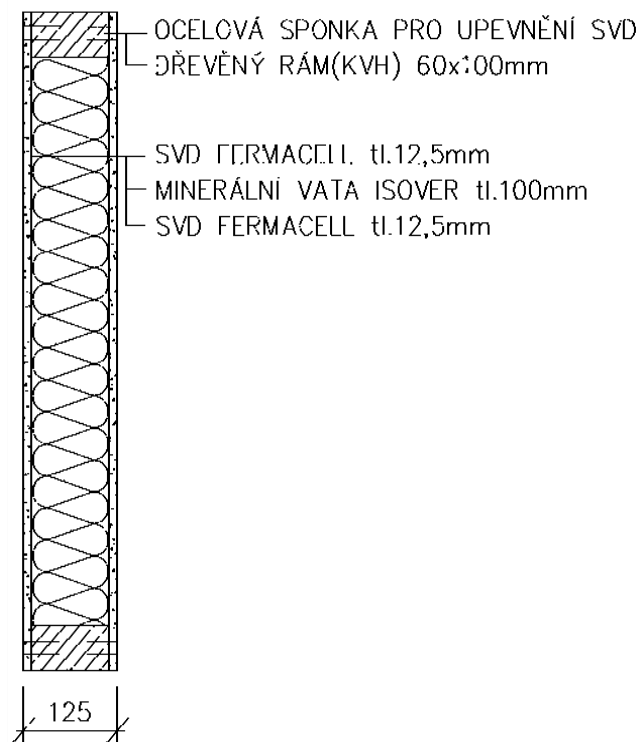
### 5.1.3 Skladba vnitřních stěn a příček

#### Nosná příčka:



Obr. 17 Skladba nosné příčky

#### Nenosná příčka:



Obr. 18 Skladba nenosné příčky

### **Popis konstrukce**

**Nosná konstrukce** - tvoří ji sloupky, spodní a horní rám z KVH hranolů o rozměru 60 x 120 (60 x 100) mm. Osová vzdálenost sloupků je 625 mm. Spoje dřevěných prvků stěny jsou pomocí vysokopevnostních vrutů se zápusťnou hlavou a samovrtnou špičkou SCH (8 x 160 mm).

**Tepelná izolace** - je tvořena izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL PROFI tl. 120(100) mm, které jsou vkládány mezi sloupky.

**Opláštění** - je tvořeno ze sádrovláknitých desek FERMACELL (12,5 x 2500 x 1250 mm), které jsou ke sloupkům přisponkovány pomocí ocelových sponek o rozměru 1,5 x 10 x 42 mm. Desky jsou z obou stran zatmeleny jemným vrchním tmelem a po obroušení může být použita libovolná barva lazury.

**Tepelně technické posouzení konstrukce** (u vnitřních stěn není nutné, je uvedeno jen pro zajímavost)

Pro skladbu vnitřních příček a návrhových hodnot venkovní teploty  $T_e = 21 \text{ °C}$  a teploty vnitřního vzduchu  $T_{ai} = 20 \text{ °C}$  vychází následující hodnoty:

#### ***Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946***

- Tepelný odpor konstrukce R:  $2,842 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  ( $2,436 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  – nenosná příčka)
- Součinitel prostupu tepla konstrukce U:  **$0,322 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  ( $0,371 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ )**

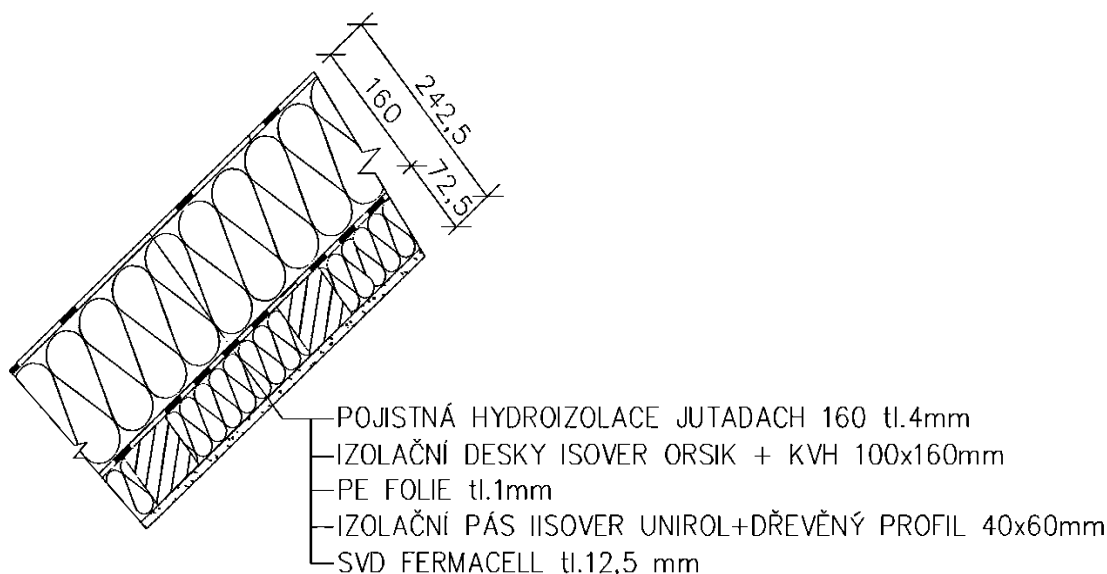
#### ***Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788***

- Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$ :  $20,63 \text{ °C}$  ( $20,09 \text{ °C}$ )
- Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$ :  $0,922$  ( $0,911$ )

#### ***Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788***

- V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### 5.1.4 Skladba střešního pláště



Obr. 19 Skladba střešního pláště

#### **Popis konstrukce**

**Nosné konstrukce** – hlavní nosnou konstrukcí jsou krokve o rozměru 100 x 160 mm a jejich osová vzdálenost je 1000 mm. Na krokve je ze strany exteriéru napnuta čtyřvrstvá pojistná hydroizolační membrána JUTADACH 160 RF, na kterou následují kontralatě a latě s rozměry 30 x 50 mm. Ze strany interiéru je pak osazena PE folie Knauf LDS 100.

**Střešní krytina** – je skládaná z betonových tašek BRAMAC Classic (330 x 420 mm) vínové barvy, laťování má osovou vzdálenost 300 mm.

**Tepelná izolace** – tepelná mezikrokevní izolace je tvořena izolačními deskami ORSIK tl. 160 mm, vyrobené z minerální plsti Isover.

**Podhled** – je tvořen laťovým roštem ze smrkových profilů o rozměru 50 x 70 mm s osovou vzdáleností 400 mm, s vloženými izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL, zaklopeny sádrovláknitou deskou FERMACELL tl. 12,5 mm.

#### **Tepelně technické posouzení konstrukce**

Pro skladbu střešního pláště a návrhových hodnot venkovní teploty  $T_e = -15 \text{ °C}$  a teploty vnitřního vzduchu  $T_{ai} = 20 \text{ °C}$  vychází následující hodnoty:

#### ***Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946***

- Tepelný odpor konstrukce R: 3,658 m<sup>2</sup>.K/W
- Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,263 W/m<sup>2</sup>.K

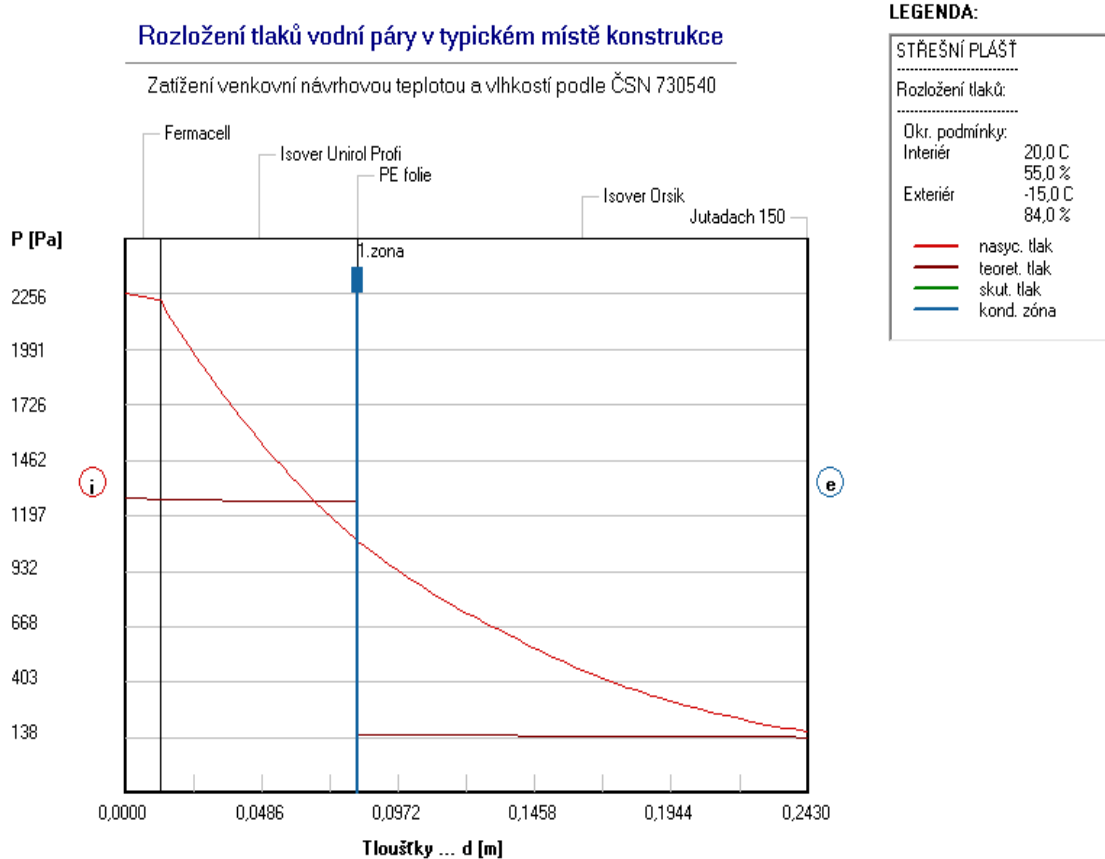
#### ***Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788***

- Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,i,p}$ : 17,78 °C
- Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$ : 0,937

### ***Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788***

- V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

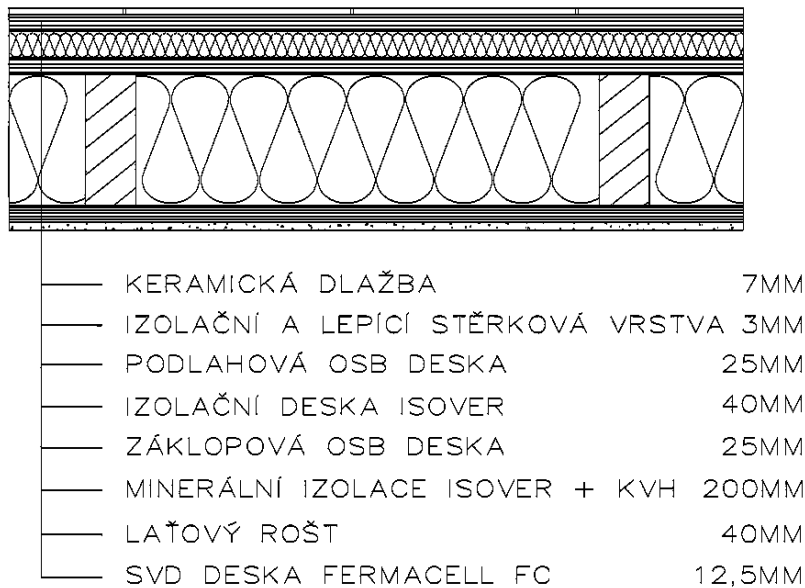
Podrobnější výsledky výpočtu hodnocené konstrukce jsou v příloze č. 2.



*Graf č. 2 Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci střešního pláště*

## 5.1.5 Skladba stropů

Strop 1.NP:



Obr. 20 Skladba stropu 1.NP (koupelna, WC, KK, zádveří)

### **Popis konstrukce**

**Nosná konstrukce** – tvoří ji nosníky z KVH hranolů s rozměry 60 x 200 mm a jejich osová vzdálenost je 625 mm. Uložení na nosnou stěnu pomocí vysokopevnostních vrutů se zápusťnou hlavou a samovrtnou špičkou SCH (8 x 160 mm, 8 x 240mm).

**Tepelná izolace** - je tvořena izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL PROFI tl. 200 mm, které jsou vkládány mezi nosníky.

**Podlahová plocha** – záklopem je dřevotřísková OSB/2 deska tl. 25 mm, která je ve skladbě podlahy navržena i jako kročejová vrstva v obou případech je spojení na pero a drážku. Zvukově izolační vrstvu tvoří izolační desky T-P vyrobené z minerální plsti Isover tl. 40 mm. Stěrková vrstva je tvořena flexibilním lepidlem Knauf Flexkleber tl. 3 mm a pochůznou plochu tvoří keramická dlažba.

**Podhled** - je tvořen laťovým roštem ze smrkových profilů o rozměru 40 x 40 mm s osovou vzdáleností 400 mm, s vloženými izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL, zaklopeny sádrovláknitou deskou FERMACELL tl. 12,5 mm pomocí ocelových sponek.

**Tepelně technické posouzení konstrukce** (u stropu v interiéru není nutné, ale je uvedeno jen pro zajímavost)

Pro skladbu stropu 1.NP a návrhových hodnot venkovní teploty  $T_e = 8,6 \text{ }^\circ\text{C}$  a teploty vnitřního vzduchu  $T_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  vychází následující hodnoty:

### ***Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946***

- Tepelný odpor konstrukce R: 4,356 m<sup>2</sup>.K/W
- Součinitel prostupu tepla konstrukce U: **0,221 W/m<sup>2</sup>.K**

### ***Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788***

- Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub>: 19,38 °C
- Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub>: 0,946

### ***Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788***

- V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### ***Strop podkroví:***



*Obr. 21 Skladba stropu podkroví*

### **Popis konstrukce**

**Nosná konstrukce** – je tvořena dvojicí kleštín 80 x 120 mm z KVH hranolů ukotvených pomocí ocelových svorníků (M20 x 260mm + hmoždinky bulldog) na krokve. Osová vzdálenost kleštín je 1000 mm.

**Tepelná izolace** - tvoří ji izolační desky ORSIK tl. 120 mm, vyrobené z minerální plsti Isover, které jsou vloženy mezi kleštiny. PE fólie Knauf LDS 100 je vložena ze strany interiéru a netěsnosti přelepeny parotěsnou páskou.

**Podhled** - je tvořen laťovým roštem ze smrkových profilů o rozměru 40 x 60 mm s osovou vzdáleností 400 mm, s vloženými izolačními pásy vyrobené ze skelné plsti Isover UNIROL, zaklopeny sádrovláknitou deskou FERMACELL tl. 12,5 mm pomocí ocelových sponek.

### **Tepelně technické posouzení konstrukce**

Pro skladbu stropu 1.NP a návrhových hodnot venkovní teploty T<sub>e</sub> = -15 °C a teploty vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> = 20 °C vychází následující hodnoty:



### ***Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946***

- Tepelný odpor konstrukce R: 3,091 m<sup>2</sup>.K/W
- Součinitel prostupu tepla konstrukce U: **0,304 W/m<sup>2</sup>.K**

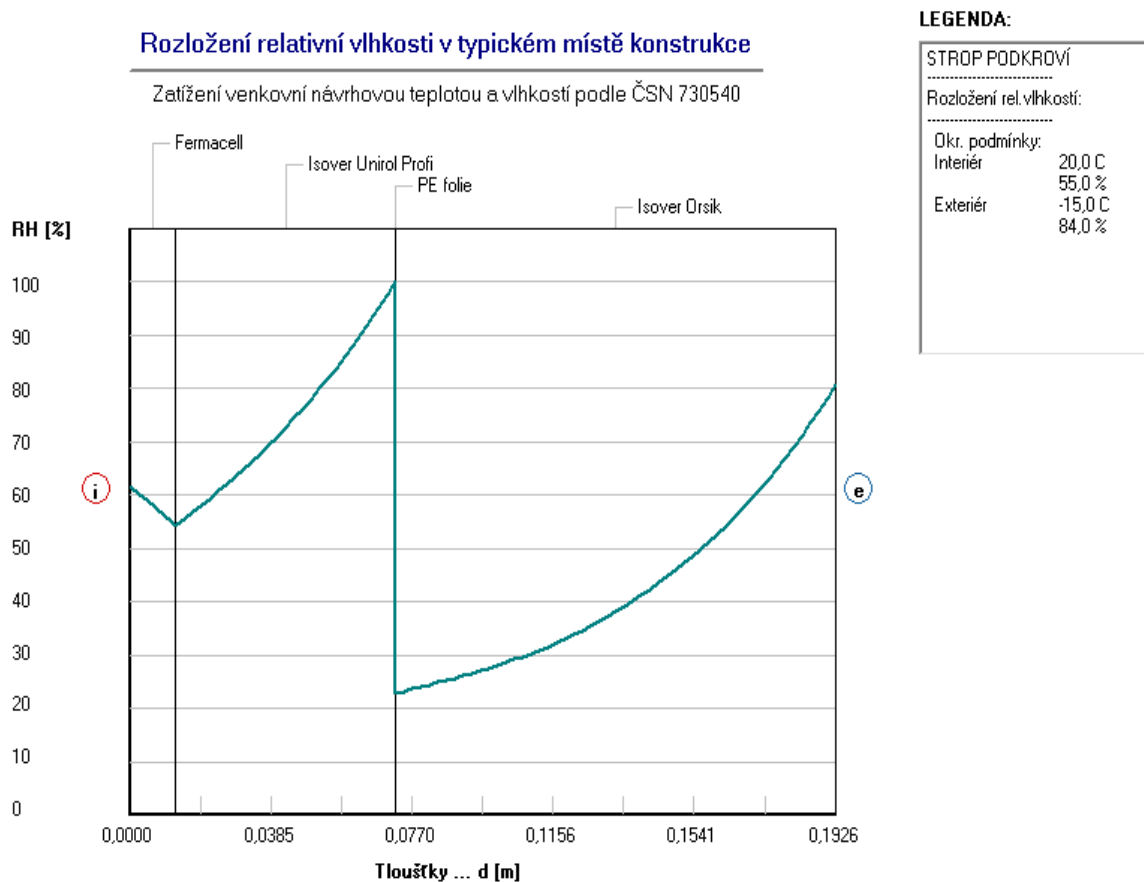
### ***Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788***

- Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub>: 17,46 °C
- Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub>: 0,927

### ***Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788***

- V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Podrobnější výsledky výpočtu hodnocené konstrukce jsou v příloze č. 3.



*Graf č. 3 Rozložení relativní vlhkosti v konstrukci stropu podkrovní*

## 5.2 Posouzení stavby z hlediska požární bezpečnosti staveb

### 5.2.1 Požární bezpečnost staveb

Rozvoj dřevostaveb v České republice vychází mimo jiné z požadavku realizovat co nejvíce nízkoenergetické stavby. Stále ale existuje široká veřejnost, která se dřevostaveb obává hlavně ve vztahu k požáru. Člověk si často neuvědomuje, že dřevo je vůči požáru dobře odolné, hlavně co se týče jeho pevnosti a tuhosti. Při požáru, na rozdíl od oceli, neztrácí tak rychle svou pevnost a tuhost. Zbytkový profil si ve většině případů zachovává své vlastnosti a je dále schopen přenášet zatížení. Naproti tomu ocel vlivem vysokých teplot velmi rychle ztrácí svou pevnost, až dojde k celkovému kolapsu konstrukce. (*www.drevostavitel.cz*)

Požární bezpečnost stavebních objektů je schopnost stavebních objektů bránit v případě požáru ztrátám na životech a zdraví osob, popř. zvířat a ztrátám majetku; dosahuje se jí vhodným urbanistickým začleněním objektu, jeho dispozičním, konstrukčním a materiálovým řešením nebo požárně bezpečnostními zařízeními a opatřeními. Požární bezpečnost staveb je tedy dána souhrnem předpisů, podle kterých se musíme řídit při návrhu a stavbě objektů. K tomu, aby se zabránilo ztrátám na životech a zdraví osob, zvířat a ztrátám na majetku, musí stavební objekty:

- při požáru umožnit bezpečnou evakuaci osob, zvířat a věcí na volné prostranství nebo do jiných požárem neohrožených prostorů;
- bránit šíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky v objektu;
- bránit šíření požáru mimo objekt;
- umožnit účinný zásah požárních jednotek při hašení a záchranných pracích.

Dřevo a dřevěné konstrukce bez dodatečných úprav lze zatřídit podle klasifikační normy ČSN EN 13501 z hlediska reakce na oheň do třídy D, E a F, tedy mezi materiály středně až lehce hořlavé, podle toho, o jaké dřevo se jedná. Dále na základě této klasifikace dřevěné konstrukční části obvykle řadíme do skupiny DP2 a DP3. (*RUSINOVÁ A KOL., 2006*)

### 5.2.2 Požární zpráva

#### **Situační, dispoziční a konstrukční řešení objektu**

Předmětem stavby je novostavba jednopodlažního rodinného domu s bytovou jednotkou v podkroví. Novostavba rodinného domu se nachází v katastrálním území Města Tišnov, v nově budované lokalitě pro bydlení. Lokalita stavby se nachází

v obytné zóně Na Honech, parcela č. 17. Nadmořská výška objektu 0,000 = 203,500 m n.m.B.p.v. Jedná se o dřevostavbu tvořenou rámovou konstrukcí opláštěnou sádrovláknitými pláštěm z FERMACELLU. Obvodový plášť je zateplen pomocí pěnového polystyrenu tl. 125 mm. Rodinný dům je zastřešen sedlovou střechou. Stavba je navržena do mírně svažitého terénu. Kapacita objektu je pro 3-4 osoby. Půdorysné rozměry objektu jsou 10 900 x 8 040 mm. Konstrukční výška 1.NP je 3 000 mm, světlá výška přízemí je 2 700 mm. Podkroví má světlou výšku 2 300 mm.

- Zastavěná plocha objektu: 87,64 m<sup>2</sup>
- Vnitřní užitná plocha: 77,7 m<sup>2</sup>
- Obestavěný prostor: 686,7 m<sup>2</sup>

Obytné místnosti objektu jsou osvětleny přirozeným osvětlením. Schodiště a WC v obou podlažích jsou osvětleny umělým osvětlením.

### **Posouzení požární bezpečnosti**

#### ***Požárně technické charakteristiky konstrukcí objektu***

Objekt je posuzován dle norem ČSN 73 0833 – Budovy pro bydlení a ubytování

ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost nevýrobních objektů

ČSN 73 0818 – Požární bezpečnost – obsazení objektu osobami

Objekt je zaříděn do skupiny budov OB1 dle ČSN 73 0833 – Budovy pro bydlení a ubytování (rodinné domy a rodinné rekreační objekty s nejvýše třemi obytnými buňkami, s jedním podzemním a s nejvýše třemi užitnými nadzemními podlažími (užitným nadzemním podlažím je i podkrovní prostor, je-li tam pokoj apod.) a nejvýše s celkovou půdorysnou plochou všech podlaží objektu do 600 m<sup>2</sup>.

- Požární výška objektu je rovna konstrukční výšce 3 000 mm.
- Požární riziko, představováno požárním výpočtovým zatížením je stanoveno dle přílohy B. ČSN 73 0802. Výpočtové požární zatížení  $p_v = 46,5 \text{ kg.m}^2$ .

#### ***Rozdělení objektu na požární úseky***

Objekt je posuzován jako jeden požární úsek. Požární úsek P1.1 – Veškeré prostory rodinného domu.

#### ***Výpočet požárního rizika a SPB***

Prostory požárního úseku P1.1 – rodinný dům (skupina OB1) – dle ČSN 73 0833 byl objekt dle článku 4.1.1 zařazen do II. stupně požární bezpečnosti.

#### ***Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí***

Pro II. SPB dle ČSN 73 0833 platí, že:

Tab. 6 Požadavky na požární odolnost konstrukcí ČSN 73 0810

Konstrukce		Požadované vlastnosti	Skutečné vlastnosti	Posouzení
Obvodové stěny	1.NP	REW 30+	REW 60 DP3	vyhovuje
	Podkroví	REW 15+	REW 60 DP3	vyhovuje
Nosné vnitřní konstrukce zajišťující stabilitu	1.NP	R 30	R 60 DP2	vyhovuje
	Podkroví	R 15	R 60 DP2	vyhovuje
Stropní konstrukce	1.NP	RE 30+	REI 60 DP2	vyhovuje
Nenosné konstrukce	1.NP	bez požadavků		
	Podkroví			

### *Únikové cesty*

Evakuace objektu je řešena nechráněnou únikovou cestou (NÚC). Cesta je vedena přes schodiště k zádveří a dále vchodovými dveřmi na otevřené prostranství. V budovách OB1 postačuje úniková cesta šířky 900mm a šířka dveří 800mm. Požadavek normy je splněn ve všech místnostech požárního úseku. Délka nechráněné únikové cesty se neposuzuje. Únikové cesty jsou vyhovující.

### *Stanovení odstupových vzdáleností*

Výpočet proveden dle ČSN 73 0802, tabulka F.1. - hodnoty odstupových vzdáleností d.

#### Fasáda SEVERNÍ:

$$S_{po} = 53,4 \text{ m}^2$$

$$h_u = 4,81 \text{ m}$$

$$l = 10,9 \text{ m}$$

$$S_p = 2,4 \text{ m}^2$$

$$p_o = 4,5\%$$

$$p_v = 46,5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \mathbf{d_1 = 1,4 \text{ m}}$$

V požárně nebezpečném prostoru je pouze zpevněná a zatravněná plocha a není v něm umístěn žádný stavební objekt.

#### Fasáda JIŽNÍ

$$S_{po} = 53,4 \text{ m}^2$$

$$h_u = 4,81 \text{ m}$$

$$l_u = 10,9 \text{ m}$$

$$S_p = 7,2 \text{ m}^2$$

$$p_o = 13,5\%$$

$$p_v = 46,5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \mathbf{d_1 = 1,4 \text{ m}}$$

V požárně nebezpečném prostoru je pouze zpevněná a zatravněná plocha a není v něm umístěn žádný stavební objekt.

#### Fasáda VÝCHODNÍ

$$S_{po} = 52,55 \text{ m}^2$$

$$h_u = 8,18 \text{ m}$$

$$l_u = 8,04 \text{ m}$$

$$S_p = 6,77 \text{ m}^2$$

$$p_o = 13\%$$

$$p_v = 46,5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \mathbf{d_1 = 1,9 \text{ m}}$$

V požárně nebezpečném prostoru je pouze zpevněná a zatravněná plocha a není v něm umístěn žádný stavební objekt.

#### Fasáda ZÁPADNÍ

$$S_{po} = 52,55 \text{ m}^2$$

$$h_u = 8,18 \text{ m}$$

$$l_u = 8,04 \text{ m}$$

$$S_p = 7,58 \text{ m}^2$$

$$p_o = 14,5 \%$$

$$p_v = 46,5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \mathbf{d_1 = 1,9 \text{ m}}$$

V požárně nebezpečném prostoru je pouze zpevněná a zatravněná plocha a není v něm umístěn žádný stavební objekt.

Požárně nebezpečný prostor od požárně otevřených ploch obvodových stěn může zasahovat do veřejného prostranství – parkových ploch, veřejné zeleně, ulice, chodníků pro pěší apod., v souladu s čl. 10.2.1 ČSN 73 0802.

Řešení požárně nebezpečného prostoru rodinného domu je v souladu s požadavky požární bezpečnosti.

#### Stavebně technická zařízení

Elektrická zařízení v objektu budou instalována v souladu se stanoveným prostředím, oprávněnou profesí s licenci a elektroinstalace bude revidována bez závad. Protokol o revizi elektrických zařízení v posuzovaných prostorách bude přiložen ke kolaudačnímu řízení objektu. Rozvody elektrické energie budou vedeny uvnitř

konstrukce. Objekt bude chráněn před bleskem dle ČSN 34 1390. Objekt nemusí být vybaven náhradním zdrojem proudu ani nouzovým osvětlením.

*Větrání* - Obytné místnosti budou odvětrány přirozeně okny a technické místnosti větracími průduchy z trub PVC v šachtovém prostoru. V kuchyni je zřízena digestoř pro odvod odpadního vzduchu větrací mřížkou ven z objektu.

*Vytápění* - Objekt bude vytápěn elektrickým přímotopným systémem a v plánu je zabudování dvou fotovoltaických panelů.

*Rozvod plynu* - HUP je ve skříňce v rámci oplocení a plyn bude přiveden do šachtového prostoru. Potrubí (materiál) musí splňuje platné normy.

### **Zařízení na protipožární zásah**

#### *Návrh počtu přenosných hasicích přístrojů*

V rodinném domě bude umístěn pouze jeden hasicí přístroj a to v technické místnosti.

Typ přístroje 183 B – práškový PG

#### *Požární voda*

*Vnitřní* - bez požadavků dle ČSN 730873

*Vnější* - ve vzdálenosti cca 30 m je situován podzemní hydrant DN 80 na vodovodním řádu DN 100. Vnější odběrní místo je umístěno za hranicí požárně nebezpečného prostoru posuzovaného objektu, požadovaný odběr  $Q_{min} = 4,0$  l/s, celkový přetlak ve vodovodní síti v dané oblasti min. 0,25 MPa.

#### *Přístupové komunikace, nástupní plochy*

Objekt je přístupný z místní zpevněné komunikace. Vzdálenost od této komunikace je 15 m. Nástupní plocha sloužící pro vedení protipožárního zásahu se zřizovat nemusí.

### **Požárně bezpečnostní řešení**

Požárně bezpečnostní zařízení (elektrická požární signalizace, samočinné stabilní hasicí zařízení a samočinné odvětrací zařízení) není nutno v rodinném domě instalovat.

### **Bezpečnostní značky a tabulky**

Není požadováno.

### **Závěr**

Konstrukce použité v objektu vyhovují předepsaným normám a splňují požadavky na požární bezpečnost. Konstrukce je nutno provést z materiálů s předepsanými požárními odolnostmi. Stavba může být provedena bez dalších změn a v souladu s vypracovanou projektovou dokumentací.

## 5.3 Soupis prací a dodávek s výkazem výměr

### Položkový rozpočet stavby

Cena celkem je bez DPH, podrobnější popis položek rozpočtu objektu je v příloze č. 4.

Tab. 7 Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu	Celkem (Kč)
1	Zemní práce	HSV	73 710,44
2	Základy a zvláštní zakládání	HSV	243 321,95
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV	158 943,95
4	Vodorovné konstrukce	HSV	56 782,25
43	Schodiště	HSV	426 219,11
6	Úpravy povrchu vnější	HSV	132 731,19
63	Podlahy a podlahové konstrukce	HSV	380 090,43
94	Lešení a stavební výtahy	HSV	21 634,20
10	Tepelné izolace	PSV	99 964,93
711	Izolace proti vodě	PSV	74 175,05
762	Konstrukce tesařské	PSV	104 322,12
764	Konstrukce klempířské	PSV	27 439,02
765	Krytiny tvrdé	PSV	42 912,00
766	Konstrukce truhlářské	PSV	223 944,86
781	Obklady keramické	PSV	25 589,93
784	Malby	PSV	10 712,84
			<b>2 102 494,27</b>

## **5.4 Průvodní a souhrnná technická zpráva**

### **A. Průvodní zpráva**

#### *1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE*

Název stavby: Rodinný dům v Tišnově, Na Honech 17

Katastrální území: Tišnov (okres Brno – venkov)

Místo stavby: Tišnov

Stupeň dokumentace: Realizační projekt

Investor a vlastník pozemku: manželé Jan a Jana Novákovi, Tišnov, Na Honech 99

Projektant: Tomáš Zdražil, Halasova 993, Tišnov

#### *1.1 VĚCNÉ A ČASOVÉ VAZBY STAVBY NA SOUVISEJÍCÍ A PODMIŇUJÍCÍ STAVBY*

Počátek výstavby je plánován na 5. měsíc roku 2016. Veškeré venkovní práce by měly být zhotoveny dříve, než bude období mrazů, tj. zhruba do konce 11. měsíce roku 2016. Ukončení stavebních prací je plánováno na 5. měsíc roku 2017.

#### *1.2 PŘEDPOKLÁDANÁ LHŮTA VÝSTAVBY*

Předpokládaná doba výstavby činí cca 1 rok.

#### *1.3 ÚDAJE O HODNOTĚ STAVBY BYTOVÉ*

Cenový odhad domu činí 2,8 mil. Kč.

### *2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE CHARAKTERIZUJÍCÍ STAVBU*

Investor si objednal realizační projekt novostavby rodinného domu s jednou bytovou jednotkou využívající i podkroví. Projekt byl vyhotoven na základě architektonické studie v souladu s urbanistickými regulativy města Tišnov.

#### *2.1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ STAVBY*

Stavební parcela č. 17 o celkové výměře 87,64 m<sup>2</sup> v katastrálním území Tišnov se nachází v obytné zóně „Na Honech“. Vjezd na pozemek je ze Sluneční ulice. Parcela je situována v mírně svažitém terénu (převýšení 0,5 m). Pozemek je zarostlý 4 ovocnými stromy a je ve vlastnictví investora. Sousední parcely 16 (vlastník Miroslav Dvořák), a 18 (vlastník Pavel Dlouhý), přilehlá komunikace 61/1. Základová půda je tvořena písčitojílovými hlínami pevné konzistence. V území nebylo zjištěno riziko pronikání radonu a v rámci geologického průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Pozemek je oplocen (dřevěný plot s ocelovými sloupky), u vjezdu je ve zděném pilířku pro napojení elektřiny přípojková skříň a elektroměrový rozvaděč se zásuvkovou skříní. Vodovod je napojen z uličního řadu do vodoměrné šachty na parcele (1,5 m od



oplocení). Inženýrské sítě jednotné kanalizace, plynu a telefonu jsou vedeny ve Sluneční ulici.

## *2.2 DODRŽENÍ OBECNÝCH POŽADAVKŮ NA VÝSTAVBU*

Objekt splňuje technické požadavky dle vyhlášky č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, dle vyhlášky č.501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území.

## *2.3 URBANISTICKÉ ŘEŠENÍ*

Objekt rodinného domu je situován v obytné zóně Tišnov - Na Honech. Poloha budovy je určena regulační uliční čarou. Podélná osa objektu je kolmá k ose komunikace (ul. Sluneční). Vjezd a pěší vstup je od komunikace oddělen pruhem zeleně. Objekt splňuje závazné pokyny zadané regulačním plánem.

## *2.4 ARCHITEKTONICKÉ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ*

Jedná se o samostatně stojící dům – izolovaný se sedlovou střechou. Půdorys objektu rodinného domu je v obdélníkovém tvaru. Budova je jednopodlažní s podkrovím. V prvním podlaží je navrženo zádveří, koupelna, technická místnost, samostatné WC, obývací pokoj s kuchyňským koutem a schodišťový prostor. V podkroví jsou navrženy 2 dětské pokoje, samostatné WC, ložnice a koupelna.

Nedílnou součástí stavby je zahradní úprava s oplocením a drobnou architekturou.

## *2.5 STAVEBNÍ A KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ*

Objekt je řešen jako dřevostavba rámové dřevěné konstrukce, sedlová střecha – krov dřevěný hambalkový, stropy v 1.NP dřevěné (dřevěné nosníky), schodiště dřevěné schodnicové, příčky dřevěné (dřevěné rámy + sádrovláknité desky). Podrobný popis viz. Stavebně technické řešení.

## *3. ČLENĚNÍ STAVBY*

Stavba je rozdělena na objekty: Rodinný dům, Komunikace, Oplocení, Zahradní úpravy. Součástí této práce je pouze objekt RD. Vazba na ostatní objekty je patrná v situaci a zastavovacím plánu.

## *4. VĚCNÉ A ČASOVÉ VAZBY STAVBY NA OKOLÍ A SOUVISEJÍCÍ INVESTICE*

Podmínkou ke kolaudaci je připojení objektu na inženýrské sítě. Dočasný zábor části komunikace a přilehlého zatravněného pásu při realizaci přípojek bud projednán se správci sítí a dopravně označen dle ČSN 018020. V rámci realizace musí být řešeno zachycení dešťové vody ze střechy a zpevněných ploch a její odvod do dešťové jímky

s přepadem napojeným na vsakovací drenáž. Stavební dvůr a dočasné skládky budou realizovány na stavebním pozemku. Na stavbě bude veden stavební deník a vykonáván pravidelný stavební dozor. Všichni pracovníci na stavbě budou proškoleni dle platných bezpečnostních předpisů.

#### *5. PÉČE O ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ*

Odpady vzniklé při realizaci stavby budou odvezeny na řízenou skládku. Vzhledem k charakteru stavby nebude životní prostředí provozem negativně ovlivněno. Dispoziční řešení, poloha a velikost oken, a obvodový plášť budovy jsou navrženy s ohledem na minimalizaci tepelných ztrát objektu.

#### *6. TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOVY*

*Kanalizace* – splaškové vody napojeny na veřejnou kanalizaci v ul. Sluneční, Dešťová voda svedena do jímky s přepadem napojeným na vsakovací drenáž pole. Materiál veškerých trubních rozvodů je z plastu.

*Vodovod* – napojení v místě stávající vodoměrné šachty. Rozvody jsou plastové s tepelnou izolací. Ohřev vody je pomocí elektrického kotle.

*Plynovod* – HUP je ve v plynoměrové skříňce umístěné v konstrukci oplocení.

*Vytápění* – elektrický přímotopný systém, v budoucnu uvažováno zabudování 2 termických fotovoltaických panelů.

*Elektroinstalace* – 230/400 V (přípojka napojena ve stávající elektroskříni v oplocení).

*Hromosvod* – klasické řešení.

## **B. Souhrnná technická zpráva**

### **1. Všeobecné informace**

*Název:* Rodinný dům

*Místo:* Tišnov, Na Honech 17

*Investor a uživatel:* Jan a Jana Novákovi, Tišnov, Na Honech 993

*Generální dodavatel stavby:* Dřevstav s. r. o, Hradčany u Tišnova

*Zastavěná plocha:* 87,64 m<sup>2</sup>

*Obestavěný prostor:* 686,7 m<sup>3</sup>

### **2. Základní údaje charakterizující stavbu**

Stručný popis urbanistického, architektonického, dispozičního a stavebního řešení je uveden v průvodní zprávě.

### **3. Stavebně technické řešení**

#### *a) ZEMNÍ PRÁCE*

Před zahájením výkopů bude v rozsahu pozemku objektu sejmuta ornice v tloušťce 350 mm. Uložena bude v rámci zařízení staveniště na oddělené skládce pro následnou úpravu terénu po dokončení stavby. Výkopové rýhy se provedou pro základové pasy objektu a budou svislé nezapažené do hloubky 850 mm. Předpokládá se zemina 3. třídy rozpojitelnosti podle ČSN 73 3050. Přebytková zemina se odveze na skládku určenou stavebním úřadem v Tišnově. Výkop základových pasů bude proveden strojně.

#### *b) ZÁKLADY*

Objekt bude založen plošně na železobetonové desce podporované základovými pasy. Základové pasy budou provedeny z prostého betonu C 12/15. Mezi ně bude provedena betonová mazanina z prostého betonu v tloušťce 150 mm jako podklad pro hydroizolaci. Na tento podklad bude provedena hydroizolace a na ni do bednění uložena výztužná ocel opatřená distančními kroužky. Zřízeny budou prostupy pro instalace a následně vybetonována železobetonová plošná deska z betonu C 16/20. Tloušťka železobetonové desky je 250 mm.

#### *c) SVISLÉ KONSTRUKCE*

Svislé nosné konstrukce jsou řešeny opláštěnou rámovou konstrukcí, sloupky rozměrů 60 x 120 mm, osově vzdálených 625 mm. Výplň prostoru mezi sloupky rámové konstrukce bude zajištěna minerální vatou Isover v tloušťce 120 mm. Rámová konstrukce bude oboustranně opláštěná konstrukční sádrovláknitou deskou tloušťky 12,5 mm. Lepší tepelně technické vlastnosti zajistí EPS (pěnový polystyren) desky

tloušťky 120 mm, které jsou celoplošně přilepeny a ukotveny kotvícími hmoždinkami za pomoci sádrovláknité desky tloušťky 12,5 mm ze strany exteriéru. Na SVD desce je potom pomocí výztužné síťoviny natažena tenkovrstvá silikonová škrábaná omítka tloušťky 5 mm. Celková tloušťka obvodové stěny je 270 mm. Konstrukci střední nosné stěny tvoří táž rámová konstrukce oboustranně opláštěna konstrukční SVD deskou tloušťky 12,5 mm. Celková tloušťka střední nosné stěny je 145 mm. Příčky budou konstrukčně řešeny rámovou konstrukcí sloupků rozměrů 60 x 100 mm a oboustranně opláštěny SVD deskou tloušťky 12,5 mm.

#### *d) VODOROVNÉ KONSTRUKCE*

Dřevěná stropní konstrukce je navržena z dřevěných nosníků 60x200 mm. Uložení na nosnou stěnu je pomocí vysokopevnostních vrtů se zápusťnou hlavou a samovrtnou špičkou SCH (8 x 160(240) mm). Osová vzdálenost nosníků je 625 mm a proti klopení jsou opatřeny dřevěnými rozpěrami. Podhled je tvořen sádrovláknitými deskami tloušťky 12,5 mm připevněných na podkladní rošt. Mezi nosníky stropu je vložena minerální vata Isover tloušťky 200 mm. Konstrukci stropu a podlahy odděluje záklop tvořený dřevotřískovou OSB deskou tloušťky 25 mm. Celková tloušťka stropní konstrukce je 300 mm.

#### *e) SCHODIŠTĚ*

Schodiště je řešené jako dřevěné schodnicové dvojramenné s mezipodestou. Počet stupňů je 16. Obě ramena mají shodnou délku 1820 mm a mezipodesta má šířku 1280 mm. Šířka ramen je 1100 mm. Schodnice je po obou stranách a její rozměry jsou 80x350x1920 mm. Kotvení schodnice je do podestové desky. Schodišťové stupně jsou dřevěné bez podstupnic, a jejich dubové stupnice mají rozměr 50 x 260 mm. Zábradlí se skládá z dřevěných sloupků o rozměru 50 x 50 mm upevněných z boku do schodnice a dřevěného madla o rozměru 50 x 50 mm a má výšku 1000 mm.

#### *f) ZASTŘEŠENÍ*

Sedlová střecha řešená hambalkovou soustavou s osovou vzdáleností krokví 1000 mm stažených kleštinami. Kotvení pozednice a vaznice je pomocí ocelových úhelníků, a pozednice je ukotvena vruty SCH (8 x 160mm) do vrchního rámu stěny. Krytina je skládaná z betonových tašek BRAMAC Classic vínové barvy. Sklon střechy je 35°.

#### *g) ÚPRAVY POVRCHŮ*

Obklady v koupelně a na WC budou obloženy do světlé výšky 1800 mm, v kuchyni obklad od 600 do 800 mm světlé výšky. Parapety ve výšce 750 mm z důvodu menší konstrukční výšky a opatřeny dřevěnou parapetní deskou s melaminovou úpravou. Na

kontaktním zateplovacím systémem tvořeným EPS je nanášena lepicí stěrka se sklotextilní armovací síťovinou a na ní nanášena tenkovrstvá silikonová škrábaná omítka žluté barvy tl. 2 mm.

#### *h) VÝPLNĚ OTVORŮ*

Okna a balkonové dveře budou v provedení EURO Solid Comfort, zasklená čirým dvojsklem, otevírací a sklápěcí. Barva je transparentní. Okenní kování – polohovací Metal tube (polohování 45°, 90°, mikroventilace). Více viz. Výpisy prvků.

#### *i) HYDROIZOLACE*

Izolace proti zemi vlhkosti provedena na podkladní beton ve skladbě (penetrační nátěr, natavený asfaltový pás Sklobit). Součástí skladby obvodového pláště je parozábrana PE folie Knauf. V celé ploše střechy je vložena difuzní fólie Jutadach 160.

#### *j) IZOLACE TEPELNÉ*

V podlahách je navržena izolační deska Isover tloušťky 40 mm (vyjma podlahy v 1.NP, kde je 65 mm), mezi stropními nosníky navržena taktéž minerální vata Isover tloušťky 200 mm, stejně tak do konstrukce stěn minerální vata Isover tentokrát tloušťky 120 mm, tento produkt je také navržen jako tepelná izolace krovu, na kontaktní fasádní zateplovací systém je použit pěnový polystyren Isover tloušťky 120 mm.

#### *k) VÝROBKY TRUHLÁŘSKÉ, ZÁMEČNICKÉ A KLEMPÍŘSKÉ*

Viz. Výpisy prvků

#### *l) MALBA A NÁTĚRY*

Malba stěn a stropů 2x Primalex Plus. Odstín bude určen architektem interiéru.

#### *m) VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTÍ*

Je navrženo přirozeně otvory. V kuchyni je za pomoci digestoře odpadní vzduch odsáván větrací mřížkou ven z objektu. Na WC je odsávání větracími průduchy z trub PVC umístěných v šachtovém prostoru, které jsou vyvedeny nad střechu.

#### *n) VENKOVNÍ ÚPRAVY*

Fasádní nátěr je světle žlutý. Na přístupovém chodníku je zámková dlažba.

### **4. Mechanická odolnost a stabilita**

Použité materiály musejí mít platné certifikáty, kterými dokazují, že svými vlastnostmi splňují požadavky Stavebního zákona 183/2006, §156 Požadavky na stavby. Stavební práce musejí být prováděny taktéž podle platných norem.

### **5. Požární bezpečnost**

Objekt lze opustit při evakuaci hlavním vchodem, ze kterého je možno se dostat do bezpečné vzdálenosti od objektu. Pro příjezd a zásah hasičů je možno využít okolní veřejnou komunikace.

#### **6. Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí**

Stavba splňuje požadavky na hygienu i ochranu zdraví a životního prostředí dle Stavebního zákona č. 183/2006.

#### **7. Bezpečnost při užívání**

Užívání stavby musí být v souladu se Stavebním zákonem č. 183/2006.

#### **8. Ochrana proti hluku**

Ochrana proti hluku musí být zajištěna dle Vyhlášky 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby §14 Ochrana proti hluku a vibracím.

#### **9. Úspora energie a ochrana tepla**

Stavba a její zařízení pro vytápění (popř. chlazení a větrání) musí být navrženy a provedeny takovým způsobem, aby spotřeba energie při provozu byla nízká s ohledem na místní klimatické podmínky a požadavky uživatelů.

#### **10. Řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace**

Stavba není řešena pro užívání osob s omezenou schopností pohybu a orientace.

#### **11. Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí**

Na stavbě bude provedena celoplošná hydroizolace proti zemní vlhkosti. Izolace proti radonu není nutná. Agresivní vody nebyly v nejbližším okolí zaznamenány.

#### **12. Ochrana obyvatelstva**

Není v objektu řešena.

#### **13. Inženýrské stavby**

Nejsou součástí objektu.

#### **14. Výrobní a nevýrobní technologická zařízení staveb**

Není v objektu řešeno.

V Tišnově dne 15. 11. 2014

Vypracoval: Tomáš Zdražil

## 6 Diskuze

Z mého pohledu by bylo při realizaci rodinného domu sice vhodnější zvolit plnou prefabrikaci bez možnosti rapidních zásahů do konstrukcí, popřípadě stavět ve stupni dokončení „Na klíč“ s kompletní zárukou a garancí kvality všech provedených prací, ale pro správné posouzení a výběr je nezbytné, aby investor měl jasně stanovená kritéria a priority, které pomohou zvolit vhodnější cestu k realizaci domu (např. charakter, či dostupnost pozemku pro stavební mechanismy, možnostmi financování, potřebná lhůta realizace, potřeba improvizace během realizace, chuť na samostatné dokončení stavby, atd.)

Z porovnání navýšení investice při volbě energetického standardu se přikláním k energeticky úsporným stavbám, bez nutnosti použití drahých technických zařízení, které nejsou nijak podporovány ze strany státu, jako tomu bylo dříve formou dotačních programů. Když budu vycházet z hodnot, které vyšly při tepelně technickém posouzení v softwaru TEPLO, tak přes svoji malou tepelnou ztrátu představuje navržený nízkoenergetický dům z topenářského hlediska svébytnou a komplexní problematiku, kterou si myslím je vhodné dále rozvíjet. I z těchto důvodů jsem přesvědčen, že přímotopy, nebo-li konvektory, které jsou pro náš objekt navrženy budou vhodné a dostačující pro vytápění domu. Neboť jsou pořád nejrozšířenějším systémem elektrického vytápění, s jednoduchou instalací a nízkou pořizovací cenou.

Myslím, že popisem technologického postupu realizace dřevostavby bylo dosaženo mnou vytyčeného cíle.

## 7 Závěr

V diplomové práci je zpracována výrobní dokumentace pro realizaci stavby rodinného domu rámové dřevostavby staveništní montáží (two by four). Jedná se o dvoupodlažní objekt obdélníkového půdorysu se sedlovou střechou. Dokumentace je podrobně popsána pro vybranou difúzně uzavřenou konstrukci, která je vytvořena podle platných norem a splňovat určitá specifika s přihlédnutím na požadavky montážní firmy, přípravy staveniště, montážních a přepravních možností až po užívání objektu.

V textové části je popsán navrhovaný konstrukční systém. Následně byly vypracovány možnosti realizace a jejich hlavní zásady pro realizaci. Zpracována byla rovněž problematika technického zařízení budov.

V další části práce byly učiněny návrhy skladeb svislých, vodorovných a šikmých konstrukcí (obvodová stěna, vnitřní nosné a nenosné příčky, střešní plášť, strop v 1.NP a podkroví) pro řešený rodinný dům. Následně byly potřebné navržené skladby posouzeny na součinitel prostupu tepla „U“ v softwaru TEPLO 2014 od Svobody podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540. Výkresová část je doplněna o průvodní a souhrnnou technickou zprávu objektu. Výkresy z bakalářské práce byly doplněny, upřesněny a následně byly zhotoveny výrobní výkresy stěn a stropu 1.NP, sloužící jako podklad pro staveništní montáž.

Výsledkem diplomové práce je tedy vypracovaný technologický postup realizace rámové dřevostavby, který slouží jako podklad pro staveništní montáž (kompletace nosné kostry stěn s následným vztyčením a osazením, bez mechanizace za využití jejich současného vzájemného vázání a prostorového ztužení včetně následné montáže stropních a střešních konstrukcí). Konstrukce obvodových stěn je současně řešena vzhledem k nejlepšímu poměru tepelně technických vlastností a ceny. Proto důležitou částí práce bylo sestavení rozpočtu stavby, který byl vyhotoven v softwaru BUILDpower-S. Celková cena objektu rodinného domu dle rozpočtu včetně všech dodávek a montáží truhlářských výrobků vychází na 2 544 018 Kč s DPH. Na základě ČSN 73 0833 - Požární bezpečnost staveb, byla zpracována pro navržený rodinný dům požární zpráva objektu.

K tomuto výstupu patří i zhodnocení, že výstavba hrubé stavby určené k dokončení svépomocí, je složitým komplexem, který je vhodné volit od zkušeného dodavatele se zajištěním kvality stavby a její životnosti.



## 8 Summary

The thesis manufacturing documentation for the realization of building a house frame dřevostavby site assembly (two by four). It is a two-storey building of a rectangular ground plan with a gable roof. Documentation is described in detail for the selected diffusion-closed structure, which is designed according to current standards and meet certain specifics with regard to the requirements of installers, site preparation, assembly and transportation options to use the object.

The text part is described by the proposed construction system. Subsequently, developing options and implementation guidelines for their implementation. Processed was also the issue of building technology.

In the next section were made suggestions tracks vertical, horizontal and oblique structures (external walls, internal bearing and non-bearing walls, roof cladding, ceiling and attic in 1.NP) for designed family home. Subsequently, the necessary track designed assessed on the heat transfer coefficient "U" in the software TEPLO 2014 from freedom according to EN ISO 13788, EN ISO 6946, DIN 730540 and STN 730,540th Drawing part is complemented by an accompanying technical report and a summary of the object. Drawings of undergraduate work was completed, and subsequently refined manufacturing drawings were made of walls and ceilings, serving as a basis for site assembly.

The result of the thesis is elaborated technological progress of implementation of frame wooden houses, which serves as a basis for site assembly (assembly support frame, followed by erecting walls and shoulder, without mechanization, using their current mutual binding and spatial bracing including subsequent installation of floor and roof structures). Wall construction is also addressed with respect to the best ratio of thermal properties and prices. Therefore, an important part of the work was to build the construction budget, which was drawn up in software BUILDpower-S. Rate the family house according to the budget, including all the supply and installation of joinery products based on 2,544,018 CZK. On the basis of CSN 73 0833 - Fire safety of buildings, has been prepared for the proposed house fire report object.

This output includes an evaluation of that building construction site intended for completion by yourself is a complicated complex, which is suitable to choose from experienced contractor ensuring construction quality and battery life.

## 9 Seznam použité literatury a internetové zdroje

### Literatura

- VAVERKA, J. -- HAVÍŘOVÁ, Z. -- JINDRÁK, M. a kol. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 376 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- KOLB, J. *Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 320 s. ISBN 978-80-247-2275-7.
- HAVÍŘOVÁ, Z. *Dům ze dřeva*. 2. vyd. Brno: ERA, 2006. 99 s. Stavíme. ISBN 80-7366-060-1.
- ZAHRADNÍČEK, V. -- HORÁK, P. *Moderní dřevostavby*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007. 155 s. 21. století. ISBN 978-80-7366-109-0.
- RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 156 s. ISBN 978-80-247-3298-5.
- TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 195 s. ISBN 978-80-247-3832-1.
- VAVERKA, Jiří. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Vyd. 1. Brno: Vutium, 2006, 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- ŘEHÁNEK, Jaroslav. *Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 247 s. ISBN 80-7169-582-3.
- RUSINOVÁ, Marie, Táňa JURÁKOVÁ a Markéta SEDLÁKOVÁ. *Požární bezpečnost staveb: modul M01 : požární bezpečnost staveb*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 177 s. ISBN 978-80-7204-511-2.

### Internetové zdroje

- |  |  |
|--|--|
| <a href="http://www.drevostavitel.cz">www.drevostavitel.cz</a>       | <a href="http://www.apinstalace.cz">www.apinstalace.cz</a> |
| <a href="http://www.tzb-info.cz">www.tzb-info.cz</a>                 | <a href="http://www.rts.cz">www.rts.cz</a>                 |
| <a href="http://www.svet-drevostavby.cz">www.svet-drevostavby.cz</a> | <a href="http://www.isover.cz">www.isover.cz</a>           |
| <a href="http://www.woodsistem.cz">www.woodsistem.cz</a>             | <a href="http://www.knauf.cz">www.knauf.cz</a>             |
| <a href="http://www.efel-drevostavby.cz">www.efel-drevostavby.cz</a> | <a href="http://www.kcad.cz">www.kcad.cz</a>               |
| <a href="http://www.drevoastavby.cz">www.drevoastavby.cz</a>         | <a href="http://www.baumit.cz">www.baumit.cz</a>           |
| <a href="http://www.abs-portal.cz">www.abs-portal.cz</a>             | <a href="http://www.jutadach.cz">www.jutadach.cz</a>       |
| <a href="http://www.istavitel.cz">www.istavitel.cz</a>               |  |
| <a href="http://www.isover.cz">www.isover.cz</a>                     |  |
| <a href="http://www.fermacell.cz">www.fermacell.cz</a>               |  |
| <a href="http://www.mta.cz">www.mta.cz</a>                           |  |

## 10 Seznam obrázků

*Obr. 1 Montáž rámu s jednostranným opláštěním na staveništi ([www.svet-drevostavby.cz](http://www.svet-drevostavby.cz))*

*Obr. 2 Výroba stěnového panelu pro rámovou dřevostavbu: dřevěný rám sestavený na ploše, vkládání izolace mezi stojky ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))*

*Obr. 3 Skladba stěny difúzně uzavřené konstrukce ([efel – dřevostavby.cz](http://efel-drevostavby.cz))*

*Obr. 4 Skladba stěny difúzně otevřené konstrukce ([efel – dřevostavby.cz](http://efel-drevostavby.cz))*

*Obr. 5 Aplikace parozábrany ([abs-portal.cz](http://abs-portal.cz))*

*Obr. 6 Správné a nevhodné uložení příčky na podlahovou konstrukci ([tzb-info.cz](http://tzb-info.cz))*

*Obr. 7 Schéma řízeného větrání v domě. Čerstvý vzduch je z venku a přes rekuperátor přiváděn do obytných místností. Pode dveřmi je odsáván zpět spolu se vzduchem z ostatních místností a opět přes rekuperátor ven. Zimní registr umožňuje vnější čistý vzduch v létě ochlazovat a v zimě naopak předehřívát. ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))*

*Obr. 8 Elektrický přímotop ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))*

*Obr. 9 Vodní okruh pro možnou instalaci při jedné kompaktní jednotce. Toto zapojení umožňuje přípravu TUV a vytápění podlahovým topením, radiátory, fan-coily v zimě, nebo přípravu chladicí vody pro klimatizaci v létě. ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))*

*Obr. 10 Klasické nízkoteplotní vodní podlahové vytápění v betonové zálivce ([tzb-info.cz](http://tzb-info.cz))*

*Obr. 11 Schéma solárního systému ([apinstalace.cz](http://apinstalace.cz))*

*Obr. 12 Schéma krbových kamen na pelety s teplovodním výměníkem ([apinstalace.cz](http://apinstalace.cz))*

*Obr. 13 Zadání skladby konstrukce včetně systematických tepelných mostů*

*Obr. 14 Okrajové podmínky výpočtu*

*Obr. 15 Zadávání položek do rozpočtu*

*Obr. 16 Skladba obvodové stěny*

*Obr. 17 Skladba nosné příčky*

*Obr. 18 Skladba nenosné příčky*

*Obr. 19 Skladba střešního pláště*

*Obr. 20 Skladba stropu 1.NP*

*Obr. 21 Skladba stropu podkrovní*

## **11 Seznam tabulek a grafů**

### **Seznam tabulek**

*Tabulka č. 1 Typy tepelně izolačních materiálů (www.woodsystm.cz)*

*Tabulka č. 2 Použití tepelně izolačních materiálů pro různé stavební konstrukce (www.istavitel.cz)*

*Tabulka č. 3 Mechanické vlastnosti KVH hranolů (www.mta.cz)*

*Tabulka č. 4 Charakteristické hodnoty SVD desek FERMACELL (www.fermacell.cz)*

*Tabulka č. 5 Mechanické vlastnosti desek OSB-2 dle ČSN EN 300 (www.mta.cz)*

*Tabulka č. 6 Požadavky na požární odolnost konstrukcí ČSN 73 0810*

*Tabulka č. 7 Rekapitulace dílů*

### **Seznam grafů**

*Graf č. 1 Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci obvodové stěny*

*Graf č. 2 Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci střešního pláště*

*Graf č. 3 Rozložení relativní vlhkosti v konstrukci stropu podkrovní*

## 12 Seznam výkresů

<i>Číslo přílohy</i>	<i>Název</i>	<i>Formát</i>	<i>Měřítko</i>
1.	Základy	A2	1:50
2.	Půdorys 1.NP	A2	1:50
3.	Půdorys 2.NP	A2	1:50
4.	Svislý řez	A2	1:50
5.	Strop 1.NP	A2	1:50
6.	Krov	A2	1:50
7.	Pohledy 1	A2	1:50
8.	Pohledy 2	A2	1:50
9.	Detail 1	A2	1:5
10.	Detail 2	A2	1:5
11.	Detail 3	A2	1:5
12.	Detail 4	A2	1:5
13.	Detail 5	A2	1:5
14.	Výpis truhlářských prvků	A2	
15.	Rozpis stěn 1.NP	A2	1:50
16.	Rozpis stěn 2.NP	A2	1:50
17.	Stěna 1	A2	1:50
18.	Stěna 2	A2	1:50
19.	Stěna 3	A2	1:50
20.	Stěna 4	A2	1:50
21.	Stěna 5	A2	1:50
22.	Stěna 6	A2	1:50
23.	Stěna 7	A3	1:50
24.	Stěna 8	A3	1:50
25.	Stěna 9	A3	1:50
26.	Stěna 10	A3	1:50
27.	Stěna 11	A2	1:50
28.	Stěna 12	A2	1:50
29.	Stěna 13	A2	1:50
30.	Stěna 14	A2	1:50
31.	Stěna 15	A2	1:50
32.	Stěna 16	A2	1:50
33.	Stěna 17	A3	1:50
34.	Stěna 18	A3	1:50
35.	Stěna 19	A3	1:50
36.	Stěna 20	A3	1:50
37.	Stěna 21	A2	1:50
38.	Stěna 22	A3	1:50
39.	Stěna 23	A2	1:50
40.	Stěna 24	A2	1:50

## **13 Seznam příloh**

*Příloha č. 1 Komplexní posouzení skladby obvodové stěny z hlediska šíření tepla a vodní páry*

*Příloha č. 2 Komplexní posouzení skladby střešního pláště z hlediska šíření tepla a vodní páry*

*Příloha č. 3 Komplexní posouzení skladby stropu v podkroví z hlediska šíření tepla a vodní páry*

*Příloha č. 4 Položkový rozpočet stavby*

# Příloha č. 1: Komplexní posouzení skladby obvodové stěny z hlediska šíření tepla a vodní páry

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplota 2014

Název úlohy : **Obvodová stěna**  
Zpracovatel : Tomáš Zdražil  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 5. 3. 2015

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
3	Isover Unirol+kvh	0,1200	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
4	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
5	Baumit disperz	0,0010	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
6	Isover EPS 100	0,1200	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
7	Baumit lep. st	0,0020	0,8000	920,0	1300,0	50,0	0.0000
8	Baumit silikon	0,0020	0,7000	920,0	1800,0	70,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	PE folie	---
3	Isover Unirol Profi + KVH 60/120mm	---
4	Fermacell	---
5	Baumit disperzní lepidlo (DispersionKleber)	---
6	Isover EPS 100F	---
7	Baumit lep. stěrka + sklotextilní síťovina (2mm)	---
8	Baumit silikonová omítka (SilikonPutz)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u <sub>23/80</sub> [%]	W <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	W <sub>m</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Redistribuce
1	Fermacell	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	PE folie	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Isover Unirol+kvh	---	0.00	0.00	0.00	ne

4	Fermacell	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Baumit disperz	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Isover EPS 100	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Baumit lep. st	---	0.00	0.00	0.00	ne
8	Baumit silikon	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	58.2	1411.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	20.6	59.0	1430.8	3.8	79.2	634.8
4	30	20.6	61.6	1493.9	9.0	76.8	881.2
5	31	20.6	66.2	1605.5	13.9	73.6	1168.3
6	30	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
7	31	20.6	72.1	1748.5	18.5	69.3	1475.1
8	31	20.6	71.7	1738.8	18.1	69.8	1448.9
9	30	20.6	66.7	1617.6	14.3	73.3	1194.1
10	31	20.6	61.6	1493.9	9.1	76.7	886.1
11	30	20.6	58.9	1428.4	3.5	79.3	622.3
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## **VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.922 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.196 W/m2K U<U<sub>N</sub>...VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m2K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.1E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 138.8  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 6.1 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.89 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>i</sub>,Rsi,p : **0.952**

Číslo Minimální požadované hodnoty při max. Vypočtené



měsíce	rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.5	0.952	58.9
2	15.5	0.758	12.1	0.593	19.6	0.952	61.9
3	15.8	0.711	12.3	0.507	19.8	0.952	62.0
4	16.4	0.640	13.0	0.342	20.0	0.952	63.8
5	17.6	0.547	14.1	0.026	20.3	0.952	67.5
6	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.952	70.9
7	18.9	0.202	15.4	-----	20.5	0.952	72.5
8	18.8	0.294	15.3	-----	20.5	0.952	72.2
9	17.7	0.537	14.2	-----	20.3	0.952	68.0
10	16.4	0.637	13.0	0.336	20.0	0.952	63.7
11	15.7	0.715	12.3	0.514	19.8	0.952	62.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.6	0.952	61.4

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
theta [C]:	19.9	19.7	19.7	2.3	2.1	2.1	-14.8	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1334	1325	514	507	498	490	152	146	138
p,sat [Pa]:	2326	2297	2296	723	713	712	168	168	168

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.125E-0008 kg/(m2.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2014**

## Příloha č. 2: Komplexní posouzení skladby střešního pláště z hlediska šíření tepla a vodní páry

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014

Název úlohy : **Střešní plášť**  
Zpracovatel : Tomáš Zdražil  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 5. 3. 2015

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	Isover Unirol+latě	0,0600	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
3	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
4	Isover Orsik+kvh	0,1600	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
5	Jutadach 150	0,0004	0,3900	1700,0	375,0	100,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	Isover Unirol Profi + laťový rošt 40/60mm	---
3	PE folie	---
4	Isover Orsik + KVH 100/160mm	---
5	Jutadach 150	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u <sub>23/80</sub> [%]	W <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	W <sub>m</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Redistribuce
1	Fermacell	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Isover Unirol+latě	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	PE folie	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Isover Orsik+kvh	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Jutadach 150	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u<sub>23/80</sub> je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W<sub>c</sub> je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W<sub>m</sub> je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Teplotný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	56.9	1329.7	-4.5	81.3	340.4
2	28	20.0	60.2	1406.8	-2.3	80.5	405.9
3	31	20.0	61.1	1427.9	1.8	79.2	550.6
4	30	20.0	63.7	1488.6	7.0	76.8	769.0
5	31	20.0	68.5	1600.8	11.9	73.6	1024.9
6	30	20.0	72.6	1696.6	15.0	70.9	1208.4
7	31	20.0	74.7	1745.7	16.5	69.3	1300.2
8	31	20.0	74.2	1734.0	16.1	69.8	1276.6
9	30	20.0	69.0	1612.5	12.3	73.3	1048.0
10	31	20.0	63.8	1491.0	7.1	76.7	773.3
11	30	20.0	61.0	1425.5	1.5	79.3	539.6
12	31	20.0	59.7	1395.2	-2.6	80.7	396.8

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 3.658 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.263 W/m2K U<U<sub>N</sub>...VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 7.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 64.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 2.1 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 17.78 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.937**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.6	0.780	11.2	0.641	18.4	0.937	62.7
2	15.5	0.798	12.1	0.644	18.6	0.937	65.7
3	15.7	0.765	12.3	0.576	18.8	0.937	65.6
4	16.4	0.721	12.9	0.455	19.2	0.937	67.0
5	17.5	0.693	14.0	0.263	19.5	0.937	70.7
6	18.4	0.688	14.9	-----	19.7	0.937	74.0
7	18.9	0.685	15.4	-----	19.8	0.937	75.7

8	18.8	0.690	15.3	-----	19.8	0.937	75.3
9	17.6	0.693	14.1	0.239	19.5	0.937	71.1
10	16.4	0.721	12.9	0.453	19.2	0.937	67.1
11	15.7	0.767	12.3	0.581	18.8	0.937	65.6
12	15.4	0.795	11.9	0.643	18.6	0.937	65.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

<u>rozhraní:</u>	<u>i</u>	<u>1-2</u>	<u>2-3</u>	<u>3-4</u>	<u>4-5</u>	<u>e</u>
theta [C]:	19.4	19.2	8.1	8.1	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1285	1273	1267	154	141	138
p,sat [Pa]:	2256	2224	1079	1079	168	168

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

<u>Kond.zóna číslo</u>	<u>Hranice kondenzační zóny levá [m]</u>	<u>pravá</u>	<u>Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]</u>
1	0.0825	0.0825	1.645E-0007

#### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.1411 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **14.0111 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

#### Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2014**

### Příloha č. 3: Komplexní posouzení skladby stropu v podkroví z hlediska šíření tepla a vodní páry

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplota 2014**

Název úlohy : **Strop podkroví**  
Zpracovatel : Tomáš Zdražil  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 5. 3. 2015

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střeška dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	Isover Unirol+latě	0,0600	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
3	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
4	Isover Orsik+kvh	0,1200	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	Isover Unirol Profi + laťový rošt 40/60mm	---
3	PE folie	---
4	Isover Orsik + KVH 80/120mm	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### Doplňená skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u <sub>23/80</sub> [%]	W,c [kg/m <sup>2</sup> ]	W,m [kg/m <sup>2</sup> ]	Redistribuce
1	Fermacell	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Isover Unirol+latě	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	PE folie	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Isover Orsik +kvh	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u<sub>23/80</sub> je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$  : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	$T_{ai}$ [C]	$RHi$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$RHe$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31	20.0	56.9	1329.7	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.0	60.2	1406.8	-0.3	80.5	479.4
3	31	20.0	61.1	1427.9	3.8	79.2	634.8
4	30	20.0	63.7	1488.6	9.0	76.8	881.2
5	31	20.0	68.5	1600.8	13.9	73.6	1168.3
6	30	20.0	72.6	1696.6	17.0	70.9	1373.1
7	31	20.0	74.7	1745.7	18.5	69.3	1475.1
8	31	20.0	74.2	1734.0	18.1	69.8	1448.9
9	30	20.0	69.0	1612.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	20.0	63.8	1491.0	9.1	76.7	886.1
11	30	20.0	61.0	1425.5	3.5	79.3	622.3
12	31	20.0	59.7	1395.2	-0.6	80.7	468.9

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RHi$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RHe$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce  $R$  : 3.091 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.304 W/m<sup>2</sup>K**  $U < U_N$  ...**VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.32 / 0.35 / 0.40 / 0.50 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_pT$  : 7.8E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 50.2

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 1.5 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 17.46 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.927**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$				
1	14.6	0.760	11.2	0.609	18.4	0.927	63.0
2	15.5	0.778	12.1	0.609	18.5	0.927	66.0
3	15.7	0.736	12.3	0.523	18.8	0.927	65.7
4	16.4	0.670	12.9	0.356	19.2	0.927	66.9
5	17.5	0.593	14.0	0.021	19.6	0.927	70.4
6	18.4	0.480	14.9	-----	19.8	0.927	73.6
7	18.9	0.265	15.4	-----	19.9	0.927	75.2
8	18.8	0.363	15.3	-----	19.9	0.927	74.8
9	17.6	0.585	14.1	-----	19.6	0.927	70.8
10	16.4	0.669	12.9	0.352	19.2	0.927	67.0
11	15.7	0.739	12.3	0.531	18.8	0.927	65.7
12	15.4	0.775	11.9	0.608	18.5	0.927	65.5

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

<u>rozhraní:</u>	<u>i</u>	<u>1-2</u>	<u>2-3</u>	<u>3-4</u>	<u>e</u>
theta [C]:	19.3	19.0	7.1	7.1	-14.3
p [Pa]:	1285	1273	1268	148	138
p,sat [Pa]:	2236	2197	1009	1009	176

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

<u>Kond.zóna číslo</u>	<u>Hranice kondenzační zóny levá [m]</u>	<u>pravá</u>	<u>Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]</u>
1	0.0725	0.0725	2.360E-0007

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.2411 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **13.7618 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2014**

