

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

Diplomová práce

**KIMATICKY NEUTRÁLNÍ RODINNÝ DŮM**

CLIMATE NEUTRAL FAMILY HOUSE

Autor: Barbora Dvořáková

Vedoucí práce: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.

Praha 2018

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE****I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE**

Příjmení: Dvořáková Jméno: Barbora Osobní číslo: 409661  
Zadávající katedra: K124  
Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor: Budovy a prostředí

**II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI**

Název diplomové práce: Klimaticky neutrální rodinný dům

Název diplomové práce anglicky: Climate neutral family house

Pokyny pro vypracování:

Cílem práce je vypracovat stručnou rešerši klimatických cílů, aplikovat je na podmínky ČR a na základě toho stanovit emisní požadavky na novostavbu rodinného domu ve dvou konstrukčních variantách. Následně navrhnout energetický koncept domu tak, aby požadavek splnil, nebo se mu aspoň přibližoval. Může se jednat o existující návrh, který se bude upravovat, nebo může návrh vzniknout v rámci práce.

1. Rešerše klimatických cílů a závazků
2. Stanovení emisních požadavků na typický rodinný dům
3. Studie rodinného domu
4. Energetický koncept domu ve dvou konstrukčních variantách
5. Vypracování základní výkresové dokumentace
6. Porovnání variant a diskuse, zda je možné dosáhnout klimatických cílů, a co to bude znamenat pro výstavbu rodinných domů v ČR

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2017 Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

*Údaj uveďte v souladu s datem výkresovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

**III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ**

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

2. 10. 2017  
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. Antonína Lupiška, Ph.D. a informace jsem čerpala z uvedené literatury.

V Praze dne 5.1.2018

Barbora Dvořáková

Ráda bych poděkovala Ing. Antonínu Lupíškovi, Ph.D za pozitivní přístup při vedení diplomové práce a cenné připomínky při zpracování. Mé poděkování též patří mým rodičům, kteří mi poskytli vhodné podmínky ke studiu a vždy mě plně podporovali.

## **Abstrakt**

Diplomová práce je zaměřena na environmentální posouzení a návrh rodinného domu z hlediska potenciálu globálního oteplování. Předmětem práce je stanovení emisních požadavků na novostavbu rodinného domu, který by neovlivňoval svou stavbou a provozem klimatické změny. Další náplní práce je návrh stavebně energetického konceptu domu tak, aby požadavek splnil, nebo se mu alespoň přibližoval. Závěr práce tvoří porovnání a vyhodnocení posuzovaných variant. Součástí práce jsou výpočty energetické bilance budovy a výkresová část.

## **Klíčová stavba**

Rodinný dům, klimatické změny, potenciál globálního oteplování, energetická bilance, fáze výstavby, fáze provozu, environmentální posouzení

## **Summary**

The thesis is focused on environmental assessment and design of a family house in terms of global warming potential. The subject of the thesis is the determination of a new family house which not affect climate change by its construction and usage. Another purpose of the thesis is the design of the building energy concept of the house which fulfills or at least approaches the requirement. Finally, I compare and evaluate the variants. Part of the thesis is calculations of the energy balance and the drawing part.

## **Klíčová stavba**

Family house, climate change, global warming potential, energy balance, construction phase, operational phase, environmental assessment

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
1.1 Cíl práce .....	8
<b>2 Úvod do problematiky</b> .....	<b>9</b>
2.1 Globální oteplování .....	9
2.2 Skleníkové plyny .....	10
2.2.1 Emise skleníkových plynů .....	11
2.3 Udržitelná výstavba budov .....	12
2.3.1 Nástroje pro hodnocení dopadu na životní prostředí .....	13
2.4 Klimatické cíle a závazky .....	13
<b>3 Metodika a vstupní údaje</b> .....	<b>14</b>
3.1 Stanovení emisních požadavků na typický RD .....	15
<b>4 Řešený rodinný dům</b> .....	<b>17</b>
4.1 RD Rýmařov .....	17
4.2 Popis řešeného RD – KUBIS 631 .....	17
4.2.1 Základová konstrukce .....	19
4.2.2 Podlaha na zemině .....	20
4.2.3 Svislé konstrukce .....	20
4.2.4 Vodorovné konstrukce-strop nad přízemím .....	22
4.2.5 Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť .....	22
4.2.6 Tepelně izolační vlastnosti obálky budovy .....	23
4.3 Energetická koncepce budovy .....	26
<b>5 Energetická analýza budovy</b> .....	<b>27</b>
5.1 Výpočet potřeby tepla na vytápění .....	27
5.1.1 Tepelné ztráty .....	28
5.1.2 Využitelné tepelné zisky .....	29
5.2 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody .....	31
5.3 Výpočet dodané elektrické energie na osvětlení .....	31
5.4 Výpočet potřeby pomocné energie .....	32
5.5 Celková potřeba tepla a energie domu .....	32
<b>6 Environmentální posouzení objektu</b> .....	<b>33</b>
6.1 Fáze výstavby .....	33

6.2 Fáze provozu .....	35
6.3 Celková hodnota potenciálu globálního oteplování pro rodinný dům .....	37
<b>7 Vyhodnocení a návrh opatření.....</b>	<b>38</b>
7.1 Vyhodnocení stávajícího stavu.....	38
7.2 Návrh opatření .....	39
7.2.1 Provozní opatření .....	39
7.2.2 Stavební opatření .....	42
7.3 Environmentální vyhodnocení opatření .....	45
7.3.1 Fáze výstavby.....	45
7.3.2 Fáze provozu.....	46
7.4 Vyhodnocení a porovnání variant .....	47
7.5 Zjednodušení výpočtu .....	48
<b>8 Závěr.....</b>	<b>50</b>
<b>9 Seznam zdrojů.....</b>	<b>51</b>
<b>10 Seznam obrázků .....</b>	<b>54</b>
<b>11 Seznam tabulek.....</b>	<b>54</b>
<b>12 Seznam grafů .....</b>	<b>55</b>
<b>13 Seznam použitých softwarů .....</b>	<b>55</b>
<b>14 Seznam příloh .....</b>	<b>55</b>

# 1 Úvod

*„Změna klimatu, její dopady a nutnost reakce představují jedno z klíčových témat současné environmentální politiky.*

*Globální oteplování s sebou přináší řadu negativních projevů v oblasti životního prostředí a fungování ekosystémů, včetně dopadů na oblasti jako je vodní hospodářství, zemědělství, lesní hospodářství a zvyšování hladin moří a oceánů, apod. Všechny tyto dopady ve svých důsledcích představují značné náklady, které mají i nezanedbatelný ekonomický efekt.*

*Na základě modelů zabývajících se projekcemi dalšího vývoje změny klimatu je odhadován nárůst globální teploty do konce 21. století o 1,1 – 6,4 °C, v závislosti na scénáři vývoje. Pokud se tyto projekce naplní, bude se jednat o nejvýznamnější a nejrychlejší nárůst za posledních 10 000 let." [1]*

Aby byl dopad těchto rizik zmírněn, a má-li se globální růst povrchové teploty Země udržet pod hranicí 2 °C, je potřeba výrazně snížit produkci emisí skleníkových plynů. Vzhledem k tomu, že stavebnictví se na produkci těchto emisí výrazně podílí, mělo by přispět k jejich redukci.

## 1.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vypracovat stručnou rešerši klimatických cílů, aplikovat je na podmínky ČR a na základě toho stanovit emisní požadavky na novostavbu rodinného domu. Následně navrhnout stavebně-energetický koncept domu tak, aby požadavek splnil, nebo se mu aspoň přibližoval. Součástí práce jsou výpočty a analýzy energetické bilance budovy a environmentálního dopadu budovy na životní prostředí.



## 2 Úvod do problematiky

Přestože klimatické změny na naší planetě probíhají po celou dobu existence planety, pravděpodobně neprobíhaly dosud tak rychle, jak v posledních desetiletí. Tyto změny tak mohou být způsobeny jak přirozenými faktory, tak vlivem lidské činnosti. Jedná se o rychlý nárůst emisí skleníkových plynů v atmosféře v důsledku industrializace, intenzivního využívání fosilních paliv a hospodaření s přírodními zdroji. Za další negativní lidskou činnost lze považovat odlesňování a rozšiřující se zastavování území [1]. Stavebnictví se podílí cca 40 % na celkové produkci emisí skleníkových plynů, především pak emisí CO<sub>2</sub> [2]. Tyto emise jsou totiž produkovány nejen provozem budov, resp. spotřebou energií, ale významný podíl tvoří tzv. emise svázané, které jsou spojeny s výstavbou objektů. Jsou to emise, které jsou produkovány v rámci použití jednotlivých konstrukčních prvků/materiálů, se zohledněním celého procesu od těžby surovin pro výrobu až po recyklaci a likvidaci konstrukčního prvku/konstrukce.

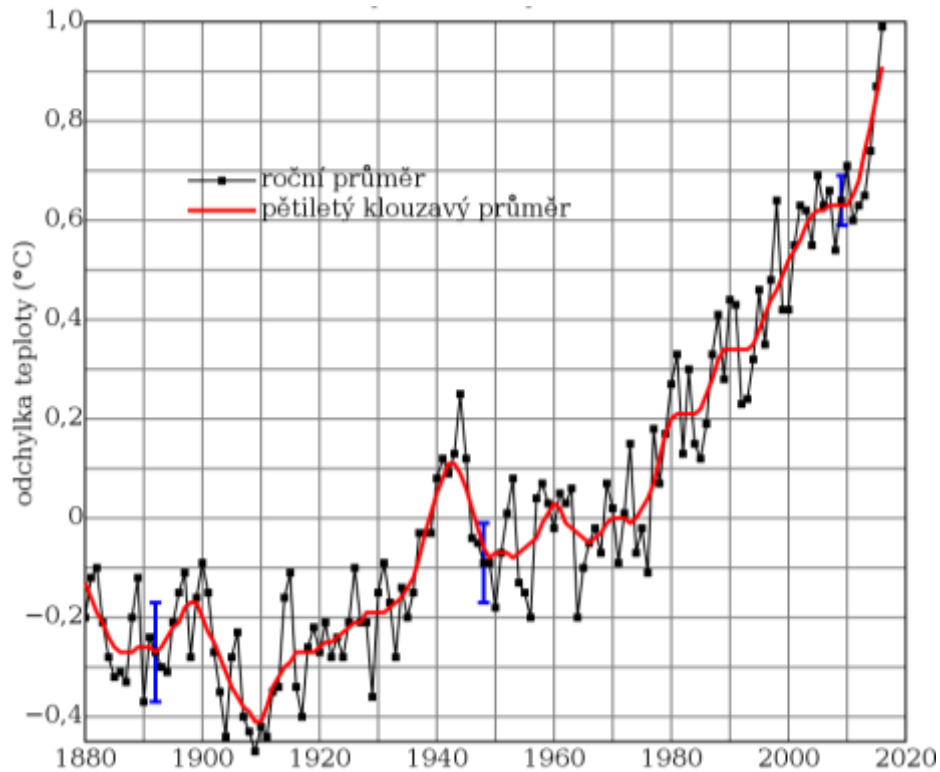
### 2.1 Globální oteplování

Globální oteplování je jedním z projevů změny klimatu spojeném se zvyšováním průměrné globální teploty. Nárůst globální teploty ale ve skutečnosti vyvolává změny v globální cirkulaci a tím způsobuje, že v některých oblastech může dojít i k ochlazení [3].

Teplota Země je určována rovnováhou mezi energií přicházející od Slunce a energií vyzařovanou. Velké množství skleníkových plynů v atmosféře však způsobí, že záření vyzařované od zemského povrchu je z části pohlcováno atmosférou a část energie se tak vrací zpět k zemskému povrchu, který se tak se spodní částí atmosféry ohřívá. Tento jev se označuje jako skleníkový efekt a plyny, které ho způsobují jsou nazývány skleníkové plyny [4].

Globální oteplování s sebou nese řadu hrozeb, které mohou mít projevy v mnoha oblastech. Již dnes můžeme pociťovat extrémní projevy počasí jako jsou povodně či naopak častější období sucha a lesní požáry. Ve městech, kde žije 80 % Evropanů, se častěji potýkáme s vlnami veder, záplavami nebo zvyšováním hladiny moří, přičemž města nejsou na tyto jevy dostatečně připravena [5].

Současná průměrná globální teplota je o 0,85°C vyšší než ke konci 19. století, přičemž za poslední tři desetiletí průměrná teplota stabilně stoupá [6].



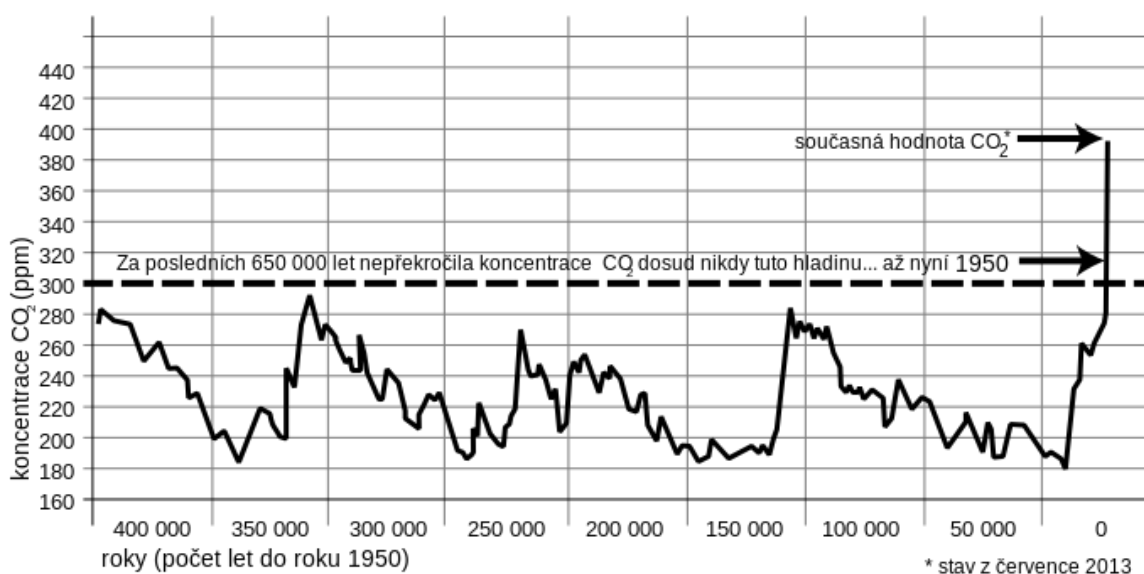
Obrázek 1: Globální střední teplota od r. 1880 do r. 2016, převzato z [7]

## 2.2 Skleníkové plyny

Jak bylo již zmíněno, skleníkové plyny jsou plyny, které způsobují skleníkový efekt. Přirozeně se vyskytující skleníkové plyny jsou pro život na Zemi ale nezbytné, pokud by totiž skleníkový efekt neexistoval, teplota zemského povrchu by byla pod bodem mrazu (cca o 33°C nižší). Skleníkové plyny přirozeného původu jsou vodní pára, oxid uhličitý a metan [4].

Globální oteplování je však přisuzováno stoupajícímu množství skleníkových plynů antropogenního původu tzv. vlivem lidské činnosti, která má i za následek výskyt nových skleníkových plynů, které v minulosti neexistovaly. Mezi antropogenní

skleníkové plyny řadíme oxid uhličitý, metan, oxid dusný, fluorované uhlovodíky, freony atd. [4].



Obrázek 2: Koncentrace atmosférického CO<sub>2</sub> za posledních 650 tisíc let, převzato z [7]

### 2.2.1 Emise skleníkových plynů

Emise skleníkových plynů se udávají jako ekvivalentní hmotnost emisí plynů, které přispívají ke klimatickým změnám, převedených na emise oxidu uhličitého. Hmotnosti emisí skleníkových plynů jsou převáděny pomocí tzv. charakterizačních faktorů, podle vlivu na skleníkový efekt vůči CO<sub>2</sub> [8]. Příklady látek ovlivňující klimatické změny a jejich charakterizační faktory jsou uvedeny v následující tabulce. Z hodnot lze vidět, že například metan má 28x vyšší vliv na skleníkový efekt než CO<sub>2</sub>.

Tabulka 1: Potenciál globálního oteplování vzhledem k CO<sub>2</sub> pro různé skleníkové plyny [9]

<i><b>název plynu</b></i>	<i><b>vzorec</b></i>	<i><b>GWP * pro časový horizont 100let</b></i>
<i>oxid uhličitý</i>	CO <sub>2</sub>	1
<i>metan</i>	CH <sub>4</sub>	28
<i>oxid dusný</i>	N <sub>2</sub> O	265
<i>tetrafluormetan</i>	CF <sub>4</sub>	11 100
<i>fluorid sírový</i>	SF <sub>6</sub>	23 500

\*GWP (global warming potential) = potenciál globálního oteplování

## 2.3 Udržitelná výstavba budov

V porovnání s jinými sektory průmyslu, stavebnictví a provoz všech produktů stavební činnosti ovlivňují mnohem více stav životního prostředí. Jedná se jak o velkou spotřebu přírodních zdrojů a znečišťování životního prostředí, tak o zastavování půdy stavebními objekty. Stavebnictví a jeho produkty jsou zodpovědné přibližně za 40 % produkce emisí skleníkových plynů a produkce pevných odpadů. Mělo by tak mít i velký potenciál k pozitivnímu ovlivnění udržitelného rozvoje společnosti. V současnosti vychází převládající tradiční výstavba z požadavků stavebníka, kdy se hledí hlavně na výši nákladů, čas potřebný k realizaci a kvalitu konstrukčního řešení, přičemž jsou opomínány dopady na životní prostředí. Udržitelná výstavba budov by měla vycházet z komplexnějších aspektů jako je zohlednění kvality životního prostředí, ekonomické efektivity i sociální a kulturní kvality funkce realizovaných staveb. Cílem takové výstavby je z environmentálního hlediska např. využívání obnovitelných zdrojů energie, využívání recyklovaných materiálů, snižování emisí skleníkových plynů svázaných s vlastní výstavbou a provozem budov, snižování spotřeby pitné vody a využití vody dešťové, využití tzv. brownfields, rekonstrukce budov a mnoho dalších. Takový přístup však vyžaduje určité změny v jak v konstrukčních řešení, tak i v pojetí architektury [2].

Zmíněná udržitelná výstavba vychází z uplatňování principů trvale udržitelného rozvoje, který je definován: „*Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystému*“. [Zákon o životním prostředí č.17/1992 Sb.]

Tím, že se pravděpodobně kvůli lidské činnosti zvyšuje teplota atmosféry a oceánů, což má za následek již uvedené dopady, není možné mluvit o tom, že bychom se chovali v souladu s udržitelným rozvojem společnosti. Proto by tyto principy měly být klíčovým vodítkem k budoucí výstavbě budov.

### **2.3.1 Nástroje pro hodnocení dopadu na životní prostředí**

K udržitelné výstavbě přispívají rozvíjející se nástroje pro ekologické hodnocení stavebních materiálů a staveb. Jejich metodika spočívá v posuzování vlivu produktu na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu. Tím jsou zohledněny procesy od těžby nerostných surovin přes dopravu, výrobu, užití až ke konečnému zpracování jako odpadu. Důležité jsou především emise do ovzduší, vody i půdy a spotřeba primární energie [6]. U nás jsou nejpoužívanějším nástrojem a databází SBToolCZ a Envimat. Další pomůckou pro výběr ekologického materiálu je označení Ekologicky šetrný výrobek a environmentální prohlášení o produktu.

### **2.4 Klimatické cíle a závazky**

Důsledky globálního oteplování zasáhnou různé oblasti světa s odlišnou intenzitou, nicméně se jedná o globální problém, který je třeba řešit spoluprací na mezinárodní úrovni [1]. Jelikož vědci předpokládají nárůst průměrné globální teploty o více než 2 °C než byla teplota v předindustriálním období, hrozí vyšší riziko, že nastanou až katastrofické změny v životním prostředí, proto se mezinárodní společenství shodlo na potřebných krocích k udržení teploty pod hranicí 2°C [6]. K tomuto rozhodnutí se dospělo na 21. konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (známá pod zkratkou COP21), která se konala na konci roku 2015 v Paříži. Podařilo se zde dosáhnout mezinárodní dohody mezi bezmála 200 státy o udržení globálního oteplování pod zmíněnou hranicí 2 °C a snahy směřovat k ještě nižšímu teplotnímu cíli 1,5 °C. Byly tak stanoveny nové závazky států po ukončení platnosti Kjótského protokolu v roce 2020. Evropská unie se zavázala snížit emise skleníkových plynů o 40 % do roku 2030 (oproti roku 1990). Zároveň si také klade dlouhodobý cíl na snížení emisí o 80 až 95 % do roku 2050. V současné době EU produkuje asi 7,3 tun CO<sub>2</sub> na osobu a rok, přičemž se Česká republika s 11 tunami na obyvatele a rok pohybuje výrazně nad průměrem EU [12].

### 3 Metodika a vstupní údaje

Cílem této práce je posouzení typického rodinného domu v rámci dopadu na životní prostředí v reakci na zmíněné závazky teplotního limitu pro globálního oteplování. Globální cíle pro dodržení limitu 2 stupňů Celsia popisuje The Emissions Gap Report 2016 [13]. Pro vyčíslení potenciálu klimatických změn se používají dva indikátory: emise skleníkových plynů, tedy hmotnost roční produkce plynů, které přispívají ke změně klimatu, vyjádřené pro globální účely obvykle v jednotce GtCO<sub>2e</sub>/rok a uhlíkový rozpočet [8]. Pro tuto diplomovou práci jsem si zvolila jako sledovaný indikátor první z uvedených, a to potenciál globálního oteplování (global warming potential), dále GWP. Důvodem výběru je, že jsem si pro získávání environmentálních dat zvolila výstupy z katalogu fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí pro novostavby a rekonstrukce – Envimat, které jsou uvedeny v rámci potenciálu globálního oteplování v jednotkách ekvivalentní hmotnosti emisí skleníkových plynů, tedy kgCO<sub>2,ekv</sub>.

Pro emise skleníkových plynů udává The Emissions Gap Report pro 66% a vyšší pravděpodobnost nepřekročení hranice 2 °C tyto limity:

do roku 2030: 42 GtCO<sub>2e</sub>/rok

do roku 2050: **23 GtCO<sub>2e</sub>/rok** [13]

Aby bylo možné zhodnotit, zda rodinný dům splňuje tyto požadavky, provedla jsem zjednodušený výpočet na určení doporučených hodnot kgCO<sub>2e</sub>/rok pro čtyřčlennou rodinu. Výpočet je uveden níže v kap. 3.1. Stanovení emisních požadavků na typický RD.

Výslednou hodnotu produkce emisí skleníkových plynů pro rodinný dům tvoří dvě hlavní složky. Jednou z nich jsou svázané emise skleníkových plynů, tzn. emise, které byly vyprodukovány při těžbě surovin na výrobu stavebních materiálů, jejich výrobě, dopravě, zabudování do stavby až po jejich recyklaci a likvidaci. Druhou hodnotou jsou emise, které jsou produkovány provozem budovy. Jedná se o emise skleníkových plynů, které vznikají při spotřebě energií na vytápění, ohřev teplé vody, osvětlení, mechanické větrání, úpravu vlhkosti a pomocné energie.

Pokud uvedené limity pro rodinný dům obývaný čtyřčlennou rodinou nevyhoví, provedu energetické, pravděpodobně i stavební opatření, aby byly výsledné hodnoty příznivé a alespoň se blížili stanoveným hodnotám. Opatření bude vycházet z provedených energetických analýz a environmentálního zhodnocení budovy.

### 3.1 Stanovení emisních požadavků na typický RD

Stanovení emisních požadavků na typický rodinný dům byl proveden zjednodušených výpočtem vycházející z hodnot emisí skleníkových plynů a celkovému počtu lidí na Zemi.

Z dokumentu The Emissions Gap Report byly převzaty hodnoty pro nepřekročení hranice 1,5 °C resp. 2 °C limity ekvivalentních hmotností emisí skleníkových plynů. Protože se tato práce vztahuje na novostavbu typického rodinného domu, pro stanovení limitů pro rodinný dům jsem zvolila referenční rok 2050. Tento rok jsem si určila z přesvědčení, že by novostavby obecně měly směřovat k dlouhodobým cílům, při jejich návrhu a následné výstavbě je totiž potenciál na snížení produkce emisí skleníkových plynů nejvyšší.

Pro prosté přepočítání podle počtu obyvatel jsem vycházela z údajů World Population Data Sheet 2017, podle kterých pro rok 2017 čítá světová populace 7,536 mil. lidí [14].

*Výpočet:*

<i>počet obyvatel (r.2017)</i>	<i>7 536 mil.</i>
<i>limity emisí CO<sub>2,ekv</sub> (r.2050)</i>	<i>23 GtCO<sub>2,ekv</sub>/rok = 23 000 mil. tCO<sub>2,ekv</sub>/rok</i>

*na osobu*

*emise CO<sub>2,ekv</sub>/os rok = limity emisí skleníkových plynů / počet obyvatel*

*emise CO<sub>2,ekv</sub>/os rok = 23 000 mil. tCO<sub>2,ekv</sub>/rok / 7 536 mil = **3,052 tCO<sub>2,ekv</sub>/rok***

Pro určení hodnoty vztažené na výstavbu a provoz budov pro bydlení vycházím ze studie Šance pro budovy, podle které byla pro rok 2014 celková produkce emisí skleníkových plynů pro Českou republiku 101,15 MtCO<sub>2</sub>, z toho 23,28 MtCO<sub>2</sub> bylo produkováno v rámci obytných budov. Přestože jsou tato data pro emise CO<sub>2</sub> a pro tuto

práci jsem volila jako sledovaný indikátor potenciál globálního oteplování uvažovala jsem zastoupení produkce ekvivalentních hmotností emisí skleníkových plynů pro obytné budovy ve stejném poměru a to 23 % z celkové produkce ČR.

Výpočet:

pro obytné budovy uvažováno 23 %

$emise\ CO_{2,ekv}/os\ rok\ pro\ obytné\ budovy = emise\ CO_{2,ekv}/os\ rok * 23\ %$

$emise\ CO_{2,ekv}/os\ rok\ pro\ obytné\ budovy = \mathbf{0,702\ tCO_{2,ekv}/rok}$

Protože uvažuji typický rodinný dům pro 4 osoby, jednoduchým vynásobením byla získána hodnota hranice GWP pro rodinný dům.

Výpočet:

rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu

$emise\ CO_{2,ekv}/RD\ rok = emise\ CO_{2,ekv}/os\ rok\ pro\ obytné\ budovy * 4\ osoby$

$emise\ CO_{2,ekv}/RD\ rok = \mathbf{2,808\ tCO_{2ekv}/rok = 2\ 808\ kgCO_{2ekv}/rok}$



## 4 Řešený rodinný dům

Pro svou diplomovou práci jsem si jako řešený objekt vybrala typový rodinný dům od společnosti RD Rýmařov. Zvolila jsem tento koncept i z důvodu, že je výstavba těchto domů v oblasti mého bydliště velmi rozšířená.

### 4.1 RD Rýmařov

RD Rýmařov s.r.o. je společnost, která je poslední dobou výrazně vyhledávána v oblasti montovaných typových domů. Specializuje se především na celkovou dodávku rodinných domů, což je budoucími obyvateli preferováno i z hlediska rychlosti výstavby. Jedná se o suchou a prefabrikovanou výstavbu na bázi dřevěných panelů [15].

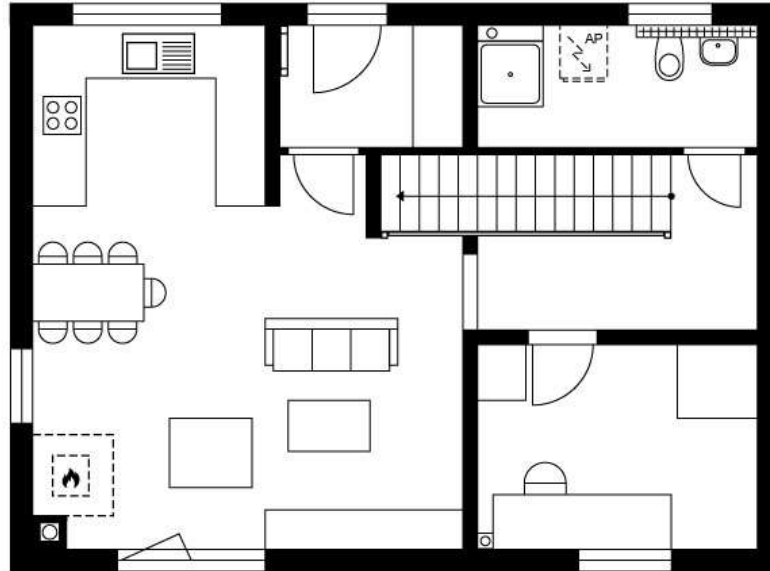
Konstrukční systém domů je založen na montovaném stěnovém systému ze sendvičových panelů. Jedná se o princip dřevěných sloupků/nosníků ztužených deskovým materiálem (sádrovláknité desek Fermacell, sádrokartonové desky, dřevotřískový záklop, atd.). Tepelným izolantem bývá minerální izolace umístěná mezi dřevěnými sloupky/nosníky. Fasádní tepelnou izolaci tvoří nejčastěji stabilizovaný šedý extrudovaný polystyren. Výhodou tohoto systému je malá tloušťka (a lehkost) konstrukcí s vlastnostmi nízkoenergetického domu. A jak společnost uvádí, výrobou panelů na automatických linkách zaručuje přesnost, která umožňuje realizovat dokončovací práce ve vysoké kvalitě. Dodávka jednotlivých částí konstrukce domu probíhá pomocí nákladní dopravy. Výstavba je prováděna montováním prefabrikovaných panelů kotvených k základové konstrukci. Svislé konstrukce jsou většinou kompletovány v celé délce stěny s integrovanou okenní výplní. Vodorovné a střešní konstrukce jsou též velkoformátové s rozměrovým omezením kvůli přepravě [15].

### 4.2 Popis řešeného RD – KUBIS 631

Při výběru studie rodinného domu jsem zvolila objekt, který je nabízen jako nejprodávanější a doporučen samotnou společností RD Rýmařov.

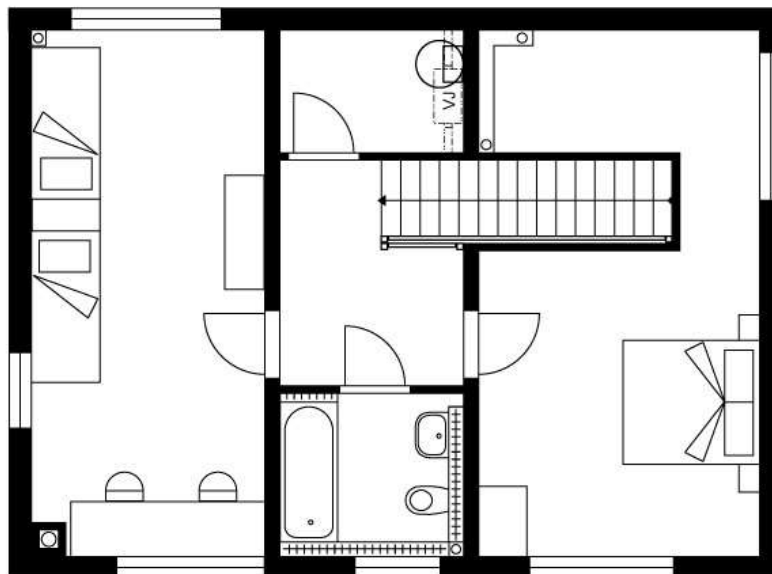
Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům obdélníkového půdorysu o dispozici 4+kk. Stavba je nepodsklepena a zastřešena sedlovou střechou. V přízemí domu se nachází

vstup se zádveřím, za kterým se nachází obývací pokoj s kuchyní. Na obývací pokoj navazuje chodba se vstupem do pokoje pro hosty a koupelnu s WC. Chodba je také místem, kde se nachází schodiště, které spojuje přízemí s druhým podlažím [16].



Obrázek 3: Půdorysné schéma přízemí rodinného domu KUBIS 631 [16]

V tomto podlaží je umístěna tzv. noční část domu, nalezneme zde dětský pokoj, ložnici s vlastní šatnou, na chodbu dále navazuje také koupelna s WC a komora.



Obrázek 4: Půdorysné schéma podkroví rodinného domu KUBIS 631 [16]

Rodinný dům jsem v rámci této diplomové práce neumísťovala na konkrétní stavební pozemek. Pro energetické výpočty jsem uvažovala orientaci domu se vstupem na severovýchod či severozápad a klimatická data pro Českou republiku.

Základní údaje:

*Katalogový název: KUBIS 631*

*Zastavěná plocha: 62,99 m<sup>2</sup>*

*Podlahová plocha přízemí: 51,18 m<sup>2</sup>*

*Podlahová plocha podkroví: 47,11 m<sup>2</sup>*

*Rozměry domu: 9,24x6,81 m [16]*



*Obrázek 5: Realizace rodinného domu KUBIS 631, převzato z [16]*

#### **4.2.1 Základová konstrukce**

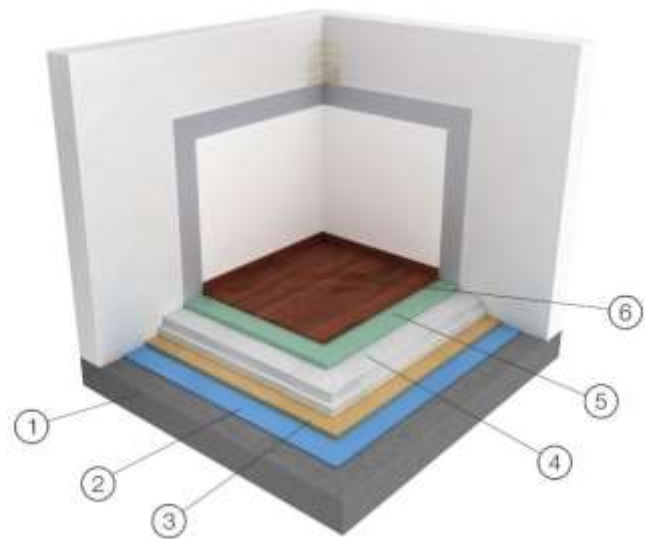
Objekt je založen na základových pasech z prostého betonu. Na vybetonované monolitické pasy jsou položeny betonové bednicí tvárnice šířky 300 mm, které budou následně vyplněné betonem. Na podkladní betonovou mazaninu je položena hydroizolační vrstva z asfaltových pásů, následná železobetonová deska je vyztužena při spodním okraji KARI sítí. Objekt je nepodsklepený [17].

## 4.2.2 Podlaha na zemině

Skladba podlahy na zemině je navržena pomocí suchého procesu. Na monolitickou železobetonovou desku je aplikován vyrovnávací podsyp, tepelná izolace-podlahový polystyren, roznášecí vrstvu tvoří pokládka podlahového dílce Fermacell. Podlahová krytina je použita převážně laminátová a v prostorách koupelny keramická dlažba [18].

Skladba podlahy na zemině:

1. Železobetonová deska
2. PE fólie
3. Vyrovnávací podsyp Fermacell
4. Podlahový polystyren 2 x 50 mm
5. Podlahový dílec Fermacell
6. Podlahová krytina - laminát [18]



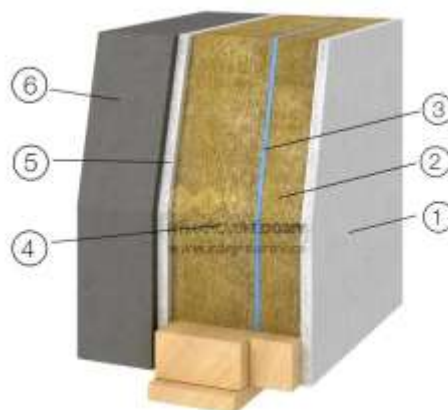
Obrázek 6: Schéma podlahové konstrukce, převzato z [18]

## 4.2.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny obvodovými a vnitřními nosnými stěnami, které jsou navrženy z prefabrikovaných panelů z konstrukce dřevěných sloupků vyplněné tepelnou izolací a zaklopené sádrovláknitými deskami. Odvodové stěny jsou navrženy s instalační předstěnou a fasádním zateplením [18].

Skladba obvodové stěny:

1. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm*
2. *Dřevěný rám (vyplněn tepelnou izolací) 40 mm*
3. *Parozábrana*
4. *Dřevěný rám (vyplněn tepelnou izolací) 120 mm*
5. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm*
6. *Termofasáda 107 mm [18]*



Obrázek 7: Schéma obvodové stěny, převzato z [18]

Skladba vnitřní nosné stěny:

1. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm*
2. *Dřevěný rám (vyplněn tepelnou izolací) 120 mm*
3. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm [18]*



Obrázek 8: Schéma vnitřní nosné stěny, převzato z [18]

Příčky v objektu jsou taktéž prefabrikovanými panely z konstrukce dřevěných sloupků vyplněné tepelnou izolací a zaklopené sádrovláknitými deskami. Konstrukce příčky má celkovou tloušťku 90mm.

Skladba vnitřní nosné stěny:

1. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm*
2. *Dřevěný rám (vyplněn tepelnou izolací) 60 mm*
3. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm [18]*



Obrázek 9: Schéma nenosné vnitřní stěny, převzato z [18]

#### 4.2.4 Vodorovné konstrukce-strop nad přízemím

Stropy jsou tvořeny prefabrikovanými panely na bázi dřevěných nosníků. Nosnou částí stropu jsou dřevěné stropní nosníky, na kterých je položen záklop z dřevotřískové desky. Podhled ze sádrokartonových desek je přichycen do dřevěného laťování. Konstrukce podlahy je realizovaná v duchu suché výstavby za použití dřevovláknitých desek a podlahových dílců Fermacell. Uložení stropních panelů je na obvodových a vnitřních nosných stěnách. Podlahová krytina je použita laminátová, v místnostech koupelen pak keramická dlažba. Celková tloušťka stropu je 412 mm [18].

Skladba vnitřní nosné stěny:

1. Podlahová krytina 10 mm
2. Fermacell - podlahový dílec 25 mm
3. Dřevovláknitá deska měkká 60 mm
4. Mirelon
5. Dřevotříska 22 mm
6. Stropní nosník 60x240 mm;  
vzduchová mezera 120 mm;  
tepelná izolace 120 mm
7. Rošt z latí 30 mm
8. 2x Sádrokarton 25 mm [18]



Obrázek 10: Schéma stropu nad přízemím, převzato z [18]

#### 4.2.5 Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť

Konstrukce střechy tvoří současně strop nad podkrovím. Jelikož se jedná o montovaný objekt je i střešní konstrukce tvořena prefabrikovanými díly. Nosná konstrukce je z dřevěných nosníků zaklopených DHF deskami. Podhled je proveden z dřevěného laťování a sádrovláknitých desek Fermacell. Mezi nosníky je umístěna

tepelná izolace z minerální plsti. Další tepelná izolace je v podhledu. Jedná se o sedlovou střechu se sklonem 25°. Střešní krytina je navržena z betonových tašek kladených na střešní laťování [18].

Skladba vnitřní nosné stěny:

1. *Střešní krytina*
2. *Střešní latě 33 mm*
3. *Kontralatě 33 mm*
4. *Difusní folie*
5. *Krokev 60x180 mm; vzduchová mezera 30 mm; laťování 60 mm (vyplněno tepelnou izolací 240 mm)*
6. *Parozábrana*
7. *Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm [18]*



Obrázek 11: Skladba střešní konstrukce, převzato z [18]

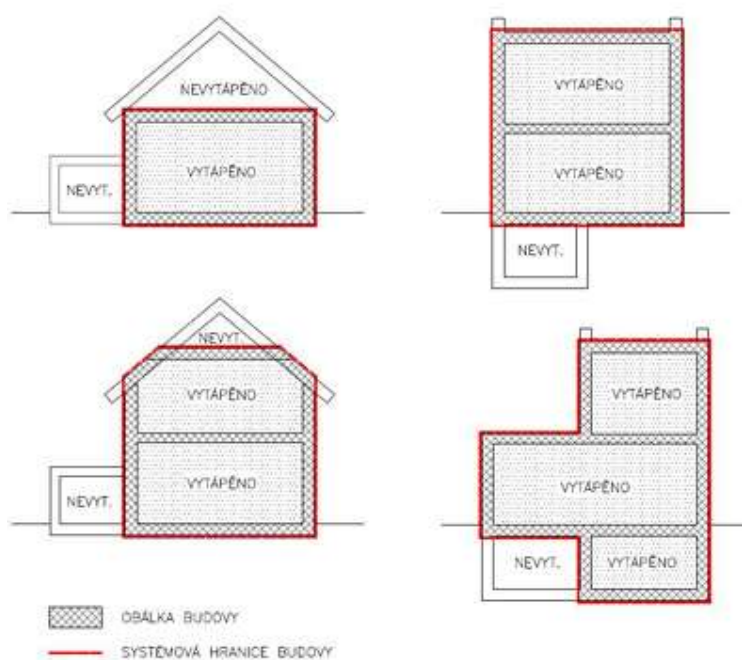
#### 4.2.6 Tepelně izolační vlastnosti obálky budovy

Pro hodnocení a porovnání tepelně izolačních vlastností jednotlivých konstrukcí slouží hodnota součinitele prostupu tepla  $U$ . Čím má konstrukce nižší součinitel prostupu tepla, tím jsou její tepelně izolační vlastnosti lepší. Hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí, které jsou vystaveny přilehlému prostředí (venkovnímu vzduchu a zemině), jsem převzala ze studie řešeného rodinného domu z podkladů výrobce [18], hodnoty jsem však porovnávala s požadovanými hodnotami pro konkrétní konstrukce, které musí být dle ČSN 73 0540 splněny.

Tabulka 2: Hodnocení posuzované hodnoty dle požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Posuzované hodnoty $U_i$	Splněno $U_i < U_{N,20}$
	$[W/m^2 \cdot K]$	$[W/m^2 \cdot K]$	ano/ne
obvodová stěna	0,30	0,147	Ano
okna	1,50	0,100	Ano
dveře	1,70	0,100	Ano
střecha šikmá (<45°)	0,24	0,182	Ano
podlaha na zemině	0,45	0,267	Ano

Pro hodnocení a porovnání tepelně izolačních vlastností celé obálky budovy slouží pak průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ . Obálku budovy tvoří všechny teplosměnné konstrukce na systémové hranici vytápěného prostoru celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední budově a jiné sousední zóně. Ke stanovení ploch konstrukcí na systémové hranici se užívají vnější rozměry. Plochy jednotlivých konstrukcí se označují  $A_i$  [19]. Jelikož se v tomto případě jedná o objekt pro bydlení bez suterénu, uvažovala jsem rodinný dům jako jednu vytápěnou zónu. Průměrný součinitel prostupu tepla se stanoví dle ČSN 73 0540-4.



Obrázek 12: Obálka budovy-schéma umístění systémové hranice budovy, převzato z [19]



Výpočet:

$$U_{em} = H_T / A \quad [W/m^2 \cdot K]$$

$$H_T = \sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tb} \quad [W/K]$$

Tabulka 3: Výsledné hodnoty měrného tepelného toku prostupem konstrukcemi

Typ konstrukce	$A_i [m^2]$	$U_i [W/m^2 \cdot K]$	$b_i [-]$	$H_{Ti} [W/K]$
	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce	Činitel teplotní redukce	Měrný tepelný tok prostupem konstrukcí
obvodová stěna	160,58	0,147	1	23,6
okna	15,60	0,100	1	1,6
dveře	2,16	0,100	1	0,2
střecha šikmá (<45°)	69,50	0,182	1	12,6
podlaha na zemině	63,00	0,267	0,7	11,8

$$A = 310,84 \quad m^2$$

$A =$  celková plocha konstrukcí ohraničující vytápěný objem budovy

vliv všech tepelných vazeb na systémové hranici volím v závislosti na kvalitě konstrukčního řešení - budovy s mírnými tepelnými vazbami (typové či opakované řešení)

$$\Delta U_{tb} = 0,05 W/m^2 K$$

$$H_T = \sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tb} = 65,3 \quad W/K$$

$$U_{em} = H_T / A = 0,21 W/m^2 \cdot K$$

Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanovuje pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou od 18 do 22 °C ze vztahu:

$$U_{em,N} = \frac{\sum U_i \cdot A_i \cdot b_i}{\sum A_i} + 0,02 \quad [W/m^2 \cdot K]$$

hodnota  $U_{em,N}$  vypočtená ze vztahu výše nesmí překročit následující limity: pro nové obytné budovy hodnotu  $U_{em,N} = 0,5 [W/m^2 \cdot K]$

$$U_{em,N} = 0,38 W/m^2 \cdot K$$

$$U_{em,N} = 0,38 < 0,5 \quad [W/m^2 \cdot K]$$

požadavek splněn

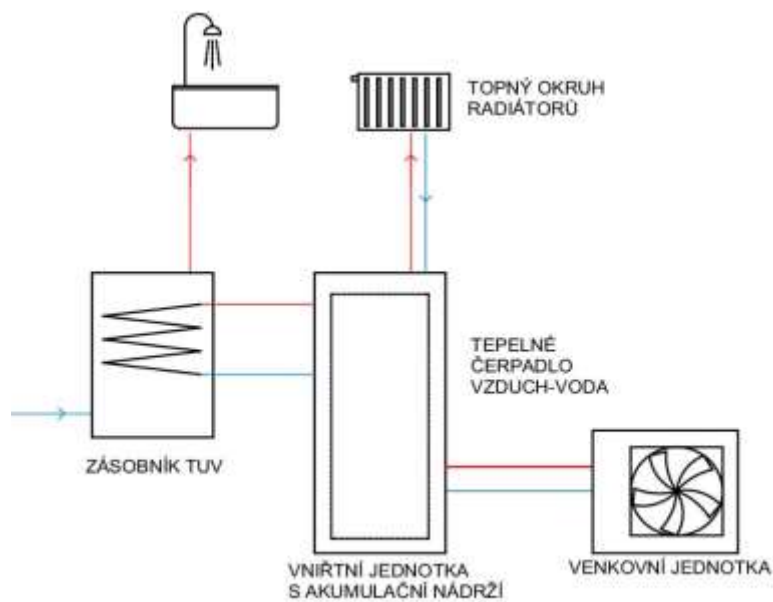
$$U_{em} < U_{em,N}$$

$$U_{em} = 0,21 < 0,38 \quad [W/m^2 \cdot K]$$

požadavek splněn

### 4.3 Energetická koncepce budovy

Pro výchozí studii jsem uvažovala vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem vzduch-voda se sdílením tepla pomocí radiátorů. Tento zdroj totiž považuji použitelný v libovolné lokalitě České republiky, protože rodinný dům nenavrhuji na konkrétní pozemek. A v rámci enviromentálního posouzení je tento zdroj příznivější než elektrokotel. Příprava teplé vody je taktéž zajištěna tepelným čerpadlem. Větrání domu jsem uvažovala přirozené.



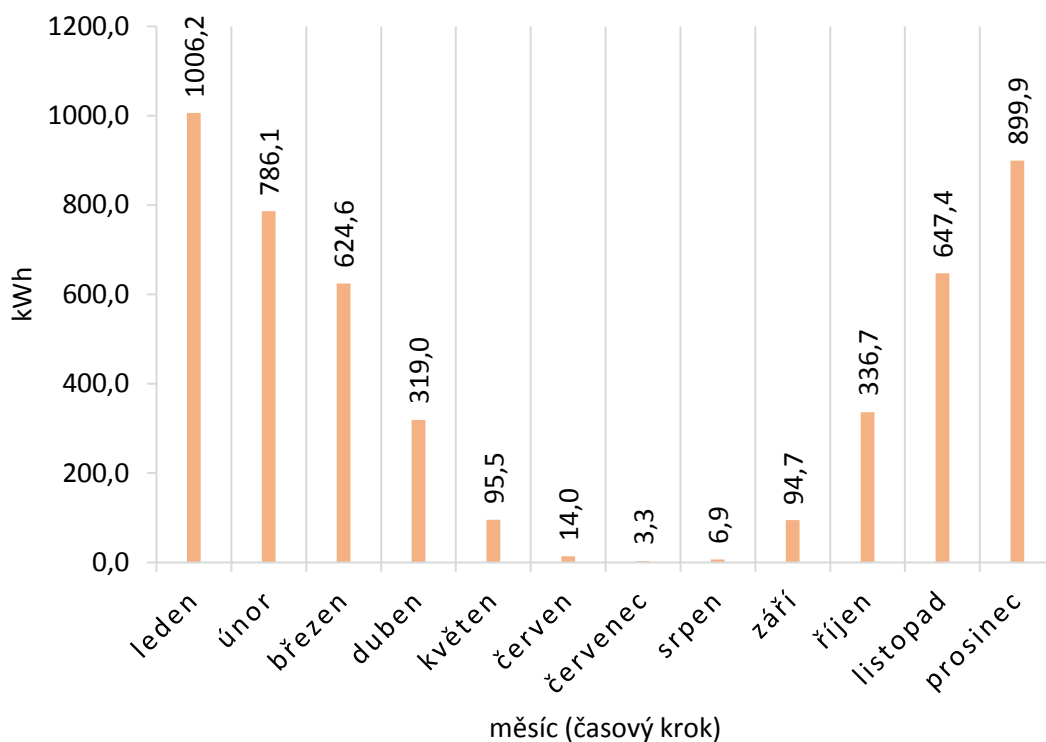
Obrázek 13: Schéma energetické koncepce budovy

## 5 Energetická analýza budovy

Jelikož je náplní této práce posouzení zadaného rodinného domu nejen v rámci výstavby, ale i provozu, budu pro zjištění dodaných energií pro chod domu uvažovat výpočty v následujících podkapitolách. Jedná se o energie potřebné pro vytápění, ohřev teplé vody, pomocné energie a osvětlení. Větrání objektu uvažuji přirozené, neboť vycházím z předpokladu, že mechanické větrání není ve většině výstavby rodinných domů využíváno, proto energie na úpravu vlhkosti vzduchu, mechanické větrání a chlazení neuvažuji.

### 5.1 Výpočet potřeby tepla na vytápění

Pro výpočet potřeby tepla na vytápění je zohledněno několik vstupních údajů (tepelně izolační vlastnosti konstrukcí, počet obyvatel, orientace ke světovým stranám atd.). Potřeba tepla na vytápění je energie potřebná k udržení požadované vnitřní teploty, jedná se však o teoretickou hodnotu bez vlivu energetických ztrát v technických systémech, tedy 100 % účinnost [20]. Hodnota potřeby tepla na vytápění přepočtena na jednotku plochy bývá jedním z hlavních kritérií pro klasifikaci staveb podle energetické náročnosti. Její výpočet spočívá v bilancování tepelných ztrátách a využitelných tepelných zisků vytápěné zóny (v tomto případě RD) v každém časovém kroku (měsíc) [21]. Pro výpočet jsem použila Microsoft Office Excel a postupovala jsem dle příslušných norem.



Graf 1: Potřeba tepla na vytápění rodinného domu v jednotlivých měsících

### 5.1.1 Tepelné ztráty

Celkové tepelné ztráty jsou součtem tepelných ztrát prostupem a větráním. Rozhodující je pro tento výpočet kvalita tepelně izolační obálky budovy, použité materiály pro obvodové konstrukce, způsob větrání neboli přívod čerstvého vzduchu a v neposlední řadě také lokalita umístění rodinného domu.

Celkové tepelné ztráty jsou vypočteny dle [21]:  $Q_I = Q_T + Q_V$  [kWh]

kde  $Q_T$  [kWh], jsou tepelné ztráty prostupem a  $Q_V$  [kWh] jsou tepelné ztráty větráním [21].

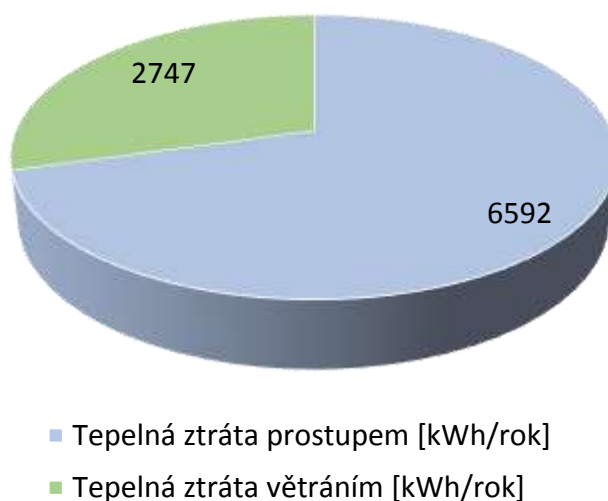
Vstupní údaje:

Pro výpočet tepelné ztráty prostupem byly použity výše zmíněné hodnoty měrného tepelného toku prostupem. Vnitřní návrhová teplota byla zvolena 20°C. Venkovní návrhové teploty pro jednotlivé měsíce byly použity průměrné měsíční teploty pro Českou republiku dle [22]. Obsazenost objektu byla uvažována 4 osobami

s průměrnou obsazeností 0,7 pro obytné budovy. Větrání rodinného domu bylo zvoleno přirozené. Průměrná násobnost výměny vzduchu byla ve výpočtu uvažována 0,3 h<sup>-1</sup>, která splnil požadavek přívodu 25 m<sup>3</sup> čerstvého vzduchu na osobu [23].

Postup výpočtu je uveden v Příloze č.1

Celkové tepelné ztráty řešeného rodinného domu jsou 9 340 kWh/rok. Podíl tepelných ztrát prostupem a větráním je ilustrován přiloženým grafem.



Graf 2: Celkové tepelné ztráty RD

### 5.1.2 Využitelné tepelné zisky

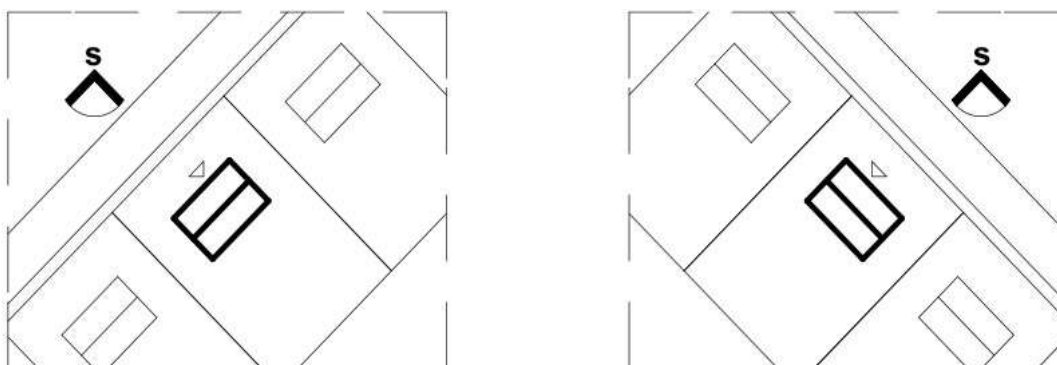
Celkové tepelné zisky vytápěné zóny jsou součtem vnitřních a solárních tepelných zisků, což představuje tepelné zisky od osob přítomných v objektu, domácích spotřebičů a solárních zisků od slunečního záření, které se do objektu dostává průsvitnými plochami konstrukcí. Tyto tepelné zisky není možné využít pro částečné pokrytí tepelných ztrát v celé míře po celý rok. Ve výpočtu je to zohledněno faktorem využitelnosti tepelných zisků, který závisí jednak na způsobu regulace otopné soustavy, na tepelné setrvačnosti obalových konstrukcí zóny a na poměru mezi tepelnými zisky a ztrátami pro jednotlivý časový krok-měsíc [21].

Vstupní údaje:

Obsazenost objektu je uvažována 4 osobami s průměrnou obsazeností 0,7 pro obytné budovy. Metabolické teplo a teplo uvolňované do vytápěného prostoru provozem domácích spotřebičů a umělého osvětlení se uvažuje hodnotou 100 W na přítomnou osobu, bez ohledu na její věk. K tomu se připočítává 100 W na každou bytovou jednotku stálé produkce tepla bez ohledu na přítomnost osob [23]. Intenzita slunečního záření byla převzata z TNI 73 0331 jako průměrné měsíční hodnota slunečního záření pro Českou republiku. Orientace rodinného domu byla ke světovým stranám z pozice vstupu do domu zvolena severovýchodní či severozápadní, hodnoty intenzity slunečního záření jsou totiž informativní a pro tyto zrcadlové orientace shodné. Lze tedy uvažovat pro příklad 2 varianty umístění domu najednou. Vnitřní tepelná kapacita zóny byla uvažována třídou lehká.

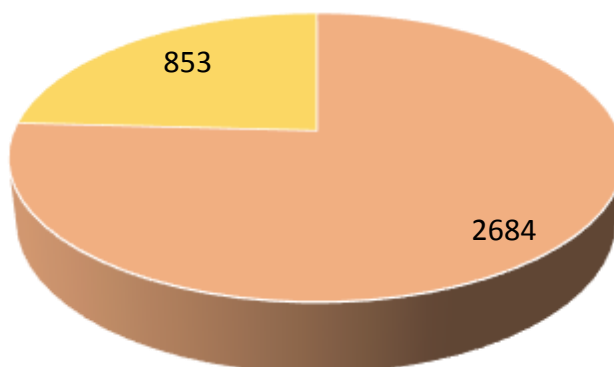
Při určování činitelů stínění horizontem neboli okolní zástavbou jsem zvolila situaci umístění domu v zástavbě podobných objektů viz. Obrázek 13. Stínění pomocí instalovaných clon jsem uvažovala venkovními žaluziemi, přestože v základní nabídce domu nejsou aplikovány. Při výpočtu bylo zjištěno, že aplikováním venkovních žaluzií se potřeba tepla zvýší o 15 %, nicméně z předpokladu žádného clonění oken je v lehké dřevostavbě vysoká pravděpodobnost přehřívání v letních měsících. Proto venkovní clonění uvažuji.

Postup výpočtu je uveden v Příloze č.1



Obrázek 14: Uvažované varianty orientace rodinného domu

Celkové využitelné tepelné zisky rodinného domu jsou 3 538 kWh/rok. Podíl využitelných tepelných vnitřních a solárních zisků je ilustrován níže.



- Využitelné tepelné vnitřní zisky [kWh/rok]
- Využitelné tepelné zisky solární [kWh/rok]

Graf 3: Celkové využitelné tepelné zisky

## 5.2 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody

Při výpočtu potřeby tepla na vytápění jsem použila hodnotu dle TNI 73 0329: „Potřeba tepla (netto) na přípravu teplé vody se uvažuje jednotně hodnotou 550 kWh na osobu a rok. V této hodnotě je již zahrnuta redukce na nepřítomnost osob.“

Protože předpoklad, a tedy návrh je uvažován pro 4 osoby obývající zvolený rodinný dům, byla převzatá hodnota 550 kWh vynásobena počtem osob. Potřeba tepla na přípravu teplé vody je tedy  $4 \times 550 \text{ kWh/rok} \cdot \text{os} = 2200 \text{ kWh/rok}$ .

## 5.3 Výpočet dodané elektrické energie na osvětlení

Zjednodušený výpočet spotřeby elektrické energie na osvětlení jsem provedla na základě hodnot dle TNI 73 0331. Vycházela jsem z orientačních hodnot měrné roční spotřeby elektřiny na osvětlení pro rodinné domy, což je  $4,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$ . Vynásobením převzaté hodnoty celkovou podlahovou plochou zóny je výsledná hodnota dodané elektrické energie na osvětlení  $484,2 \text{ kWh/rok}$ . Podrobný výpočet je uveden v Příloze č.2.

## 5.4 Výpočet potřeby pomocné energie

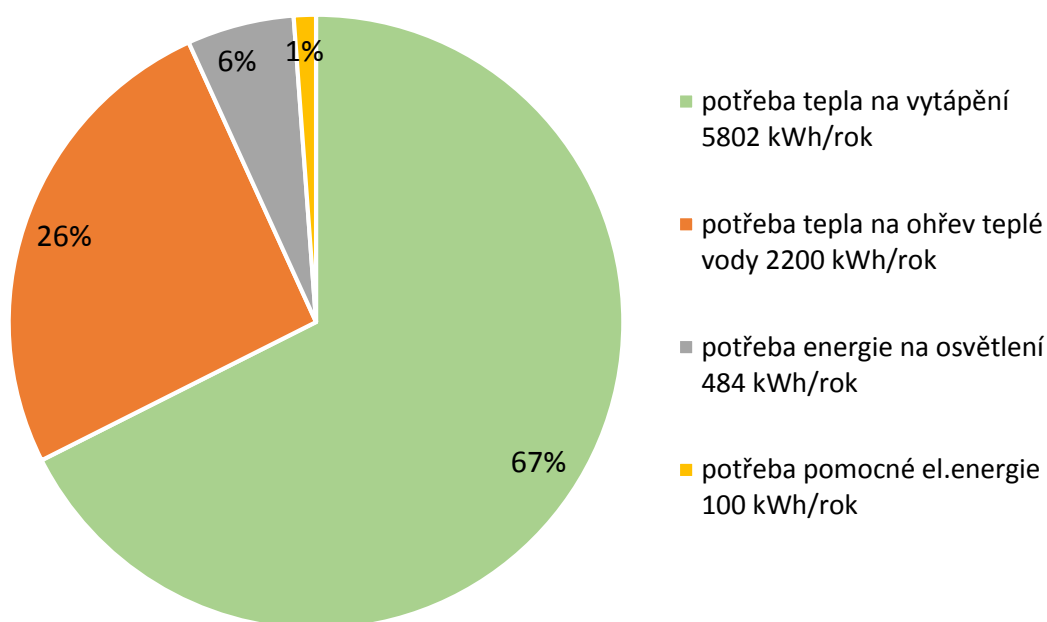
Tato hodnota byla převzata z TNI 73 0329, určená v závislosti na způsobu vytápění a větrání rodinného domu. Jelikož je navržena teplovodní soustava vytápění a přirozené větrání je hodnota potřeba celkové pomocné elektrické energie na vytápění a přípravu teplé vody 100 kWh/rok.

## 5.5 Celková potřeba tepla a energie domu

Celková hodnota potřeby tepla a energie domu činí 8586 kWh za rok. Jednotlivé zastoupení provozu jsou ilustrovány níže.

Tabulka 4: Celková potřeba energie a tepla domu

Položka	Potřeba [kWh/rok]
potřeba tepla na vytápění	5802
potřeba tepla na ohřev teplé vody	2200
potřeba el.energie na osvětlení	484
potřeba pomocné el.energie	100
<b>celkem</b>	<b>8586</b>



Graf 4: Podíl jednotlivých potřeb energií rodinného domu



## 6 Environmentální posouzení objektu

Hodnocení budovy podle environmentálního hlediska je pro náplň této diplomové práce klíčové. Sledovaným parametrem byl potenciál globálního oteplování, který je vyjádřen v  $\text{kgCO}_{2,\text{ekv.}}$ . Hlavním důvodem hodnocení v rámci potenciálu globálního oteplování je obecně zmírnění dopadu stavby na globální oteplování a důraz na snižování množství emisí skleníkových plynů vzniklých v průběhu výstavby a provozu budovy. Jedná se tedy o redukci emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  vzniklých v souvislosti s energií spotřebovanou během celoročního provozu budovy a snížení množství svázané produkce emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$  v použitých konstrukčních materiálech [24]. Pro výpočet jsem použila Microsoft Office Excel a výstupy z katalogu fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí pro novostavby a rekonstrukce – Envimat [25].

### 6.1 Fáze výstavby

Jak bylo již zmíněno, fáze výstavby zahrnuje hodnoty dopadu na životní prostředí použitých konstrukčních materiálů. Do výpočtu byly zahrnuty základní stavební konstrukce a zdroj tepla, rozdělené do následujících kategorií:

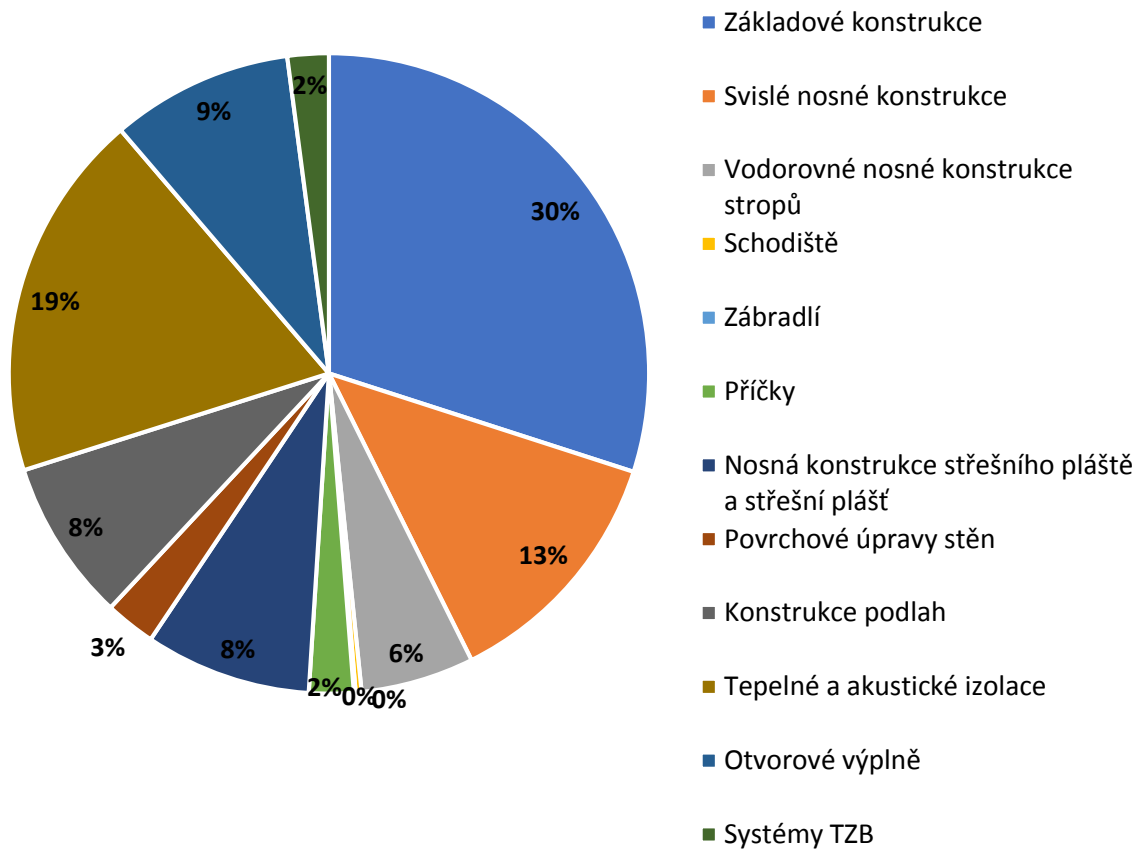
- základové konstrukce (vč. hydroizolace)
- svislé nosné konstrukce
- vodorovné nosné konstrukce stropů
- schodiště
- zábradlí
- příčky
- nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť
- povrchové úpravy stěn (stěrky, obklady stěn)
- konstrukce podlah (roznášecí, pochozí vrstvy)
- tepelné a akustické izolace
- otvorové výplně
- systémy TZB

Dále byl pro výpočet zpracován orientační výkaz výměr jednotlivých konstrukčních prvků, resp. materiálů řešené budovy. V rámci této práce jsem ze systému technického zařízení budov do výpočtu zahrnuje pouze zdroj tepla, který též podléhá svázaným emisím CO<sub>2,ekv</sub> jako stavební materiály. Tuto hodnotu jsem převzala z tabulky hodnot svázané energie a emisí CO<sub>2</sub> získaných z portálu tzb-info [26]. Ačkoliv jsou tyto hodnoty uváděny v jednotkách gCO<sub>2</sub> a v této práci posuzuji potenciál globálního oteplování, převzaté hodnoty pro tuto práci přesto použiji, protože dle Českého hydrometeorologického ústavu jsou emise CO<sub>2</sub> zodpovědné za přibližně 80 % skleníkového efektu [27]. Hodnota bude tudíž alespoň orientační ale zcela nezanedbatelná pro přiblížení celkové hodnoty svázaných emisí CO<sub>2,ekv</sub>.

Potenciál globálního oteplování v rámci fáze výstavby je vyčíslen v následující tabulce a ilustrován níže grafem.

Tabulka 5: Vyčíslení jednotlivých konstrukcí v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi výstavby

<b>Typ konstrukce</b>	<b>GWP [kg CO<sub>2ekv</sub>/rok]</b>
Základové konstrukce (včetně hydroizolace, bez tepelné izolace)	5723
Svislé nosné konstrukce (včetně omítek)	2421
Vodorovné nosné konstrukce stropů (včetně omítek)	1092
Schodiště	57
Zábradlí	17
Příčky (včetně povrchů)	429
Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť	1602
Povrchové úpravy stěn (stěrky, obklady stěn)	487
Konstrukce podlah (roznášecí, pochozí vrstvy)	1558
Tepelné a akustické izolace	3556
Otvorové výplně	1753
Systémy TZB	398
<b>celkem</b>	<b>19093</b>



Graf 5: Podíl jednotlivých konstrukcí v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi výstavby

## 6.2 Fáze provozu

Pro hodnocení fáze provozu byly použity spočtené potřeby tepla a energie z předešlé kapitoly. Tyto hodnoty byly dle zvolených zdrojů, energonositelů a účinností přepočteny na celkové dodané energie. K posouzení produkce emisí  $CO_{2,ekv}$  byly použity emisní faktory pro potenciál globálního oteplování, kterými byly hodnoty dodaných energií vynásobeny, viz. Tabulka 6. Podrobný výpočet je uveden v Příloze č.3.

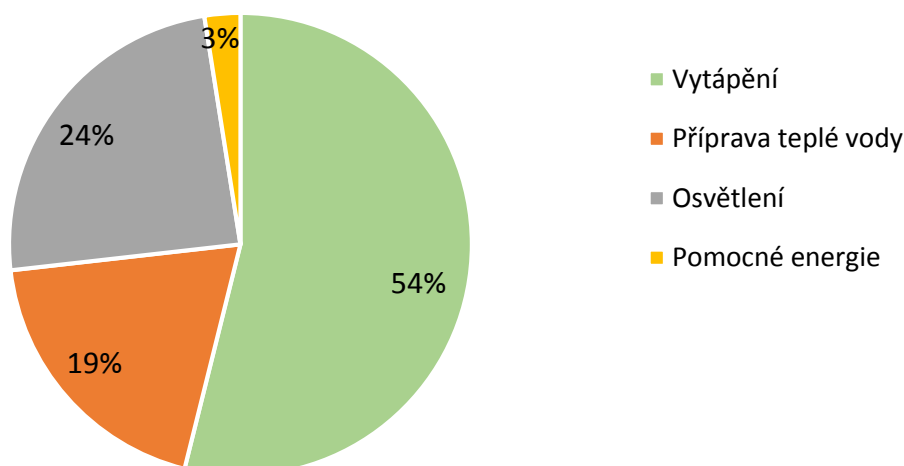
Tabulka 6: Emisní a konverzní faktory, převzato z [28]

Zdroj energie/tepla	Faktor energetické přeměny	emisní faktor				
		CO <sub>2,ekv.</sub> (GWP)	SO <sub>2,ekv.</sub> (AP)	kg Phosphate-Equiv. (EP)	ethen (POCP)	kg R11-Equiv. (ODP)
	[MJ/MJ]	[kg/MJ]	[kg/MJ]	[kg/MJ]	[kg/MJ]	[kg/MJ]
kotel na palivové dřevo	0,05	0,0052	0,0001280	0,000046500	0,000002345	0,000000003075
kotel na dřevěné pelety	0,15	0,0147	0,0001149	0,000056950	0,000003765	0,000000009940
kotel na černé uhlí	1,40	0,124	0,0006880	0,000171400	0,000168000	0,000000006948
kotel na zemní plyn	1,20	0,0716	0,0000569	0,000011059	0,000006302	0,000000007461
solární kolektor	0,05	0,0029	0,0000230	0,000016800	0,000001400	0,000000003540
elektrická energie – mix ČR	3,00	0,211	0,0005961	0,001080860	0,000020738	0,0000000049386
elektrická energie – fotovoltaická elektrárna	0,20	0,0238	0,0001143	0,000071800	0,000007034	0,0000000046880
teplárna na uhlí	1,40	0,106	0,0001619	0,000093680	0,000006126	0,000000002382
teplárna na zemní plyn	1,40	0,0684	0,0000744	0,000009457	0,000005688	0,000000007784
teplárna ORC (spalování biomasy)	0,10	0,0109	0,0000863	0,000035770	0,000001645	0,000000003040

Celková produkce emisí skleníkových plynů je vyčíslena a ilustrována níže, výpočet je uveden v Příloze č.3.

Tabulka 7: Vyčíslení jednotlivých provozů v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi provozu

Položka	GWP [kg CO <sub>2ekv.</sub> /rok]
Vytápění	1546
Příprava teplé vody	586
Osvětlení	368
Pomocné energie	76
<b>celkem</b>	<b>2577</b>



Graf 6: Podíl jednotlivých spotřeb v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi provozu

### 6.3 Celková hodnota potenciálu globálního oteplování pro rodinný dům

Celkovou hodnotu potenciálu globálního oteplování pro řešený dům tvoří součet svázané produkce emisí  $CO_{2,ekv.}$  ve fázi výstavby a produkce emisí  $CO_{2,ekv.}$  ve fázi provozu. Jelikož fáze výstavby nastává jednorázově a je vyčíslena bez vlivu životnosti materiálů, je potenciál globálního oteplování vyjádřen v  $kg CO_{2,ekv.}$ . Pro účel této diplomové práce a možné porovnání s emisními požadavky, které byly stanoveny, je hodnota GWP rozpočtena na  $kg CO_{2,ekv./rok}$ . Časový interval byl zvolen dle uvažovaného klimatického cíle, a to do roku 2050, tudíž byla hodnota svázané produkce emisí  $CO_{2,ekv.}$  rozpočtena na uvažovaných 32let.

*Celkový potenciál globálního oteplování pro řešený rodinný dům činí:*

<i>fáze výstavby</i>	597	<i>kg <math>CO_{2,ekv.}/rok</math></i>
<i>fáze provozu</i>	2 577	<i>kg <math>CO_{2,ekv.}/rok</math></i>
<i>celkem RD</i>	<b>3 173</b>	<b><i>kg <math>CO_{2,ekv.}/rok</math></i></b>

## 7 Vyhodnocení a návrh opatření

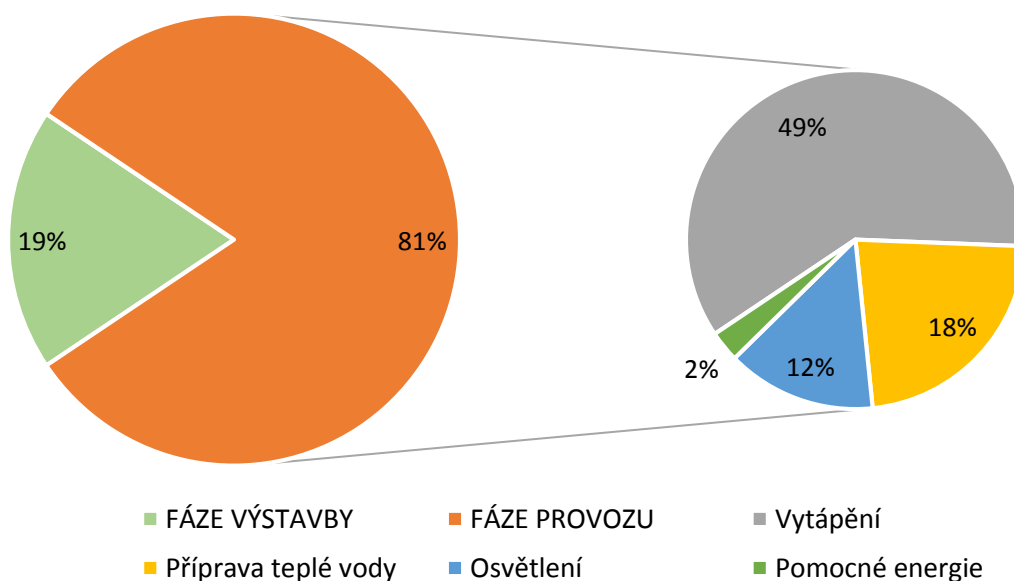
Vypočtené hodnoty potenciálu globálního oteplování jsem porovnávala se stanovenými limity pro typový rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu.

### 7.1 Vyhodnocení stávajícího stavu

Řešený rodinný dům s celkovou produkcí emisí 3 173 kgCO<sub>2,ekv.</sub>/rok nespĺňuje požadavek, který byl určen v rámci této diplomové práce hranicí **2 808 kgCO<sub>2,ekv.</sub>/rok**. Z tohoto důvodu jsem navrhla opatření, které sníží celkové hodnoty GWP rodinného domu.

Aby byl požadavek potenciálu globálního oteplování splněn, nebo se hranici více přibližoval, navrhla jsem změny a opatření jak ve stavební, tak i energetické části. Vycházela jsem z vyhodnocení celkové produkce emisí skleníkových plynů, které dům vykazuje a zaměřila se na nejvyšší hodnoty produkce.

Dle přiloženého grafu níže je vidět, že větší podíl GWP má fáze provozu. Tím se potvrdil předpoklad, avšak důvodem je i to, že se jedná o stavbu na principu dřevěných sloupků, což je přírodní materiál a vykazuje tedy oproti jiným stavebním materiálům nižší svázané emise CO<sub>2,ekv.</sub>.



Graf 7: Podíl zastoupení potenciálu globálního oteplování pro RD

## 7.2 Návrh opatření

Ve fázi provozu má největší podíl potenciálu globálního oteplování energie potřebná na vytápění. V návrhu opatření jsem brala v úvahu následující dvě možnosti ke snížení emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ , a to změnou zdroje, nebo snížením potřeby tepla na vytápění. Jelikož jsem jako zdroj tepla zvolila tepelné čerpadlo vzduch-voda, které využívá z větší části energii okolního prostředí, ponechám tento zdroj do dalšího výpočtu. Důvodem je i jeho universální použití v libovolné lokalitě České republiky. Pokud by se ale rodinný dům nacházel v oblasti s možností využití dálkové dodávky tepla např. ze spalovny bioplynu či dřevěné štěpky, bylo by snížení GWP v rámci vytápění příznivé. Nicméně jsem se v této diplomové práci zaměřila na snížení celkové potřeby tepla na vytápění a provedla jsem tepelně-technické opatření obálky budovy. Jako další krok se pokusím využít jako jeden ze zdrojů energie solární energii a navrhnout do domu nucené větrání s rekuperací.

Všechna navržená opatření budou ale úzce souviset také s fází výstavby, jelikož např. pokud navýším tloušťku tepelné izolace, navýší se tím svázané emise skleníkových plynů, ale sníží se potřeba tepla a tím i produkce emisí skleníkových plynů. Ale jak bylo vidět z předešlého grafu, fáze provozu má podíl potenciálu globálního oteplování největší, proto jsem v návrhu použila více tepelně izolačních materiálů, ale s ohledem na navýšení svázaných emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  jsem preferovala přírodní materiály. V případě využití nuceného větrání dojde ke snížení potřeby tepla na vytápění, ale musím započítat energii potřebnou na chod tohoto zařízení. Jde tedy o integrovaný a komplexní návrh.

### 7.2.1 Provozní opatření

Jak bylo zmíněno, zdroj tepla tepelné čerpadlo v rámci opatření ponechávám, ale doplňuji do provozu domu nucené větrání s rekuperací. Energie spotřebovaná na osvětlení je ve výpočtech uvažovaná jako hodnota orientační, lze ale tuto elektrickou energii pokrýt z obnovitelných zdrojů jako je např. sluneční energie. V tomto případě by musela být takto získaná energie akumulována, jelikož nastává problém s nesoudobostí poptávky a dodávky energie. Podobně lze mluvit o přípravě teplé vody, kterou lze ze sluneční energie pokrýt snadněji pomocí solárních kolektorů.

## Vytápění

Princip vytápění rodinného domu je zachován. Doplněním nuceného vytápění se nabízela varianta teplovzdušného vytápění. Tu jsem však nezvolila z důvodu absence sálavé složky a obtížné regulace teploty vzduchu v jednotlivých místnostech. Vytápění tedy ponechávám teplovodní s radiátory a s tepelným čerpadlem vzduch-voda jako zdrojem tepla. Po snížení tepelných ztrát objektu lze však použít zdroj s menším výkonem.

## Příprava teplé vody

Pro snížení spotřeby tepla na ohřev teplé vody se nabízí částečné pokrytí sluneční energií, a to za pomoci již běžnějších fototerických kolektorů. Pro návrh jsem použila portál tzb-info [29], který poskytuje výpočet zjednodušené bilance solárního kolektoru. Výchozí hodnotou byla potřeba tepla na ohřev teplé vody 2200 kWh/rok a vlastnosti kolektoru s jeho orientací a sklonem. Do výpočtu jsem pro příklad uvažovala shodnou orientaci domu jako u výpočtu solárních zisků. Solární kolektory jsou tedy orientovány JZ či JV. Dle zadaných hodnot by pro přípravu teplé vody mohl být použit 1 solární kolektor o ploše 2,5 m<sup>2</sup>. Tento kolektor by pokryl 48 % z celkové potřeby tepla na ohřev teplé vody. Postup výpočtu je uveden v Příloze č.5.

## Větrání

Do výpočtu jsem uvažovala návrh nuceného větrání, ale po výsledné hodnotě GWP bylo zjištěno, že není nutné. Při výpočtu se sice potřeba tepla na vytápění snížila o cca 35% a přestože mechanické větrání vytváří v budově zdravé prostředí díky pravidelnému přívodu čerstvého vzduchu, nakonec jsem ho do svého návrhu nepoužila. Nicméně by potenciál globálního oteplování v rámci provozu rodinného snížil, i když musí být do pomocných energií započtena energie na pohon ventilátorů a regulaci nuceného větrání.

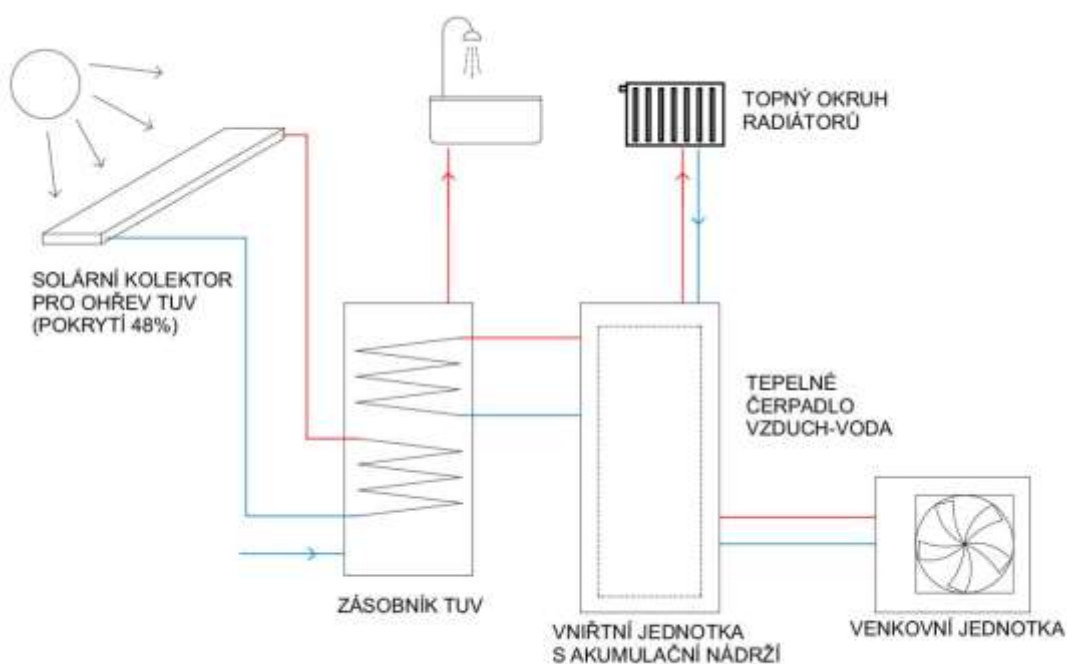
## Pomocné energie

Pomocné energie se nemění.



## Osvětlení

Osvětlení je položkou spotřeby energie, kterou do výpočtu zachovám se stávajícími navrženými hodnotami. Při podrobnějším výpočtu by spotřeba energie na osvětlení mohla být ovlivněna a tím i snížena pomocí navržených svítidel s např. úspornými LED žárovkami. Další možnost snížení potenciálu globálního oteplování v rámci osvětlení se nabízí v použití fotovoltaických panelů, díky kterým lze využívat elektrickou energii ze slunečního záření, přinejlepším pokud lze takto přeměněnou energii sdílet do sítě, jelikož je u takovýchto systémů největším problémem soudobost využití energie. Lze navrhnout bateriové úložiště, které pomůže energii uchovat v době přebytku a pak ji využít v době poptávky. Tento způsob využití elektrické energie začíná být pro rodinné domy dostupnějším a efektivnějším řešením, zejména pak ale pro energii spotřebovanou pro provoz domácích spotřebičů. Nicméně jak bylo zmíněno, v rámci



Obrázek 15: Schéma energetické koncepce domu, 2. varianta

této diplomové práce uvažuji hodnoty spotřeby energie na osvětlení na základě hodnot dle TNI 73 0331 pro rodinné domy, shodně jako ve výchozí variantě.

## 7.2.2 Stavební opatření

Jak bylo již odůvodněno, návrh opatření ve fázi výstavby bude spočívat hlavně v tepelně izolačních materiálech, které zlepší obálku budovy a tím potřebu tepla na vytápění i s přihlédnutím k faktu, že se nejspíše svázané emise  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  navýší. Z tohoto pohledu vykazovaly největší potenciál globálního oteplování ve fázi výstavby především základové konstrukce, tepelné a akustické izolace a také svislé konstrukce. Hlavní stavební opatření budu tedy navrhovat v založení stavby a obvodových konstrukcích. Při návrhu sem se ale snažila zachovat princip panelové výstavby. Menší opatření pak bude spočívat ve výměně plastových oken a dveří za dřevěná s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi.

### Základové konstrukce

V případě základových konstrukcí je to zapříčiněno použitým materiálem – beton s ocelovou výztuží, které jsou ale pro návrh základových konstrukcí běžné a skoro nezbytné. Proto jsem jako návrh na snížení množství materiálu a tím snížení potenciálu globálního oteplování, použila jiný druh založení stavby, a to na základové desce. Pro snížení svázaných emisí skleníkových plynů ocelové výztuže betonu, by se pro realizaci základové desky mohl použít vláknobeton např. s betonovým recyklátem nebo s vlákny přírodního původu. Jelikož by využití toho materiálu bylo pravděpodobně finančně příliš nákladné a bylo by potřeba vypracování statického návrhu, budu pro tuto práci uvažovat beton běžný s ocelovou výztuží. Při návrhu základové desky budu ale zateplení uvažovat nově pod tou deskou a omezím tak tepelné mosty v oblasti soklu a napojení obvodové stěny. Toto místo je totiž náchylné na kondenzaci vodní páry, které chceme obecně u dřevěných konstrukcí předejít nebo ji minimalizovat.

	Skladba podlahy na zemině $U=0,166 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	Náslapná vrstva (10mm)	
	Podlahová deska 2x (např. Fermacell)	25 mm
	Dřevovláknitá izolace	40 mm
	Vyrovnávací podsyp suchý (např. Fermacell)	30 mm
	Separáčnı geotextilie	
	Hydroizolace	
	ŽB základová deska	200 mm
	Tepelná izolace XPS $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$	200 mm
	Štěrka frakce 4/8	30 mm
	Hutněný štřkový zásyp-drenáž	150 mm
	Terén	

Obrázek 16: Skladba podlahy na zemině, 2. varianta

### Obvodové stěny

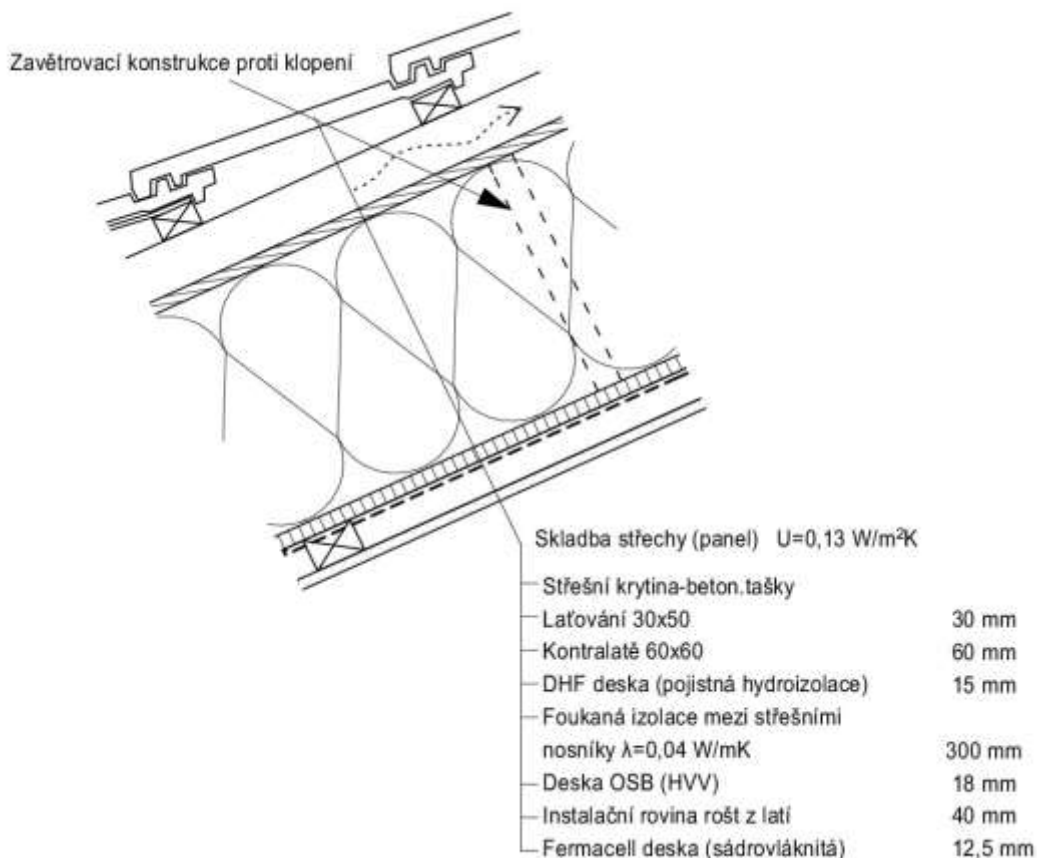
V dalším kroku v návrhu opatření jsem upravila i skladbu obvodové konstrukce. Vycházela jsem však z původních rozměrů panelu a přizpůsobila novou skladbu tak, aby nevyžadovala rozšíření základové konstrukce. Pro lepší tepelné vlastnosti konstrukce jsem použila větší tloušťku tepelné izolace. Jako tepelný izolant obvodové stěny jsem použila kombinaci dřevovláknité desky a foukané celulózy. Princip panelové výstavby, kde je panel tvořen konstrukcí z dřevěných sloupků a ztužujících desek jsem zachovala. Dřevěné sloupky jsou ale pomocí příložek z OSB desky rozšířeny kvůli zvětšující se tloušťce izolace a namísto fasádního izolantu EPS jsem použila tuhou dřevovláknitou desku, která zároveň tvoří ztužující prvek panelu. Z difuzně uzavřené konstrukce jsem pak pomocí výměny PE folie (parozábrana) za OSB desku (parobrzdá) navrhla difuzně otevřenou konstrukci. U difuzně uzavřené konstrukce totiž vzniká riziko porušení fólie (parozábrany), a tím proniknutí vodní páry do konstrukce, kde může zkondenzovat a následně způsobit růst plísní a tím zapříčinit degradaci konstrukce. U difuzně otevřených konstrukcí je prostup vodní páry pouze omezen a je zajištěno, aby vodní pára z konstrukce mohla uniknout ven bez případné kondenzace. Např. při havárii potrubí, či zabudované vlhkosti, pak difuzně otevřené konstrukce několikrát rychleji vysychají než konstrukce difuzně uzavřené.



Obrázek 17: Skladba obvodové stěny, 2.varianta

### Konstrukce střechy

Změna skladby střešní konstrukce byla pak žádoucí pro materiálové sjednocení obálky budovy a pro zlepšení tepelně izolačních vlastností. Při návrhu jsem opět využila materiály pro difúzně otevřenou konstrukci a přidáním tepelné izolace jsem docílila lepších tepelně izolačních vlastností této konstrukce obálky budovy.



Obrázek 18: Skladba střešní konstrukce, 2.varianta

## 7.3 Environmentální vyhodnocení opatření

Obdobně jako u výchozí varianty byl sledovaným parametrem potenciál globálního oteplování, který je vyjádřen v  $\text{kgCO}_{2,\text{ekv.}}$ . Pro výpočet jsem opět použila Microsoft Office Excel a vstupy z katalogu fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí pro novostavby a rekonstrukce – Envimat [25]. Hodnoty systémů technického zařízení budov jsou převzaty z portálu tzb-info, z tabulky hodnot svázané energie a emisí  $\text{CO}_2$  [26].

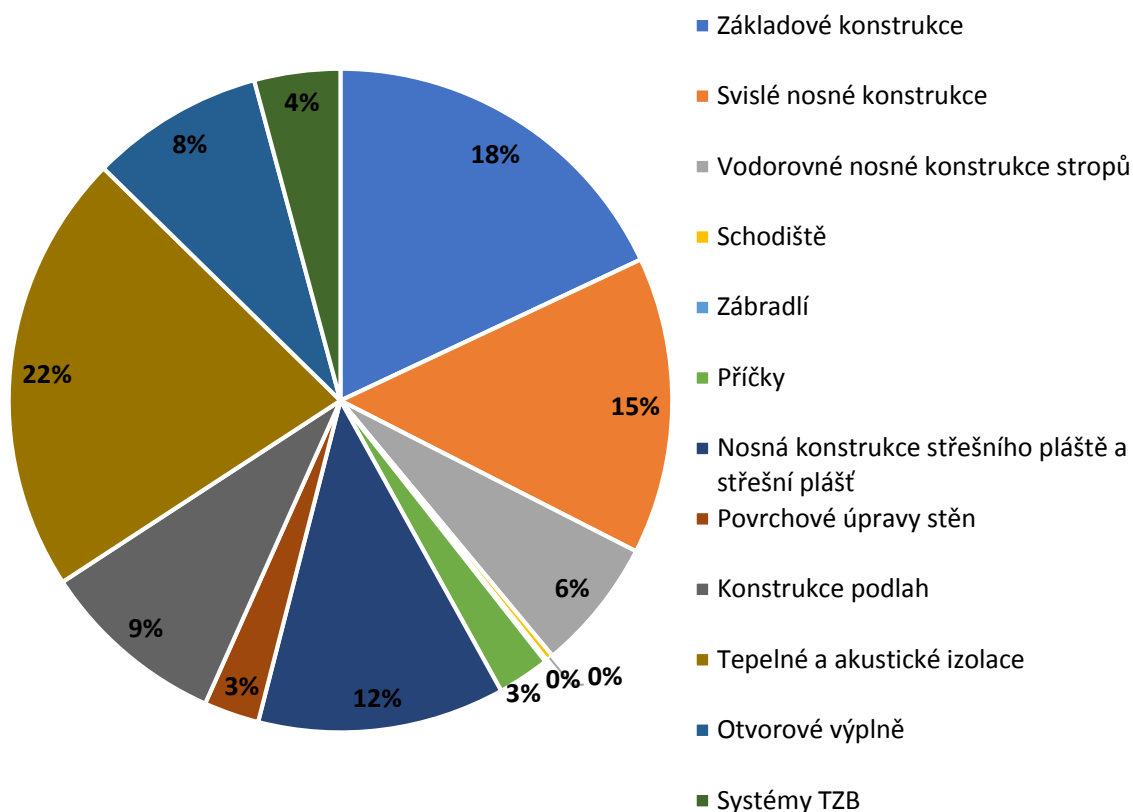
### 7.3.1 Fáze výstavby

Fáze výstavby zahrnuje hodnoty dopadu na životní prostředí použitých konstrukčních materiálů. Do výpočtu byly zahrnuty základní stavební konstrukce a hlavní systémy technického zařízení budov.

Pro posouzení byl upraven orientační výkaz výměr jednotlivých konstrukčních prvků, dle nových navržených skladeb. Do systému technického zařízení budovy jsem zahrnula zdroj tepla – tepelné čerpadlo a nově pak solární kolektor. Znovu uvádím, že i když jsou hodnoty uváděny v jednotkách  $\text{gCO}_2$  a v této práci posuzuji potenciál globálního oteplování, převzaté hodnoty pro tuto práci po předešlém odůvodnění použiji. Celková suma svázané produkce emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  je vyčíslena a ilustrována níže.

Tabulka 8: Vyčíslení jednotlivých konstrukcí v rámci GWP ve fázi výstavby, 2.varianta

<b>Typ konstrukce</b>	<b>GWP [kg CO<sub>2</sub> ekv.]</b>
Základové konstrukce (včetně hydroizolace, bez tepelné izolace)	3042
Svislé nosné konstrukce (včetně omítek)	2448
Vodorovné nosné konstrukce stropů (včetně omítek)	1092
Schodiště	57
Zábradlí	17
Příčky (včetně povrchů)	429
Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť	2034
Povrchové úpravy stěn (stěrky, obklady stěn)	455
Konstrukce podlah (roznášecí, pochozí vrstvy)	1539
Tepelné a akustické izolace	3639
Otvorové výplně	1429
Systémy TZB	708
<b>celkem</b>	<b>16889</b>



Graf 8: Podíl jednotlivých konstrukcí v rámci GWP ve fázi výstavby, 2.varianta

### 7.3.2 Fáze provozu

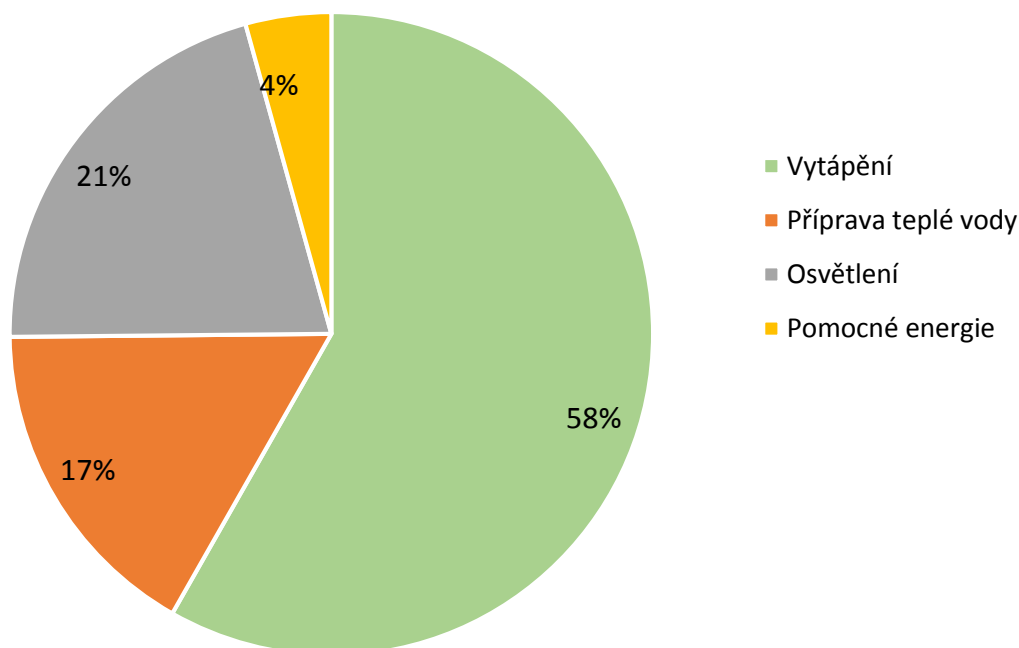
Pro hodnocení fáze provozu byly použity nově spočtené potřeby tepla a energie pro chod domu. Tyto hodnoty byly opět dle zvolených zdrojů, energonositelů a účinností přepočteny na celkové dodané energie. K vyčíslení produkce emisí skleníkových plynů byly použity emisní faktory pro potenciál globálního oteplování, kterými byly hodnoty dodaných energií vynásobeny.

Potenciál globálního oteplování v rámci dodaných energií byl díky úpravě skladeb obálky budovy velice snížen. Ke snížení pak ještě došlo pomocí částečného pokrytí potřeby tepla na přípravu teplé vody sluneční energií.

Celková produkce emisí skleníkových plynů je ilustrována níže, výpočet je uveden v Příloze č.6.

Tabulka 9: Vyčíslení jednotlivých provozů v rámci GWP ve fázi provozu, 2.varianta

<b>Položka</b>	<b>GWP [kg CO<sub>2</sub>ekv./rok]</b>
Vytápění	1027
Příprava teplé vody	293
Osvětlení	368
Pomocné energie	76
<b>celkem</b>	<b>1764</b>



Graf 9: Podíl jednotlivých spotřeb energií v rámci GWP ve fázi provozu, 2.varianta

## 7.4 Vyhodnocení a porovnání variant

Celkovou hodnotu potenciálu globálního oteplování, pro řešený dům tvoří součet svázané produkce emisí CO<sub>2,ekv.</sub> ve fázi výstavby a produkce emisí CO<sub>2,ekv.</sub> ve fázi provozu. Níže jsou uvedeny hodnoty pro výchozí a upravenou variantu.

Výchozí varianta:

<i>fáze výstavby</i>	598	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>
<i>fáze provozu</i>	2 577	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>
<i>celkem RD</i>	3 173	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>

*Upravená varianta:*

<i>fáze výstavby</i>	528	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>
<i>fáze provozu</i>	1 764	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>
<i>celkem RD</i>	2 292	<i>kg CO<sub>2</sub> ekv./rok</i>

Upravená varianta pro řešený rodinný dům s celkovou produkcí emisí **2 292 kgCO<sub>2,ekv./rok</sub>** s rezervou splňuje požadavek, který byl určen v rámci této diplomové práce hranicí 2 808 kgCO<sub>2,ekv./rok</sub>. Navržená opatření byla tudíž potřebná a napomohla ke snížení potenciálu globálního oteplování spojeného se stavbou a provozem rodinného domu. Přestože bylo možné upravenou hodnotu GWP navrhnout na stanovený limit, je takto vytvořena cca 20% rezerva, která může vyrovnávat určitá zjednodušení výpočtu viz. další kapitola.

## **7.5 Zjednodušení výpočtu**

Výsledná hodnota je pozitivním výsledkem, avšak musíme brát v potaz, že při výpočtech bylo potřeba použít několik zjednodušení.

Stanovení emisních limitů pro rodinný dům bylo spočteno pouze jednoduchým přepočtem na počet lidí na Zemi, bez ohledu na to, jak která země ke klimatickým změnám přispívá.

Klimaticky neutrální rodinný dům byl navržen na klimatické podmínky České republiky s ohledem na tuzemské předepsané normy, ačkoliv je globální oteplování a stanovené emisních limitů celosvětové.

Při výpočtu potřeby tepla na vytápění jsem uvažovala celý rodinný dům jako 1 zónu vytápěnou konstantně na 20°C, vliv tepelných vazeb jsem započítávala jako hodnotu orientačně zohledňující vliv všech tepelných vazeb objektu. Do výpočtu jsem dále použila průměrné měsíční teploty vzduchu a průměrnou intenzitu slunečního záření pro Českou republiku. Orientaci domu jsem uvažovala pouze dle vlastního návrhu a dům neosazovala na konkrétní pozemek, tím byly spočtené solární zisky pouze orientační.

Spočtené dodané energie pro rodinný dům, jsou pouze orientační a nejsou to hodnoty spotřeby energií. Spotřeba totiž závisí např. na řízení otopné soustavy a také na



hospodaření obyvatel s danými energiemi, jako je např. přetápění místností, plýtvání teplou vodou atd.

Pro posuzovaný dům byl hodnocen pouze jeden zdroj tepla pro vytápění, a to tepelné čerpadlo vzduch-voda, nicméně např. vytápění pomocí plynového kotle by jen nepatrně ovlivnilo výslednou hodnotu GWP.

Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody pomocí solárního energie byl převzat z portálu tzb-info a jedná se o zjednodušenou bilanci solárního kolektoru [29].

Při hodnocení potenciálu globálního oteplování v rámci výstavby jsem využila zjednodušení při určování množství potřebných materiálů pro stavbu rodinného domu či využití hodnot emisí CO<sub>2</sub> namísto emisí skleníkových plynů. Dále v použitých materiálech a konstrukcích nejsou zahrnuty např. spojovací materiály, klempířské prvky, materiál pro rozvod otopné soustavy, otopná tělesa, zařizovací materiály atd.

Hodnocení ekonomického hlediska nebylo náplní této diplomové práce a při mém návrhu nových konstrukcí jsem toho hledisko zanedbávala.

## 8 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo stanovit emisní požadavky na novostavbu rodinného domu, který by neovlivňoval svou stavbou a provozem klimatické změny. Stanovený limit potenciálu globálního oteplování byl splněn až upravenou variantou řešeného typového rodinného domu. Opatření se týkala především obálky budovy, a to zlepšení její tepelně izolačních vlastností. Tím byla snížena potřeba tepla na vytápění jakožto položka s nejvyšším potenciálem globálního oteplování.

Hodnoceným rodinným domem byla dřevostavba, a to výsledek celkového potenciálu globálního oteplování pozitivně ovlivnilo, neboť konstrukce byly z přírodního materiálu, dřeva. Pro splnění stanoveného limitu GWP bylo nutné snížit potřebu tepla o více než 30 % při zachování vytápění pomocí tepelného čerpadla. Snížení produkce emisí skleníkových plynů v rámci vytápění až o 70 % by bylo možné s použitím kotle na dřevěné pelety. Nelze tedy říci, že běžným návrhem nelze dosáhnout klimatických cílů, neboť hodnoty potenciálu globálního oteplování lze ovlivnit mnoha způsoby jako je např. výměna stávajícího zdroje tepla, či využití přírodních stavebních materiálů.

Při návrhu budov je tedy důležitý komplexní návrh a individuální přístup. Mělo by být maximálně využito umístění domu na pozemku a ve fázi návrhu myslet na provozní spotřebu, kterou lze ovlivnit např. velikostí a orientací domu, obálkou budovy, zónováním či výběrem zdroje tepla s využitím obnovitelných zdrojů energie. V neposlední řadě pak nepodceňovat fázi výstavby a směřovat návrh k použitím přírodních a recyklovaných materiálů. Dalo by se říci, že v rámci možností platí, čím méně energie a materiálu spotřebujeme, tím méně emisí bylo produkováno a tím zatíženo životní prostředí.

Jak bylo na začátku této práce zmíněno, stavebnictví se podílí přibližně 40 % na celkové produkci emisí skleníkových plynů. Pro provoz a stavbu budov pro bydlení jsem uvažovala 23 %. Tato čísla jsou nezanedbatelná, ale naplňovat dlouhodobé klimatické cíle je potřeba i v ostatních odvětvích. Proto bychom nejspíše měli začít u sebe, abychom předali planetu dalším generacím nezahuntovanou.

## 9 Seznam zdrojů

- [1] ČHMÚ. Změna klimatu: Základní informace: Úvod do problému klimatické změny. [www.chmu.cz](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap01.pdf) [online]. [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap01.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap01.pdf)
- [2] HÁJEK, Petr, 2007. Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. Časopis stavitelství [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: [https://www.casopisstavebnictvi.cz/udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve%20stredni-evrope\\_N465](https://www.casopisstavebnictvi.cz/udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve%20stredni-evrope_N465)
- [3] ČHMÚ. Změna klimatu: Základní otázky a odpovědi. [www.chmu.cz](http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-otazky-a-odpovedi#) [online]. [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-otazky-a-odpovedi#>
- [4] ČHMÚ. Změna klimatu: Základní informace: Skleníkový efekt. [www.chmu.cz](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap05.pdf) [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap05.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap05.pdf)
- [5] EVROPSKÁ KOMISE. Opatření v oblasti klimatu: Důsledky změny klimatu. [www.ec.europa.eu](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_cs) [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_cs](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_cs)
- [6] EVROPSKÁ KOMISE. Opatření v oblasti klimatu: Příčiny změny klimatu. [www.ec.europa.eu](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_cs) [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_cs](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_cs)
- [7] Globální oteplování. [cs.wikipedia.org](https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_oteplov%C3%A1n%C3%AD) [online]. [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD\\_oteplov%C3%A1n%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_oteplov%C3%A1n%C3%AD)
- [8] LUPÍŠEK, Antonín, 2016. Potenciál úspor emisí skleníkových plynů ČR pomocí rekonstrukcí budov, České vysoké učení technické v Praze
- [9] Greenhouse gas. [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas) [online]. [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse\\_gas](https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas)
- [10] Zákon o životním prostředí č.17/1992 Sb., § 6, 1992 (aktuální znění 07/2017). [www.zakonyprolidi.cz](https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17) [online]. [cit. 2017-11-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- [11] Posuzování životního cyklu. [cs.wikipedia.org](https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuzov%C3%A1n%C3%AD_%C5%BEivotn%C3%A1Dho_cyklu) [online]. [cit. 2017-11-01]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuzov%C3%A1n%C3%AD\\_%C5%BEivotn%C3%A1Dho\\_cyklu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuzov%C3%A1n%C3%AD_%C5%BEivotn%C3%A1Dho_cyklu)
- [12] EURACTIV.CZ, 2015. Klimatická dohoda z Paříže [online] [cit. 2017-10-08]. Dostupné z: <http://euractiv.cz/factsheet/klima-a-zivotni-prostredi/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137/>

- [13] UNEP, 2016. The Emissions Gap Report 2016 [online] [cit. 2017-10-08]. Dostupné z: [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10572/EGR\\_Executive%20\\_summary\\_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10572/EGR_Executive%20_summary_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [14] POPULATION REFERENCE BUREAU, 2017. 2017 World Population Data Sheet [online]. [cit. 2017-10-08]. Dostupné z: <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2017/2017-world-population-data-sheet.aspx>
- [15] RD RÝMAŘOV. [www.rdrymarov.cz](http://www.rdrymarov.cz) [online]. Dostupné z: <http://www.rdrymarov.cz/>
- [16] RD RÝMAŘOV. KUBIS 631 [online]. Dostupné z: <http://www.rdrymarov.cz/kubis-631>
- [17] RD Rýmařov–energeticky efektivní dřevostavba [online]. Dostupné z: <http://www.usporedomy.cz/>
- [18] RD RÝMAŘOV. Schéma stěn a stropů [online]. Dostupné z: <http://www.rdrymarov.cz/schemata-sten-a-stropu>
- [19] STANĚK, Kamil. Průměrný součinitel prostupu tepla: SPJ1 – Podklady pro cvičení. [www.ksp.fsv.cvut.cz](http://www.ksp.fsv.cvut.cz) [online] Dostupné z: <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=obor&type=ob&kod=124SPB1>
- [20] SVOBODA, Zbyněk. Výpočet energetické náročnosti budov, FSv ČVUT Praha. [www.ksp.fsv.cvut.cz](http://www.ksp.fsv.cvut.cz) [online] Dostupné z: [http://www.kps.fsv.cvut.cz/file\\_download.php?fid=4033](http://www.kps.fsv.cvut.cz/file_download.php?fid=4033)
- [21] STANĚK, Kamil. Výpočet potřeby tepla: SPJ1 – Podklady pro cvičení. [www.ksp.fsv.cvut.cz](http://www.ksp.fsv.cvut.cz) [online] Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/?Tok=44841a3d3f5203c81e1c1e71e7d6bf41&Sign=91cf9497a2655c2d7f23c13ff52f6106>
- [22] TNI 73 0331, 2013. Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet
- [23] TNI 73 0329, 2010. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy
- [24] VONKA, Martin a další, 2013. SBToolCZ pro bytové domy, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, ISBN 978-80-01-05125-2 [online]. Dostupné z: [http://www.sbtool.cz/img/metodiky/SBToolCZ\\_BD\\_2013.pdf](http://www.sbtool.cz/img/metodiky/SBToolCZ_BD_2013.pdf)
- [25] ENVIMAT. Katalog materiálů. [www.envimat.cz](http://www.envimat.cz) [online]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/materialy/>
- [26] DOLEŽÍLKOVÁ, Hana, Karel KABELE a Stanislav FROLÍK, 2006. Svázané hodnoty energie a emisí CO<sub>2</sub> v systémech TZB. [tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [online]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3250-svazane-hodnoty-energie-a-emisi-co2-v-systemech-tzb>

- [27] ČHMÚ, 2016. Znečištění ovzduší na území ČR 2016: Emise skleníkových plynů. [www.chmu.cz](http://www.chmu.cz) [online]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/X\\_skl\\_plyny\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/X_skl_plyny_CZ.html)
- [28] Emisní a konverzní faktory: INB-Podklady pro cvičení. [www.ksp.fsv.cvut.cz](http://www.ksp.fsv.cvut.cz) [online] Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=obor&type=o-b&kod=124INB1&cviceni=62>
- [29] Zjednodušená bilance solárního kolektoru [online]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>

## 10 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Globální střední teplota od r. 1880 do r. 2016, převzato z [7]</i> .....	10
<i>Obrázek 2: Koncentrace atmosférického CO<sub>2</sub> za posledních 650 tisíc let, převzato z [7]</i>	11
<i>Obrázek 3: Půdorysné schéma přízemí rodinného domu KUBIS 631 [16]</i> .....	18
<i>Obrázek 4: Půdorysné schéma podkroví rodinného domu KUBIS 631 [16]</i> .....	18
<i>Obrázek 5: Realizace rodinného domu KUBIS 631, převzato z [16]</i> .....	19
<i>Obrázek 6: Schéma podlahové konstrukce, převzato z [18]</i> .....	20
<i>Obrázek 7: Schéma obvodové stěny, převzato z [18]</i> .....	21
<i>Obrázek 8: Schéma vnitřní nosné stěny, převzato z [18]</i> .....	21
<i>Obrázek 9: Schéma nenosné vnitřní stěny, převzato z [18]</i> .....	21
<i>Obrázek 10: Schéma stropu nad přízemím, převzato z [18]</i> .....	22
<i>Obrázek 11: Skladba střešní konstrukce, převzato z [18]</i> .....	23
<i>Obrázek 12: Obálka budovy-schéma umístění systémové hranice budovy, převzato z [19]</i> .....	24
<i>Obrázek 13: Schéma energetické koncepce budovy</i> .....	26
<i>Obrázek 14: Uvažované varianty orientace rodinného domu</i> .....	30
<i>Obrázek 15: Schéma energetické koncepce domu, 2.varianta</i> .....	41
<i>Obrázek 16: Skladba podlahy na zemině, 2.varianta</i> .....	43
<i>Obrázek 17: Skladba obvodové stěny, 2.varianta</i> .....	44

## 11 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Potenciál globálního oteplování vzhledem k CO<sub>2</sub> pro různé skleníkové plyny [9]</i> .....	11
<i>Tabulka 2: Hodnocení posuzované hodnoty dle požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně</i> .....	24
<i>Tabulka 3: Výsledné hodnoty měrného tepelného toku prostupem konstrukcemi</i> .....	25
<i>Tabulka 4: Celková potřeba energie a tepla domu</i> .....	32
<i>Tabulka 5: Vyčíslení jednotlivých konstrukcí v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi výstavby</i> .....	34
<i>Tabulka 6: Emisní a konverzní faktory, převzato z [28]</i> .....	36
<i>Tabulka 7: Vyčíslení jednotlivých provozů v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi provozu</i> .....	36
<i>Tabulka 8: Vyčíslení jednotlivých konstrukcí v rámci GWP ve fázi výstavby, 2.varianta</i>	45
<i>Tabulka 9: Vyčíslení jednotlivých provozů v rámci GWP ve fázi provozu, 2.varianta</i> .....	47

## 12 Seznam grafů

<i>Graf 1: Potřeba tepla na vytápění rodinného domu v jednotlivých měsících .....</i>	28
<i>Graf 2: Celkové tepelné ztráty RD .....</i>	29
<i>Graf 3: Celkové využitelné tepelné zisky .....</i>	31
<i>Graf 4: Podíl jednotlivých potřeb energií rodinného domu.....</i>	32
<i>Graf 5: Podíl jednotlivých konstrukcí v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi výstavby .....</i>	35
<i>Graf 6: Podíl jednotlivých spotřeb v rámci potenciálu globálního oteplování ve fázi provozu .....</i>	36
<i>Graf 7: Podíl zastoupení potenciálu globálního oteplování pro RD .....</i>	38
<i>Graf 8: Podíl jednotlivých konstrukcí v rámci GWP ve fázi výstavby, 2.varianta.....</i>	46
<i>Graf 9: Podíl jednotlivých spotřeb energií v rámci GWP ve fázi provozu, 2.varianta .....</i>	47

## 13 Seznam použitých softwarů

Archicad 19

Microsoft Office Word 2016

Microsoft Office Excel 2016

Teplo 2014 EDU, Svoboda software

## 14 Seznam příloh

Příloha č.1: Zjednodušený výpočet potřeby tepla na vytápění

Příloha č.2: Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody, potřeby energie na osvětlení a pomocné energie

Příloha č.3: Environmentální vyhodnocení objektu

Příloha č.4: Zjednodušený výpočet potřeby tepla na vytápění, 2.varianta

Příloha č.5: Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody, potřeby energie na osvětlení a pomocné energie, 2.varianta

Příloha č.6: Environmentální vyhodnocení objektu, 2.varianta

Příloha č.7: Výkresová část

## Příloha č.1: Zjednodušený výpočet potřeby tepla na vytápění [21]

### 1.1 Vstupní údaje a mezivýpočty

Výpočet spočívá v bilancování tepelných ztrátách a využitelných tepelných zisků vytápěné zóny. Nejdříve spočítám dílčí položky tepelných ztrát a zisků a potom provedu výpočet potřeby tepla na vytápění.

#### Tepelné ztráty prostupem

<b>měrný tepelný tok prostupem</b>	$H_T$	$\sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tb}$	<b>65,3</b>	<b>W/K</b>
------------------------------------	-------	--	-------------	------------

Typ konstrukce	$A_i [m^2]$	$U_i [W/m^2 \cdot K]$	$b_i [-]$	$H_{Ti} [W/K]$
	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce	Činitel teplotní redukce	Měrný tepelný tok prostupem konstrukcí
obvodová stěna	160,58	0,147	1	23,6
okna	15,60	0,100	1	1,6
dveře	2,16	0,100	1	0,2
střecha šikmá (<45°)	69,50	0,182	1	12,6
podlaha na zemině	63,00	0,267	0,7	11,8

$$A = 310,84 \text{ m}^2$$

vliv všech tepelných vazeb na systémové hranici volím v závislosti na kvalitě konstrukčního řešení-budovy s mírnými tepelnými vazbami (typové či opakované řešení)  
 $\Delta U_{tb} = 0,05 W/m^2 K$

#### Tepelné ztráty větráním

<b>měrný tepelný tok větráním</b>	$H_v$	$\rho_a \cdot c_a \cdot V_a$	<b>27,23</b>	<b>W/K</b>
objemová hmotnost vzduchu	$\rho_a$		1,19	kg/m <sup>3</sup>
měrná tepelná kapacita vzduchu	$c_a$		1010	J/(kg·K)
objemová tepelná kapacita vzduchu		$c_a \cdot \rho_a$	0,34	Wh/(m <sup>3</sup> ·K)
počet osob	$n_{os}$		4	osoby
objem čerstvého vzduchu na osobu	$V_{os}$		25	m <sup>3</sup>
součinitel obsazenosti	$occup$		0,70	-
intenzita větrání obytných budov	$n_N$		0,30	h <sup>-1</sup>
Objem vzduchu ve vytápěné zóně	$V_A$		267	m <sup>3</sup>
průměrný objemový tok větracího vzduchu	$V_a$	$V_{a,d}$	80,10	m <sup>3</sup> /h
průměrný návrhový objemový tok větracího vzduchu	$V_{a,d}^*$	$n_{os} \cdot V_{os} \cdot occup$	70,00	m <sup>3</sup> /h
		$n_N \cdot V_A$	80,10	m <sup>3</sup> /h

\*volím větší z hodnot



## Tepelné vnitřní zisky

vnitřní tepelné zisky	$Q_{int}$	$n_{os} \cdot 100^{(1)} \cdot occup + n_{bj} \cdot 100^{(2)}$	
		<b>380</b>	<b>W</b>
počet osob	$n_{os}$	4	osoby
tepelný výkon na přítomnou osobu <sup>(1)</sup>		100	W/os
součinitel obsazenosti	$occup$	0,70	-
počet bytových jednotek	$n_{bj}$	1,00	-
tepelný výkon bytové jednotky <sup>(2)</sup>		100	W

<sup>(1)</sup>Metabolické teplo a teplo uvolňované do vytápěného prostoru provozem domácích spotřebičů a umělého osvětlení se uvažuje hodnotou 100 W na přítomnou osobu dle TNI 730329

<sup>(2)</sup>100 W na každou bytovou jednotku stálé produkce tepla bez ohledu na přítomnost osob dle TNI 730329

Tepelné solární zisky

ORIENTACE	místnost č.	Celková plocha okna $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Plocha zasklení $A_{gl}$ [m <sup>2</sup> ]	Započítání rámu $F_F[-]$ $A_{gl}/A_w$	Energet. propustnost zasklení $g[-]$	Odrazivost při vysokém úhlu $F_w[-]$	Korekční činitel clonění $F_c [-]$	činitel stínění horizontem $F_h [-]$	činitel stítění markýzou $F_o[-]$	činitel stíenní bočními žebry $F_f [-]$	Korekční činitel stínění $F_s [-]$	Účinná sběrná solární plocha $A_s$ [m <sup>2</sup> ]
SV	103	1,26	0,73	0,58	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,14
SV	105	0,70	0,36	0,51	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,07
JZ	106	1,45	0,95	0,65	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,18
JZ	104	3,89	3,02	0,78	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,59
SZ	104	1,14	0,70	0,61	0,62	0,9	0,35	0,75	1	1	0,75	0,10
SV	205	1,26	0,73	0,58	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,14
JV	206	1,26	0,73	0,58	0,62	0,9	0,35	0,75	1	1	0,75	0,11
JZ	202	1,26	0,73	0,58	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,14
JZ	204	0,70	0,36	0,51	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,07
JZ	205	1,26	0,73	0,58	0,62	0,9	0,35	1	1	1	1	0,14
SZ	205	0,63	0,31	0,50	0,62	0,9	0,35	0,85	1	1	0,85	0,05

orientace→ měsíc↓	SV	JV	JZ	SZ
	Intenzita záření H [kWh/m <sup>2</sup> ] dle TNI 73 0331			
leden	8,2	26,8	26,8	8,2
únor	14,8	41	41	14,8
březen	29,8	64,7	64,7	29,8
duben	50,4	86,4	86,4	50,4
květen	65,5	92,3	92,3	65,5
červen	70,6	87,8	87,8	70,6
červenec	66,2	85,6	85,6	66,2
srpen	56,5	94,5	94,5	56,5
září	35,3	69,1	69,1	35,3
říjen	21,6	60,3	60,3	21,6
listopad	9,4	33,8	33,8	9,4
prosinec	6	23,1	23,1	6
celkem	434,3	765,4	765,4	434,3

Účinná sběrná solární plocha $A_s$ [m <sup>2</sup> ]	0,14	0,07	0,18	0,59	0,10	0,14	0,11	0,14	0,07	0,14	0,05	celkem
	Solární tepelné zisky $A_s \cdot H$ [kWh]											
leden	1,2	0,6	5,0	15,8	0,8	1,2	2,9	3,8	1,9	3,8	0,4	37,4
únor	2,1	1,0	7,6	24,2	1,5	2,1	4,4	5,9	2,9	5,9	0,8	58,4
březen	4,3	2,1	12,0	38,2	3,0	4,3	7,0	9,3	4,5	9,3	1,5	95,4
duben	7,2	3,5	16,0	51,0	5,1	7,2	9,3	12,4	6,1	12,4	2,6	132,9
květen	9,4	4,6	17,1	54,5	6,7	9,4	9,9	13,2	6,5	13,2	3,4	147,9
červen	10,1	5,0	16,2	51,8	7,2	10,1	9,4	12,6	6,2	12,6	3,7	144,9
červenec	9,5	4,6	15,8	50,5	6,8	9,5	9,2	12,3	6,0	12,3	3,4	139,9
srpen	8,1	4,0	17,5	55,8	5,8	8,1	10,2	13,5	6,6	13,5	2,9	146,0
září	5,1	2,5	12,8	40,8	3,6	5,1	7,4	9,9	4,9	9,9	1,8	103,7
říjen	3,1	1,5	11,2	35,6	2,2	3,1	6,5	8,6	4,2	8,6	1,1	85,8
listopad	1,3	0,7	6,3	20,0	1,0	1,3	3,6	4,8	2,4	4,8	0,5	46,7
prosinec	0,9	0,4	4,3	13,6	0,6	0,9	2,5	3,3	1,6	3,3	0,3	31,7

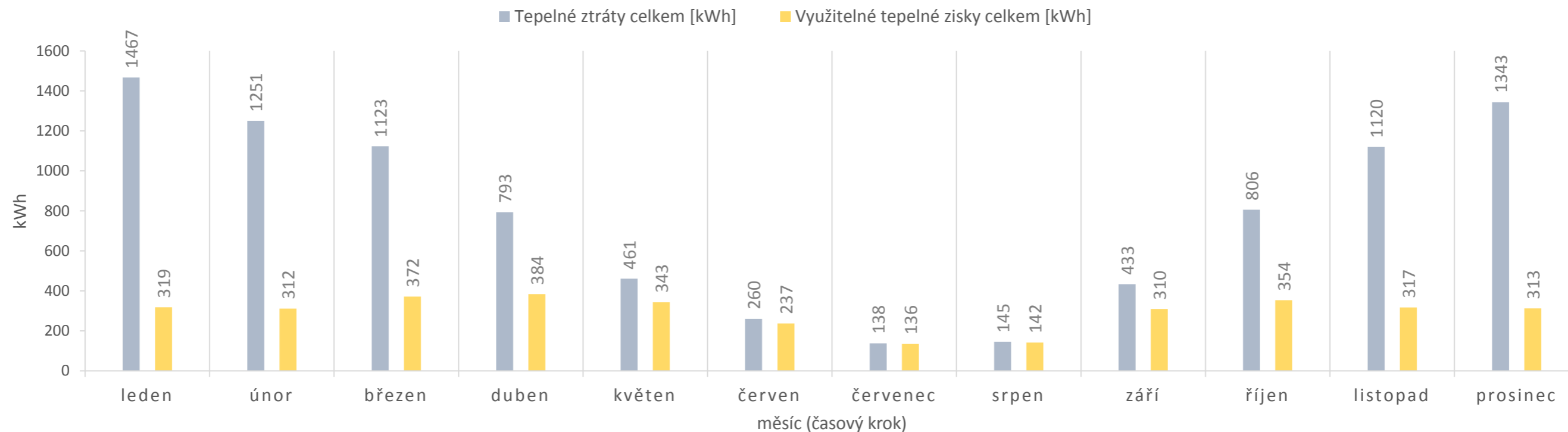
## 1.2 Výpočet potřeby tepla na vytápění a graf tepelné bilance objektu

Návrhová vnitřní teplota je zvolena 20°C

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	CELKEM	
hodin v měsíci [h]	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Průměrná venkovní teplota [°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5		
Tepelná ztráta prostupem [kWh]	1036	883	792	560	326	183	97	102	306	569	790	948	6592	61,3
Tepelná ztráta větráním [kWh]	432	368	330	233	136	76	41	43	127	237	329	395	2747	25,5
Tepelné ztráty celkem [kWh]	1467	1251	1123	793	461	260	138	145	433	806	1120	1343	9340	86,8
Tepelné vnitřní zisky [kWh]	283	255	283	274	283	274	283	283	274	283	274	283	3329	30,9
Tepelné zisky solární [kWh]	37	58	95	133	148	145	140	146	104	86	47	32	1171	10,9
Tepelné zisky celkem [kWh]	320	314	378	406	431	419	423	429	377	369	320	314	4499	41,8
faktor využitelnosti	0,995	0,993	0,983	0,946	0,797	0,567	0,321	0,332	0,821	0,960	0,989	0,994		
Využitelné tepelné zisky celkem [kWh]	319	312	372	384	343	237	136	142	310	354	317	313	3538	32,9
Potřeba tepla na vytápění [kWh]	1149	939	751	409	118	23	2	2	123	452	803	1031	5802	46,0

Účinná vnitřní tepelná kapacita zóny je uvažována 11836000 J/K

### TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU



## Příloha č.2: Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody, potřeby energie na osvětlení a pomocné energie

### Potřeba tepla na ohřev teplé vody

<b>Potřeba tepla na ohřev teplé vody</b>	<b>2200</b>	<b>kWh/rok</b>
pro rodinné domy [23]	550	kWh/os rok
počet osob	4	osoby

### Potřeba energie na osvětlení

<b>Potřeba energie na osvětlení</b>	$W_L$	<b>484,2</b>	<b>kWh/rok</b>
$W_L = W_{L,p} \cdot A_f + W_{L,A} \cdot A_f$ [22]			
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	$W_{L,A}$	4,5	kWh/m <sup>2</sup> ·rok
celková podlahová plocha zóny	$A_f$	107,6	m <sup>2</sup>
<p>Hodnota parametru <math>W_{L,p}</math> (roční ztrátová elektrická energie příslušného systému osvětlení) je ve výpočtu zohledněna pouze v případě, je-li v budově systém nouzového osvětlení a řídicího systému instalován. V rodinných domech a většině bytových domů je zpravidla <math>W_{L,p} = 0</math></p>			

### Potřeba celkové pomocné energie

<b>Potřeba celkové pomocné elektrické energie</b>	<b>100</b>	<b>kWh/rok</b>
Způsob vytápění a větrání →		
teplovodní vytápění, nucené větrání s rekuperací tepla		[23]

## Příloha č.3: Environmentální vyhodnocení objektu

### 3.1 Fáze výstavby

MATERIÁL / KONSTRUKCE	MNOŽSTVÍ / HMOTNOSTI			HMOTNOST	GWP		
				[kg]	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	
<b>Základové konstrukce (včetně hydroizolace, bez tepelné izolace)</b>							
beton (základové pasy)	13,436	m <sup>3</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>	32246,4	0,0670	2159,5
betonové tvárnice	90	ks	29,7	kg/ks	2673,0	0,1213	324,2
beton (ztrac.bednění 0,2m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	2,240	m <sup>3</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>	5376,0	0,0670	360,0
podsypan z drčeného kameniva	12,600	m <sup>3</sup>	1650	kg/m <sup>3</sup>	20790,0	0,0044	91,4
výztuž	5,000	ks	5,4	kg/ks	27,0	1,4820	40,0
podkladní beton ( tl.50mm)	3,150	m <sup>3</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>	7560,0	0,0670	506,3
hydroizolace (živič.asfalt.pás)	63,000	m <sup>2</sup>	4,1	kg/m <sup>2</sup>	258,3	1,1650	300,9
beton (základová deska)	8,190	m <sup>3</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>	19656,0	0,0670	1316,3
výztuž	78,000	m <sup>2</sup>	5,4	kg/m <sup>2</sup>	421,2	1,4820	624,2
celkem							<b>5722,9</b>
<b>Svislé nosné konstrukce</b>							
<b>- obvodové stěny</b>							
venkovní strukturovaná omítka 2mm	0,322	m <sup>3</sup>	375	kg/m <sup>3</sup>	120,8	0,7700	93,0
cementová stěrka	0,805	m <sup>3</sup>	1500	kg/m <sup>3</sup>	1207,5	0,1907	230,2
dřevěné prvky vodorovné	2,437	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	974,7	0,1874	182,6
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	4,136	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	4135,5	0,2930	1211,5
dřevěné stojky 120x60 po 0,6m	1,484	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	593,8	0,1874	111,2
parozábrana alujet af super(Polyetylen LDPE)	136,070	m <sup>2</sup>	13,4	kg/100m <sup>2</sup>	18,2	2,1016	38,3
<b>- vnitřní nosné stěny</b>							
dřevěné prvky vodorovné	0,601	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	240,3	0,1874	45,0
dřevěné stojky 120x60 po 0,6m	0,617	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	246,7	0,1874	46,2
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,542	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1542,0	0,2930	451,7
dřevěný sloup 180x180	0,144	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	57,6	0,1874	10,8
celkem							<b>2420,7</b>
<b>Vodorovné nosné konstrukce stropů</b>							
<b>- strop nad 1.NP</b>							
sdk desky 2x12,5mm	1,345	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1345,0	0,3543	476,5
dřevěný rošt 60x30mm	0,161	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	64,6	0,1874	12,1
dřevěné stropní nosníky 60x240mm	3,433	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	1373,2	0,1874	257,3
dřevotřískový záklop 22mm	1,311	m <sup>3</sup>	680	kg/m <sup>3</sup>	891,6	0,3881	346,0
celkem							<b>1091,9</b>
<b>Schodiště</b>							
dřevěná konstrukce	0,277	m <sup>3</sup>	495	kg/m <sup>3</sup>	137,2	0,4179	57,3
celkem							<b>57,3</b>
<b>Zábradlí</b>							
dřevěná konstrukce	0,081	m <sup>3</sup>	495	kg/m <sup>3</sup>	40,1	0,4179	16,8
celkem							<b>16,8</b>
<b>Příčky (včetně povrchů)</b>							
dřevěné prvky vodorovné	0,195	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	78,0	0,1874	14,6
dřevěné stojky 60x60 po 0,6m	0,251	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	100,5	0,1874	18,8
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,351	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1351,1	0,2930	395,8
celkem							<b>429,3</b>
<b>Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť</b>							
střešní betonové tašky	70,300	m <sup>2</sup>	42,5	kg/m <sup>2</sup>	2987,8	0,2087	623,7
kontralatě+latě 33x50mm	0,753	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	301,4	0,1874	56,5
pojistná hi - folie TYVEK (HDPE)	38,665	m <sup>2</sup>	82	*g/m <sup>2</sup>	3,2	1,9485	6,2
DHF deska	1,055	m <sup>3</sup>	650	kg/m <sup>3</sup>	685,4	0,6504	445,8
dřevěné střešní nosníky	1,598	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	639,4	0,1874	119,8
dřevěné hranoly	0,410	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	164,2	0,1874	30,8
parozábrana	38,665	m <sup>2</sup>	13,4	kg/100m <sup>2</sup>	5,2	2,1016	10,9
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,055	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1054,5	0,2930	308,9
celkem							<b>1602,5</b>

MATERIÁL / KONSTRUKCE	MNOŽSTVÍ / HMOTNOSTI				HMOTNOST	GWP	
					[kg]	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.
<b>Povrchové úpravy stěn (stěrky, obklady stěn)</b>							
stěrka Q2 sádrová (obvodové stěny)	0,124	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	222,7	0,0805	17,9
stěrka Q2 sádrová (vnitřní nosné stěny)	0,103	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	185,0	0,0805	14,9
stěrka Q2 sádrová (stropy)	0,219	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	394,2	0,0805	31,8
stěrka Q2 sádrová (příčky)	0,084	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	150,8	0,0805	12,1
keramický obklad stěny (koupelny)	28,980	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	434,7	0,7817	339,8
keramický obklad stěny (kuchyně)	5,970	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	89,6	0,7817	70,0
celkem							486,6

<b>Konstrukce podlah (roznášecí, pochozí vrstvy)</b>							
<b>- 1.NP</b>							
PE folie	69,300	m <sup>2</sup>	13,4	kg/100m <sup>2</sup>	9,3	2,1016	19,5
suchý podsyp	1,076	m <sup>3</sup>	370	kg/m <sup>3</sup>	398,1		
fermacell podlah.dílec 25mm	1,365	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1365,0	0,2930	399,9
mirelon	0,088	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	1,8	4,8451	8,5
podlahová krytina-laminová	0,206	m <sup>3</sup>	850	kg/m <sup>3</sup>	174,8	0,2795	48,8
podlahová krytina-keram.dlažba	21,780	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	326,7	0,7817	255,4
celkem							1558,3
<b>- 2.NP</b>							
mirelon-polyuretan	0,538	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	10,8	4,8451	52,1
dřevovlákn.deska HOBRA 60mm	3,228	m <sup>3</sup>	300	kg/m <sup>3</sup>	968,4	0,1854	179,5
fermacell podlah.dílec 25mm	1,345	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1345,0	0,2930	394,0
mirelon	0,117	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	2,3	4,8451	11,4
laminátová podlah.krytina	0,391	m <sup>3</sup>	850	kg/m <sup>3</sup>	332,4	0,2795	92,9
podlahová krytina-keram.dlažba	8,210	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	123,2	0,7817	96,3
celkem							1558,3

<b>Tepelné a akustické izolace</b>							
EPS 2x50mm (základová deska)	5,460	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	109,2	4,2121	460,0
zateplení soklu Perimetr 50mm	0,671	m <sup>3</sup>	30	kg/m <sup>3</sup>	20,1	4,2121	84,8
EPS 100mm (fasáda)	16,100	m <sup>3</sup>	15	kg/m <sup>3</sup>	241,5	3,4554	834,5
minerální vata 120mm (obvod.stěny)	13,360	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	534,4	1,1331	605,5
minerální vata 40mm (předstěna)	4,453	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	178,1	1,4958	266,4
minerální vata 120mm(nosné vnitřní stěny)	5,551	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	222,0	1,4958	332,1
minerální vata 60mm (příčky)	2,262	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	90,5	1,4958	135,3
minerální vata 120mm (strop nad 1.NP)	3,719	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	148,8	1,1331	168,6
minerální vata 120+60mm (střecha)	11,056	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	442,2	1,1331	501,1
minerální vata 60mm (podhled)	3,694	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	147,7	1,1331	167,4
celkem							3555,7

<b>Otvorové výplně</b>							
dveře exteriérové	1	ks	50	kg/ks	50,0	2,4608	123,0
dveře interiérové	7	ks	15	kg/ks	105,0	1,3345	140,1
okna plastová -rám, křídlo	95,380	m	3,5	kg/m	333,8	2,6049	869,6
zasklení trojsklo	9,367	m <sup>2</sup>	35	kg/m <sup>2</sup>	327,9	1,8926	620,5
celkem							1753,2

MATERIÁL	MNOŽSTVÍ / HMOTNOSTI				GWP		
					kg CO <sub>2</sub> ekv./ks	kg CO <sub>2</sub> ekv.	
<b>Systémy TZB</b>							
tepelné čerpadlo vzduch-voda	1	ks			398,0	398,0	
<b>celkem kgCO<sub>2</sub> ekv.</b>							<b>18695,2</b>

### 3.2 Fáze provozu

Položka	Zdroj tepla	Potřeba tepla (kWh)	Celková účinnost přeměny energie na teplo potřebné pro vytápění dle TNI 73 0329 $\eta$ (-)	Jmenovitý topný faktor tepelného čerpadla*	Dodaná elektrická energie		GWP [ $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ ]-elektrická energie mix ČR (kg $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ / MJ)	GWP [ $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ ]-elektrická energie mix ČR (kg $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ / rok)
					(kWh)	(MJ)		
Vytápění	TČ	5802,2	0,95-COP	3	2035,9	7329,1	0,2110	1546,4
Příprava teplé vody	TČ	2200,0	0,95-COP	3	771,9	2778,9	0,2110	586,4

\*COP - referenční hodnota dle vyhlášky 73/2013-ČSN EN 14511-2

Položka	Dodaná elektrická energie		GWP [ $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ ]-elektrická energie mix ČR (kg $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ / rok)
	(kWh)	(MJ)	
Osvětlení	484,2	1743,1	367,8
Pomocné energie	100,0	360,0	76,0

<b>celkem</b>	<b>2576,5</b>	<b>kg <math>\text{CO}_{2,\text{ekv.}}</math>/rok</b>
---------------	---------------	--

## Příloha č.4: Zjednodušený výpočet potřeby tepla na vytápění, 2.varianta [21]

### 4.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla navržených konstrukcí

Výpočet byl proveden pomocí softwaru Teplo 2014 EDU, Svoboda software

#### 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 EDU

Název úlohy : **Podlaha na zemině**

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dřevovláknité	0,0400	0,050	1380,0	230,0	5,0	0,0000
2	A 330 H	0,0010	0,2100	1470,0	1200,0	1700,0	0,0000
3	Železobeton	0,2000	1,5000	1020,0	2400,0	29,0	0,0000
4	XPS	0,2000	0,0390	2060,0	28,0	85,0	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	Dřevovláknité desky	---
2	hydroizolace	---
3	Železobeton	---
4	XPS	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

#### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 6.136 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.166 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 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.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

STOP, Teplo 2014 EDU



## 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 EDU**

Název úlohy : **Obvodová stěna**

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	Minerální vlák	0,0400	0,0380	900,0	75,0	1,5	0.0000
3	OSB desky	0,0150	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
4	foukaná. izo	0,2600	0,0420*	958,2	66,8	1,0	0.0000
5	dřevovlák.tuhá	0,0400	0,050	2100,0	270,0	5,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	Minerální vlákna 2 (po roce 2003)	---
3	OSB desky	---
4	dřevovlák. izolace	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	dřevovlák.tuhá	---

### 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

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 8.371 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.119 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 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.

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

Roční cyklus č. 1

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

STOP, Teplo 2014 EDU

## 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 EDU**

Název úlohy: **Střecha**

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	OSB desky	0,0180	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0,0000
2	foukání izolace	0,3000	0,0420*	2084,8	60,1	1,0	0,0000
3	DHF deska	0,0150	0,1000	1630,0	600,0	11,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	OSB desky	---
2	foukání dř. izolace	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
3	Dřevotřísnité desky lisované 1	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.10 m2K/W

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 7.606 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.131 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m2K

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

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

STOP, Teplota 2014 EDU

## 4.2 Vstupní údaje a mezivýpočty

### Tepelné ztráty prostupem

<b>měrný tepelný tok prostupem</b>	$H_T$	$\sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tb}$	44,3	<b>W/K</b>
------------------------------------	-------	--	------	------------

<b>Typ konstrukce</b>	<b><math>A_i</math> [m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>U_i</math> [W/m<sup>2</sup>·K]</b>	<b><math>b_i</math> [-]</b>	<b><math>H_{ti}</math> [W/K]</b>
	<b>Plocha konstrukce</b>	<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b>Činitel teplotní redukce</b>	<b>Měrný tepelný tok prostupem konstrukcí</b>
obvodová stěna	164,74	0,120	1	19,8
okna	15,60	0,080	1	1,2
dveře	2,16	0,100	1	0,2
střecha šikmá (<45°)	69,50	0,130	1	9,0
podlaha na zemině	66,20	0,166	0,7	7,7

$$A = 318,20 \text{ m}^2$$

*vliv všech tepelných vazeb na systémové hranici volím v závislosti na kvalitě konstrukčního řešení - budovy s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami  $\Delta U_{tb} = 0,02 \text{ W/m}^2 \text{ K}$*

### Tepelné ztráty větráním

Shodné s výchozí variantou viz. Příloha č.1

### Tepelné vnitřní zisky

Shodné s výchozí variantou viz. Příloha č.1

### Tepelné solární zisky

Shodné s výchozí variantou viz. Příloha č.1

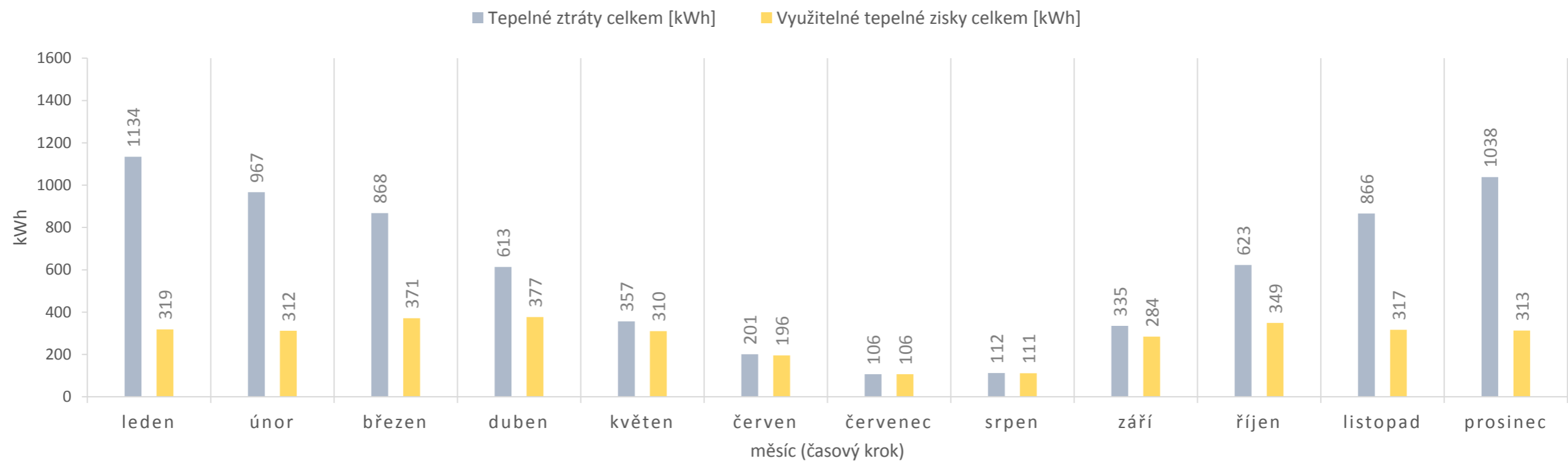
#### 4.3 Výpočet potřeby tepla na vytápění a graf tepelné bilance objektu, 2.varianta

Návrhová vnitřní teplota je zvolena 20°C

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	CELKEM	
hodin v měsíci [h]	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Průměrná venkovní teplota [°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5		
Tepelná ztráta prostupem [kWh]	702	599	538	380	221	124	66	69	207	386	536	643	4472	41,6
Tepelná ztráta větráním [kWh]	432	368	330	233	136	76	41	43	127	237	329	395	2747	25,5
Tepelné ztráty celkem [kWh]	1134	967	868	613	357	201	106	112	335	623	866	1038	7219	67,1
Tepelné vnitřní zisky [kWh]	283	255	283	274	283	274	283	283	274	283	274	283	3329	30,9
Tepelné zisky solární [kWh]	37	58	95	133	148	145	140	146	104	86	47	32	1171	10,9
Tepelné zisky celkem [kWh]	320	314	378	406	431	419	423	429	377	369	320	314	4499	41,8
faktor využitelnosti	0,996	0,993	0,980	0,928	0,721	0,467	0,251	0,260	0,752	0,948	0,989	0,995		
Využitelné tepelné zisky celkem [kWh]	319	312	371	377	310	196	106	111	284	349	317	313	3364	31,3
Potřeba tepla na vytápění [kWh]	815	655	497	236	46	5	0	0	51	274	549	725	3855	30,6

Účinná vnitřní tepelná kapacita zóny je uvažována 11836000 J/K

#### TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

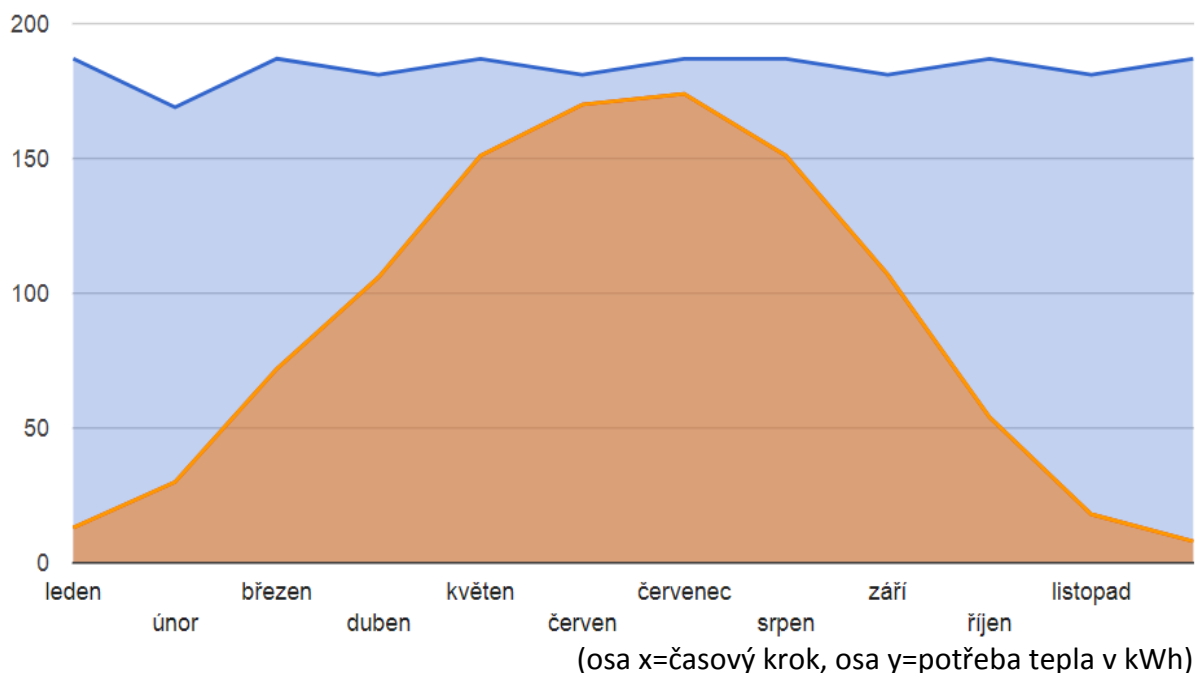


## Příloha č.5: Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody, potřeby energie na osvětlení a pomocné energie, 2.varianta

### Potřeba tepla na ohřev teplé vody

<b>potřeba tepla na ohřev teplé vody</b>	$Q_{TUV} = Q_n \cdot n$	2200	kWh/rok
pro rodinné domy [23]	$Q_n$	550	kWh/os rok
počet osob	$n$	4	osoby
parametry solárních kolektorů [29]			
Optická účinnost	$\eta_o$	0,8	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru	$a_1$	3,1	W/m <sup>2</sup> .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru	$a_2$	0,005	W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>
Počet kolektorů		1	ks
Plocha apertury solárního kolektoru	$A_{k1}$	2,5	m <sup>2</sup>
Celková plocha apertury kolektorů		2,5	m <sup>2</sup>
Sklon kolektoru	$\beta$	30	°
Azimut kolektoru (jih = 0°)	$\gamma$	45	°
<b>Potřeba tepla na přípravu TUV</b>		<b>2200</b>	<b>kWh/rok</b>
<b>Pokrytí potřeby tepla na přípravu TUV</b>	<b>48 %</b>	<b>1056</b>	<b>kWh/rok</b>

graf zobrazující pokrytí potřeby tepla solární energií, převzato z [29]



### Potřeba energie na osvětlení

Shodné s výchozí variantou viz. Příloha č.2

### Potřeba celkové pomocné energie

Shodné s výchozí variantou viz. Příloha č.2

## Příloha č.6: Environmentální vyhodnocení objektu, 2.varianta

### 6.1 Fáze výstavby

MATERIÁL / KONSTRUKCE	MNOŽSTVÍ / HMOTNOSTI				HMOTNOST	GWP	
					[kg]	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.
<b>Základové konstrukce (včetně hydroizolace, bez tepelné izolace)</b>							
podsypan z drčeného kameniva	12,60	m <sup>3</sup>	1650	kg/m <sup>3</sup>	20790,0	0,0044	91,4
hydroizolace (živič.asfalt.pás)	63,00	m <sup>2</sup>	4,1	kg/m <sup>2</sup>	258,3	1,1650	300,9
beton (základová deska)	12,60	m <sup>3</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>	30240,0	0,0670	2025,1
výztuž	78,00	m <sup>2</sup>	5,4	kg/m <sup>2</sup>	421,2	1,4820	624,2
							<b>celkem</b>
							<b>3041,7</b>
<b>Svislé nosné konstrukce</b>							
<b>- obvodové stěny</b>							
venkovní strukturovaná omítka 2mm	0,32	m <sup>3</sup>	375	kg/m <sup>3</sup>	120,8	0,7700	93,0
cementová stěrka	0,81	m <sup>3</sup>	1500	kg/m <sup>3</sup>	1207,5	0,1907	230,2
dřevěné prvky vodorovné	2,92	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	1169,1	0,1874	219,0
OSB desky	2,28	m <sup>3</sup>	650	kg/m <sup>3</sup>	1482,0	0,4813	713,3
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 12,5 mm	1,55	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1546,3	0,2930	453,0
dřevěné svislé prvky	2,47	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	989,6	0,1874	185,4
<b>- vnitřní nosné stěny</b>							
dřevěné prvky vodorovné	0,60	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	240,3	0,1874	45,0
dřevěné stojky 120x60 po 0,6m	0,62	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	246,7	0,1874	46,2
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,54	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1542,0	0,2930	451,7
dřevěný sloup 180x180	0,14	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	57,6	0,1874	10,8
							<b>celkem</b>
							<b>2447,7</b>
<b>Vodorovné nosné konstrukce stropů</b>							
<b>- strop nad 1.NP</b>							
SDK desky 2x12,5mm	1,35	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1345,0	0,3543	476,5
dřevěný rošt 60x30mm	0,16	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	64,6	0,1874	12,1
dřevěné stropní nosníky 60x240mm	3,43	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	1373,2	0,1874	257,3
dřevotřískový záklop 22mm	1,31	m <sup>3</sup>	680	kg/m <sup>3</sup>	891,6	0,3881	346,0
							<b>celkem</b>
							<b>1091,9</b>
<b>Schodiště</b>							
dřevěná konstrukce	0,28	m <sup>3</sup>	495	kg/m <sup>3</sup>	137,2	0,4179	57,3
							<b>celkem</b>
							<b>57,3</b>
<b>Zábradlí</b>							
dřevěná konstrukce	0,08	m <sup>3</sup>	495	kg/m <sup>3</sup>	40,1	0,4179	16,8
							<b>celkem</b>
							<b>16,8</b>
<b>Příčky (včetně povrchů)</b>							
dřevěné prvky vodorovné	0,20	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	78,0	0,1874	14,6
dřevěné stojky 60x60 po 0,6m	0,25	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	100,5	0,1874	18,8
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,35	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1351,1	0,2930	395,8
							<b>celkem</b>
							<b>429,3</b>
<b>Nosná konstrukce střešního pláště a střešní plášť</b>							
střešní betonové tašky	70,30	m <sup>2</sup>	42,5	*kg/m <sup>2</sup>	2987,8	0,2087	623,7
kontralatě+latě 40x60mm	1,10	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	438,3	0,1874	82,1
DHF deska	1,05	m <sup>3</sup>	650	kg/m <sup>3</sup>	685,4	0,6504	445,8
dřevěné střešní I nosníky	0,91	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	362,9	0,4179	151,6
dřevěný rošt 60x40mm	0,35	m <sup>3</sup>	400	kg/m <sup>3</sup>	138,2	0,1874	25,9
osb deska	1,27	m <sup>3</sup>	650	kg/m <sup>3</sup>	822,5	0,4813	395,9
sádrovláknitá deska Fermcell, tl. 15 mm	1,05	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1054,5	0,2930	308,9
							<b>celkem</b>
							<b>2034,0</b>

MATERIÁL / KONSTRUKCE	MNOŽSTVÍ / HMOTNOSTI				HMOTNOST	GWP	
					[kg]	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.
<b>Povrchové úpravy stěn (stěrky, obklady stěn)</b>							
stěrka Q2 sádrová (obvodové stěny)	0,12	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	222,7	0,0805	17,9
stěrka Q2 sádrová (vnitřní nosné stěny)	0,10	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	185,0	0,0805	14,9
stěrka Q2 sádrová (příčky)	0,08	m <sup>3</sup>	1800	kg/m <sup>3</sup>	150,8	0,0805	12,1
keramický obklad stěny (koupelny)	28,98	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	434,7	0,7817	339,8
keramický obklad stěny (kuchyně)	5,97	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	89,6	0,7817	70,0
celkem							454,8
<b>Konstrukce podlah (roznášecí, pochozí vrstvy)</b>							
<b>- 1.NP</b>							
fermacell podlah.dílec 25mm	1,37	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1365,0	0,2930	399,9
mirelon	0,09	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	1,8	4,8451	8,5
podlahová krytina-laminová	0,21	m <sup>3</sup>	850	kg/m <sup>3</sup>	174,8	0,2795	48,8
podlahová krytina-keram.dlažba	21,78	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	326,7	0,7817	255,4
<b>- 2.NP</b>							
mirelon-polyuretan	0,54	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	10,8	4,8451	52,1
dřevovlákn.deska HOBRA 60mm	3,23	m <sup>3</sup>	300	kg/m <sup>3</sup>	968,4	0,1854	179,5
fermacell podlah.dílec 25mm	1,35	m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	1345,0	0,2930	394,0
mirelon	0,12	m <sup>3</sup>	20	kg/m <sup>3</sup>	2,3	4,8451	11,4
laminátová podlah.krytina	0,39	m <sup>3</sup>	850	kg/m <sup>3</sup>	332,4	0,2795	92,9
podlahová krytina-keram.dlažba	8,21	m <sup>2</sup>	15	kg/m <sup>2</sup>	123,2	0,7817	96,3
celkem							1538,8
<b>Tepelné a akustické izolace</b>							
XPS 2x100mm (základová deska)	12,60	m <sup>3</sup>	25	kg/m <sup>3</sup>	315,0	3,8205	1203,5
XPS 160mm (sokl)	2,15	m <sup>3</sup>	25	kg/m <sup>3</sup>	53,7	3,8205	205,0
dřevovláknitá deska tuhá 40mm	6,44	m <sup>3</sup>	180	kg/m <sup>3</sup>	1159,2	0,6504	753,9
foukaná celulóza 260mm (obvod.stěny)	32,16	m <sup>3</sup>	50	kg/m <sup>3</sup>	1608,1	0,3678	591,4
minerální vata 40mm (předstěna)	4,45	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	178,1	1,1331	201,8
foukaná celulóza (nosné vnitřní stěny)	5,55	m <sup>3</sup>	50	kg/m <sup>3</sup>	277,6	0,3678	102,1
foukaná celulóza 60mm (příčky)	2,26	m <sup>3</sup>	50	kg/m <sup>3</sup>	113,1	0,3678	41,6
minerální vata 120mm (strop nad 1.NP)	3,72	m <sup>3</sup>	40	kg/m <sup>3</sup>	148,8	1,1331	168,6
foukaná celulóza 300mm (střecha)	20,18	m <sup>3</sup>	50	kg/m <sup>3</sup>	1009,1	0,3678	371,2
celkem							3639,1
<b>Otvorové výplně</b>							
dveře exteriérové	1,00	ks	50	kg/ks	50,0	2,4608	123,0
dveře interiérové	7,00	ks	15	kg/ks	105,0	1,3345	140,1
okna dřevěná -rám, křídlo	95,38	m	3,5	kg/m	333,8	1,6347	545,7
zasklení trojsklo	9,37	m <sup>2</sup>	35	kg/m <sup>2</sup>	327,9	1,8926	620,5
celkem							1429,4
<b>Systémy TZB</b>							
<b>Systémy TZB</b>							
tepelné čerpadlo vzduch-voda	1	ks				398,0	398,0
						kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> ekv.
solární kolektor	2,5	m <sup>2</sup>				124,0	310,0
celkem							708,0
<b>celkem kgCO<sub>2</sub> ekv.</b>							<b>16888,8</b>

## 6.2 Fáze provozu

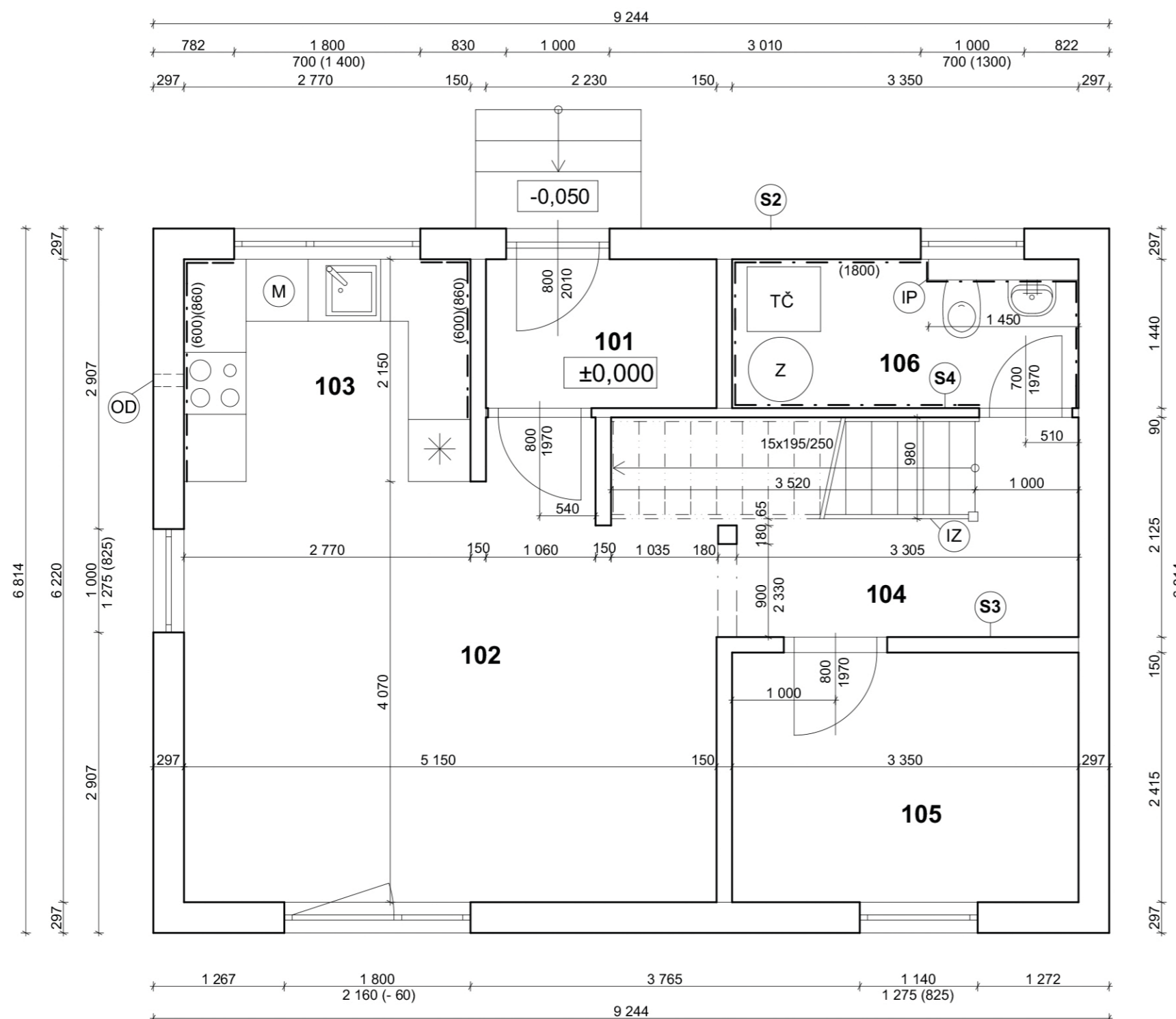
Položka	Zdroj tepla	Potřeba tepla (kWh)	Celková účinnost přeměny energie na teplo potřebné pro vytápění dle TNI 73 0329	Jmenovitý topný faktor tepelného čerpadla*	Dodaná elektrická energie		GWP [CO <sub>2,ekv.</sub> ] -elektrická energie mix ČR
					(kWh)	(MJ)	
Vytápění	TČ	3854,9	0,95·COP	3	1352,6	4869,3	1027
Příprava teplé vody	TČ	1100,0	0,95·COP	3	386,0	1389,5	293
	solární kolektor	1100,0				3960,0	11

\*COP - referenční hodnota dle vyhlášky 73/2013-ČSN EN 14511-2

Položka	Dodaná elektrická energie		GWP [CO <sub>2,ekv.</sub> ] -elektrická energie mix ČR
	(kWh)	(MJ)	
Osvětlení	484,2	1743,1	368
Pomocné energie	100,0	360,0	76

<b>celkem</b>	<b>1764</b>	<b>kg CO<sub>2,ekv.</sub>/rok</b>
---------------	-------------	-----------------------------------





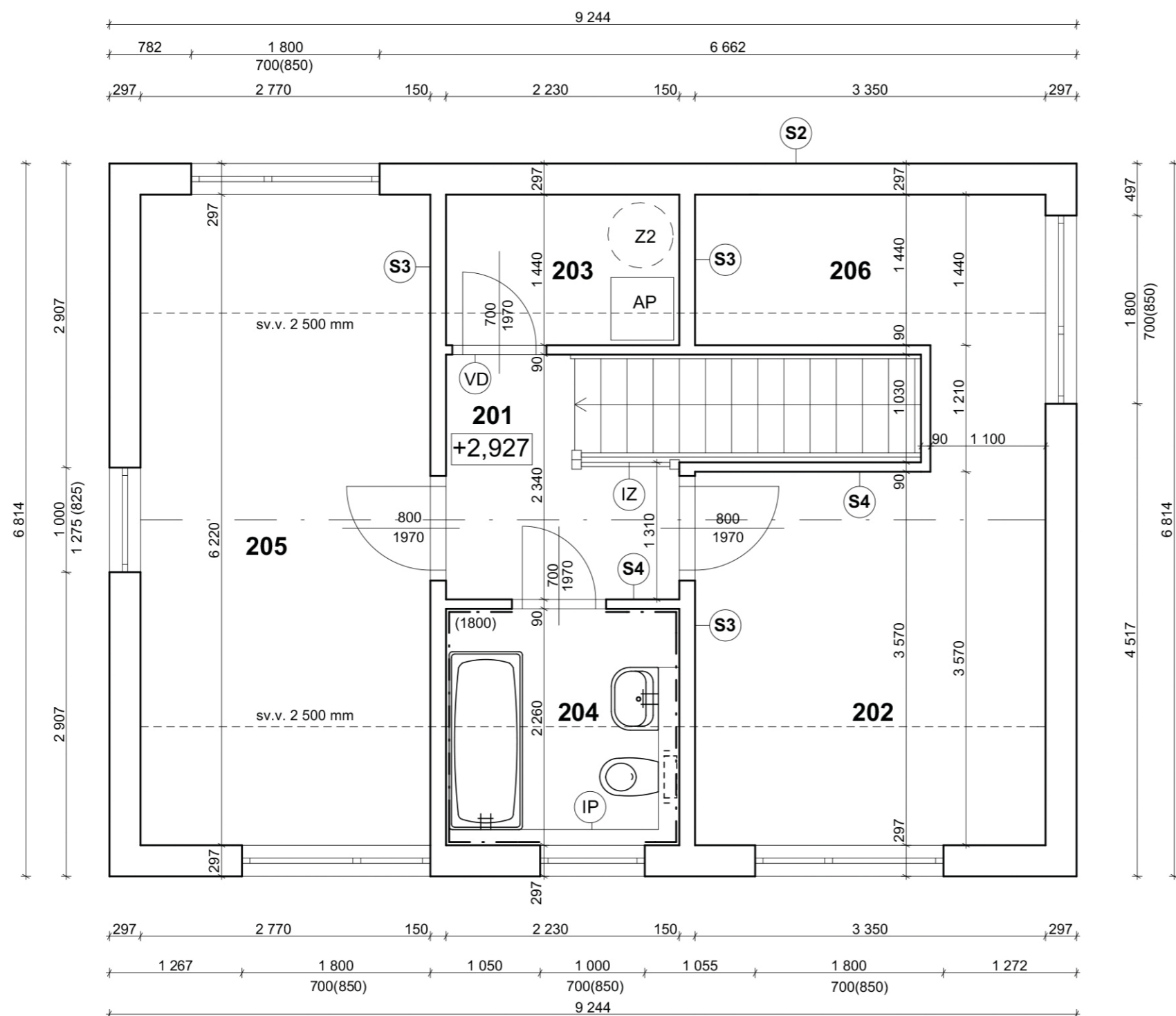
### LEGENDA MÍSTNOSTÍ :

ČÍSLO	ÚČEL MÍSTNOSTI	PODLAHA	PLOCHA m <sup>2</sup>
101	ZÁDVEŘÍ	KERAM.DLAŽBA	3,10
102	CHODBA + SCHODIŠTĚ	KERAM.DLAŽBA	4,96
103	KUCHYŇSKÝ KOUT	KERAM.DLAŽBA	5,82
104	OBÝVACÍ POKOJ	LAMINÁTOVÁ	21,31
105	TECH.MÍSTNOST+WC	KERAM.DLAŽBA	4,66
106	PRACOVNA	LAMINÁTOVÁ	8,05

### LEGENDA:

- ⊙ OD ODTAH OD DIGESTOŘE
  - ⊙ M MYČKA NÁDOBÍ
  - ⊙ TČ TEPELNÉ ČERPADLO vzduch-voda vnitřní jednotka
  - ⊙ Z ZÁSOBNÍK TUV
  - ⊙ IZ INTERIÉROVÉ ZÁBRADLÍ-DŘEVĚNÉ
  - ⊙ IP INSTALAČNÍ PŘEDSTĚNA
  
  - ⊙ S2 SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY
  - ⊙ S3 SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY
  - ⊙ S4 SKLADBA VNITŘNÍ NENOSNÉ STĚNY
- PODROBNĚJI viz. výkres SKLADBY KONSTRUKCÍ

Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	 Fakulta stavební	
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018		
Diplomová práce			
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum	12/2017
Výkres	Púdorys přízemí	Meřítko	1:50
		Formát	A3
		Výkres č.	01



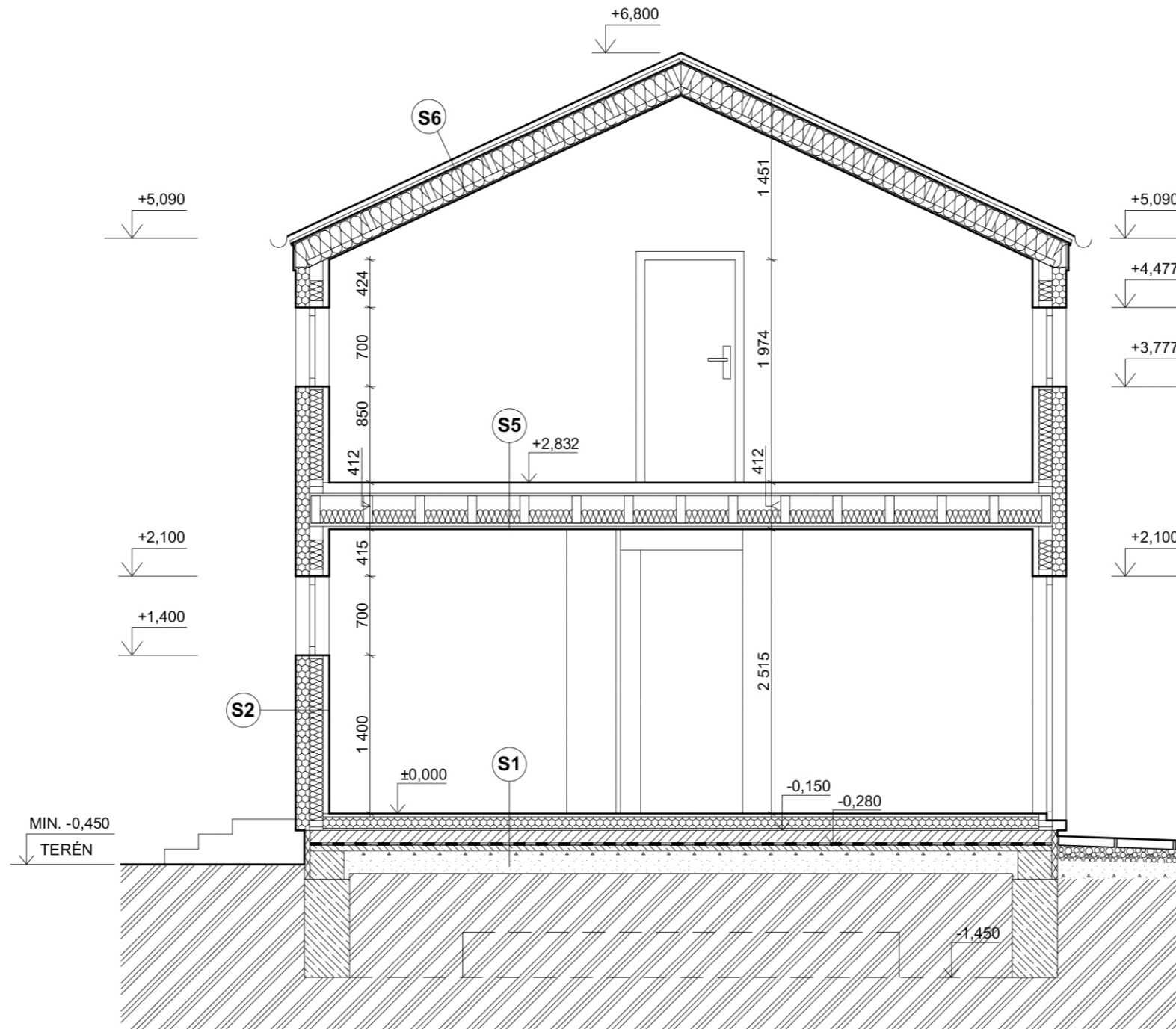
### LEGENDA MÍSTNOSTÍ :

ČÍSLO	ÚČEL MÍSTNOSTI	PODLAHA	PLOCHA m <sup>2</sup>
201	CHODBA	KERAM.DLAŽBA	4,14
202	LOŽNICE	LAMINÁTOVÁ	13,29
203	KOMORA	KERAM.DLAŽBA	3,21
204	KOUPELNA, WC	KERAM.DLAŽBA	5,00
205	POKOJ	LAMINÁTOVÁ	17,19
206	ŠATNA	LAMINÁTOVÁ	4,70

### LEGENDA:

- (AP) AUTOMATICKÁ PRAČKA
  - (Z2) ALTERNATIVNÍ UMÍSTĚNÍ ZASOBNÍKU TUV
  - (IZ) INTERIÉROVÉ ZÁBRADLÍ-DŘEVĚNÉ
  - (IP) INSTALAČNÍ PŘEDSTĚNA
  - (VD) VĚTRACÍ OTVORY VE DVEŘÍCH
  
  - (S2) SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY
  - (S3) SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY
  - (S4) SKLADBA VNITŘNÍ NENOSNÉ STĚNY
- PODROBNĚJI viz. výkres SKLADBY KONSTRUKCÍ


Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	 ČVUT Fakulta stavební	
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018		
Diplomová práce			
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum	12/2017
Výkres	Půdorys podkroví	Meřítko	1:50
		Formát	A3
		Výkres č.	02



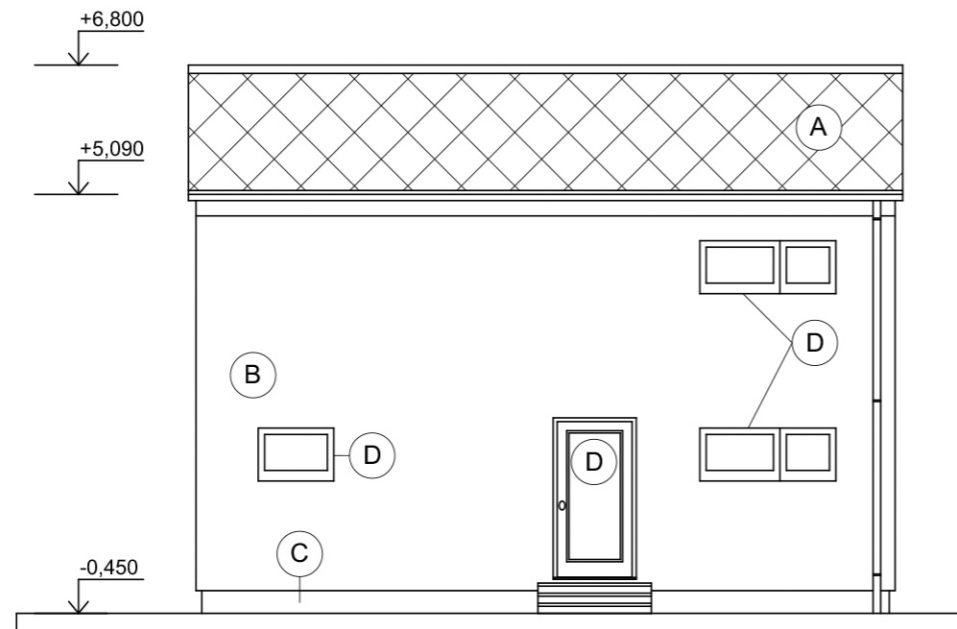
**LEGENDA:**

- S1** SKLADBA POHLADY NA ZEMINĚ
- S2** SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY
- S5** SKLADBA STROPU NAD 1.NP
- S6** SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

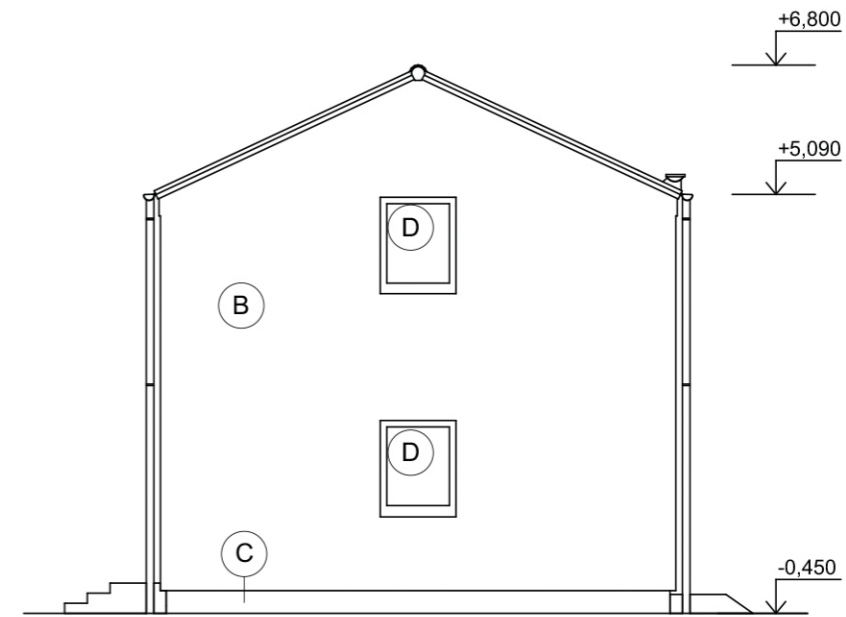
PODROBNĚJI viz. výkres SKLADBY KONSTRUKCÍ

Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok 2017-2018	 ČVUT Fakulta stavební
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	Diplomová práce	
Název Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum 12/2017	
Výkres Řez	Meřítko 1:50	
	Formát A3	
	Výkres č. 03	

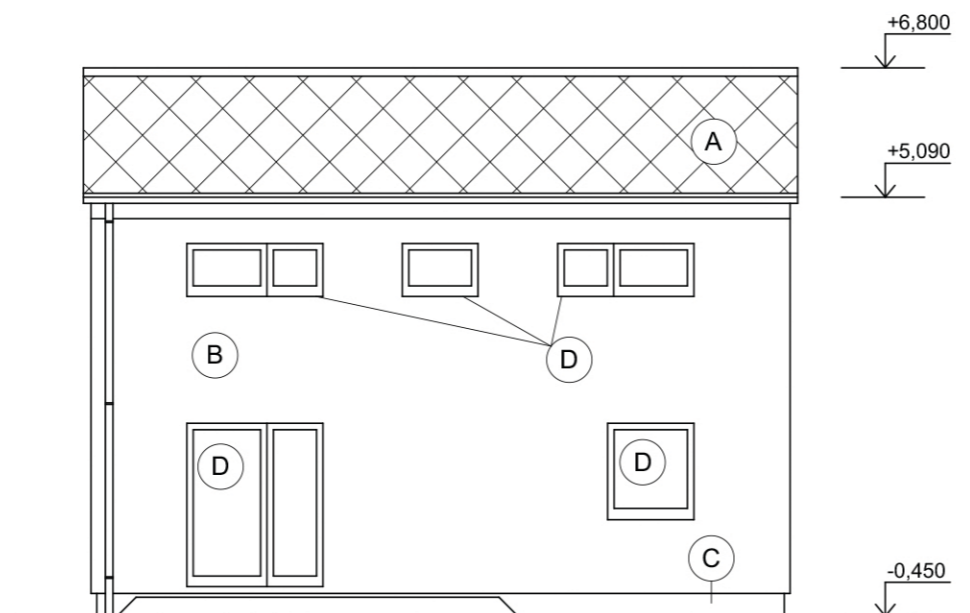
**POHLED VSTUPNÍ**



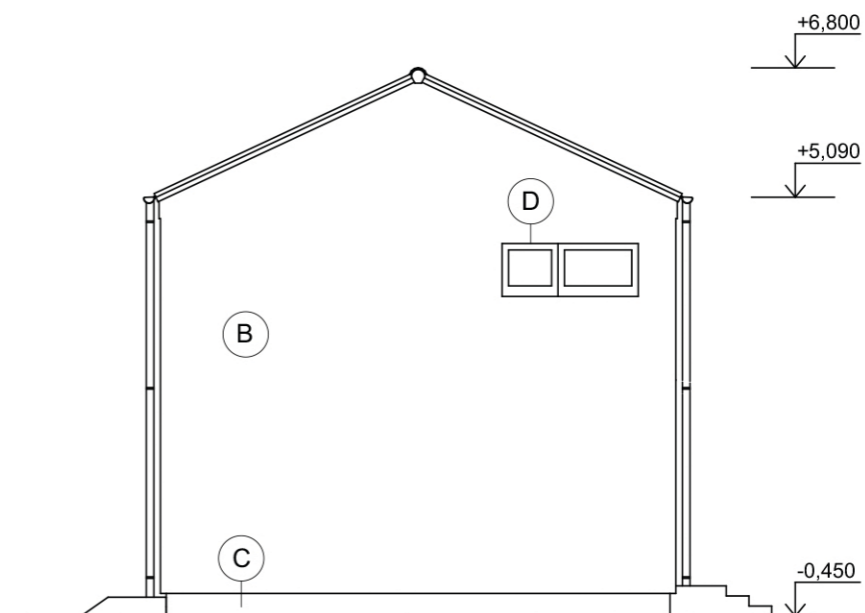
**POHLED BOČNÍ - LEVÝ**



**POHLED ZAHRADNÍ**



**POHLED BOČNÍ - PRAVÝ**




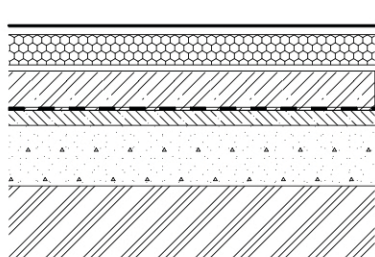
**LEGENDA:**

- (A) STŘEŠNÍ KRYTINA-BETON.TAŠKY

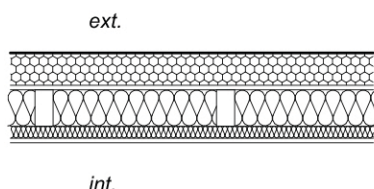
(B) VENKOVNÍ OMÍTKA
- (C) VODĚODOLNÁ SOKLOVÁ OMÍTKA

(D) VÝPLNĚ OTVORŮ  
-PLASTOVÁ OKNA A DVEŘE

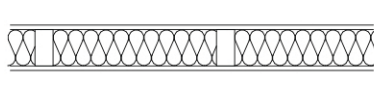
Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok 2017-2018	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.		
Diplomová práce		
Název Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum 12/2017	
	Meřítko 1:100	
Výkres Pohledy	Formát A3	
	Výkres č. 04	

**S1****SKLADBA POHLADY NA ZEMINĚ**

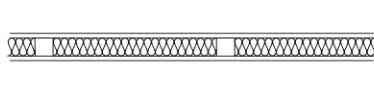
PODHLAHOVÁ KRYTINA	5 mm
PODHLAHOVÝ DÍLEC	25 mm
POLYSTYREN	100 mm
SUCHÝ PODSYP	20 mm
FOLIE PE	
ŽELEZOBETONOVÁ DESKY	130 mm
HYDROIZOLACE	
PODKLADNÍ BETON	50 mm
ŠTĚRKOVÝ NÁSYP	
TERÉN	

**S2****SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY**

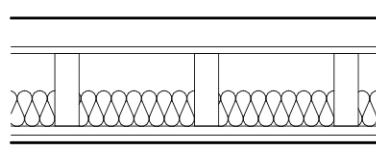
z exteriéru:	
TERMOFASÁDA (ŠEDÝ EPS)	107 mm
FERMACELL DESKA	15 mm
RÁM (120 mm)	
MINERÁLNÍ IZOLACE	120 mm
PE FOLIE	
LATĚ (40 mm)	
MINERÁLNÍ IZOLACE	40 mm
FERMACELL DESKA	15 mm

**S3****SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY**

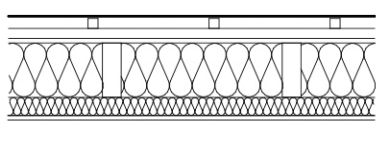
FERMACELL DESKA	15 mm
RÁM (120 mm)	
MINERÁLNÍ IZOLACE	120 mm
FERMACELL DESKA	15 mm

**S4****SKLADBA VNITŘNÍ NENOSNÉ STĚNY**


FERMACELL DESKA	15 mm
RÁM (60 mm)	
MINERÁLNÍ IZOLACE	60 mm
FERMACELL DESKA	15 mm

**S5****SKLADBA STROPU NAD 1.NP**

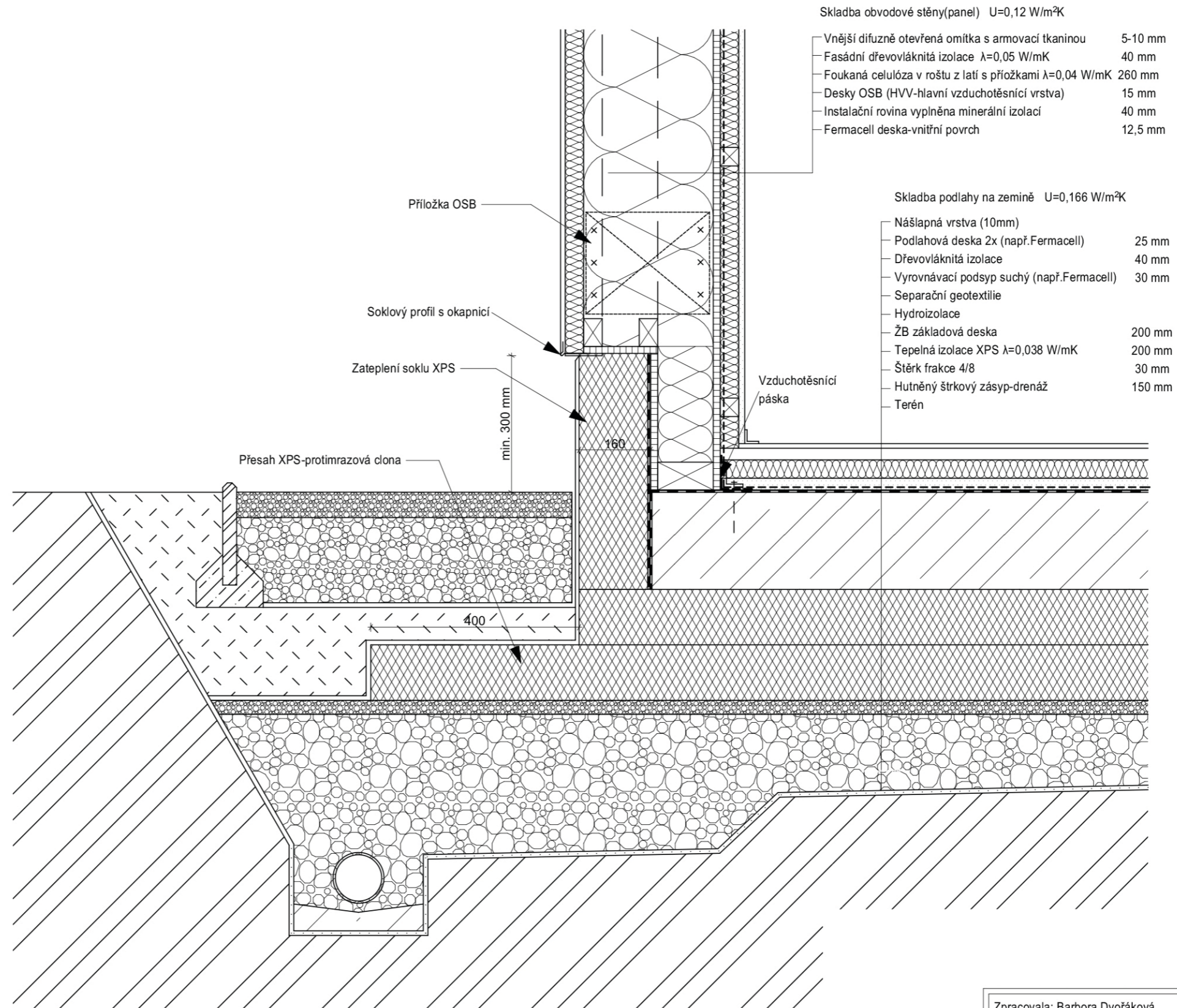
KONSTRUKCE PODLAHY	95 mm
DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA	22 mm
STROPNÍ NOSNÍK (240 mm)	
TEPELNÁ IZOLACE	120 mm
ROŠT Z LATÍ	30 mm
SDK DESKA 2x	25 mm


**S6****SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE**

STŘEŠNÍ KRYTINA-BETONOVÉ TAŠKY	
STŘEŠNÍ LAŤ	33 mm
KONTRALAŤ	33 mm
DIFUZNÍ FOLIE	
DESKA DHF	15 mm
KROKEV	180 mm
MINERÁLNÍ IZOLACE	180 mm
HRANOL+MIN. IZOLACE	60 mm
PAROZÁBRANA	
FERMACELL DESKA	15 mm

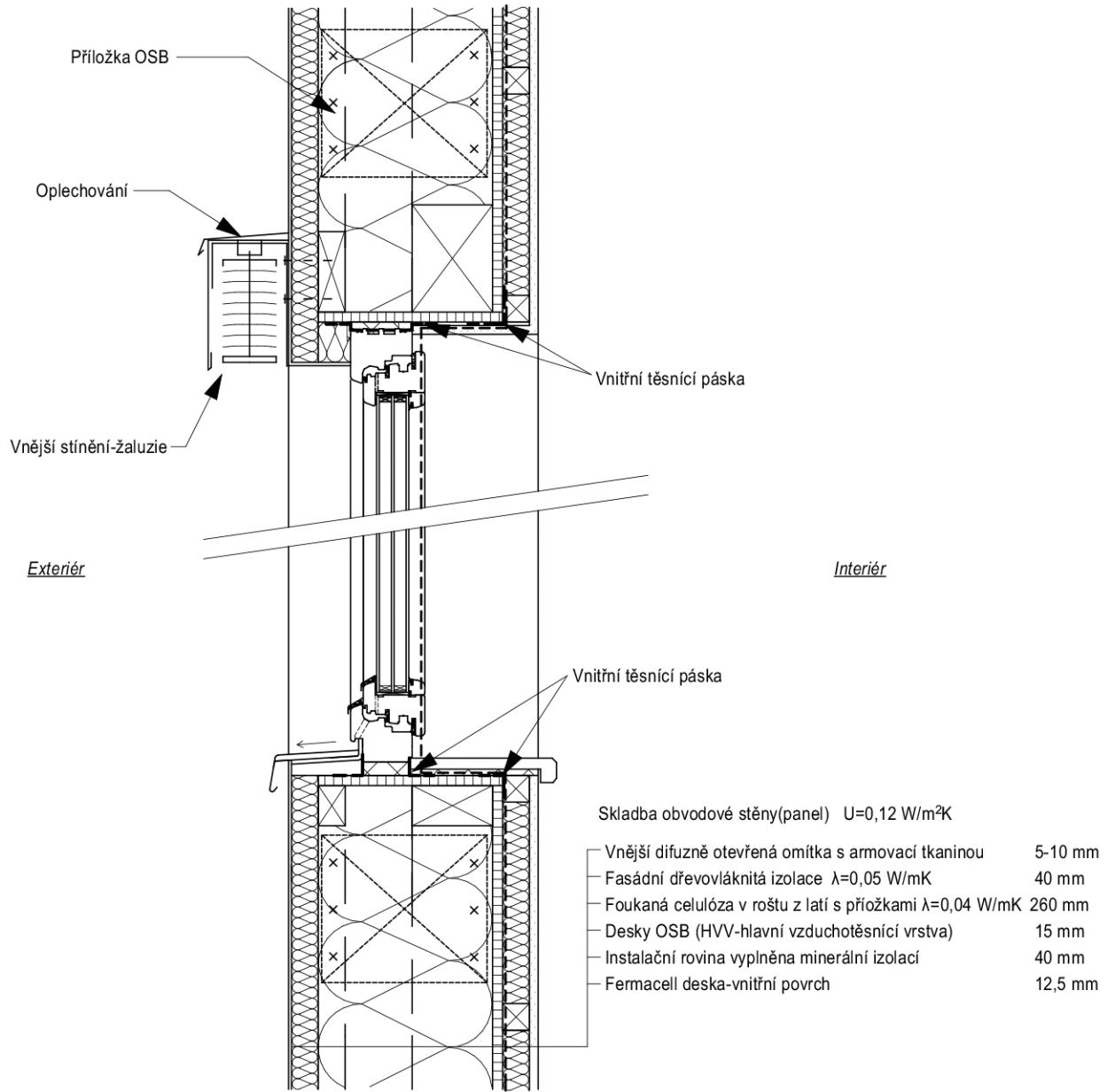
Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018		
Diplomová práce		Datum	12/2017
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	Meřítko	1:25
Výkres		Formát	A4
Skladby konstrukcí		Výkres č.	05

# Obvodová stěna u základu 1:10



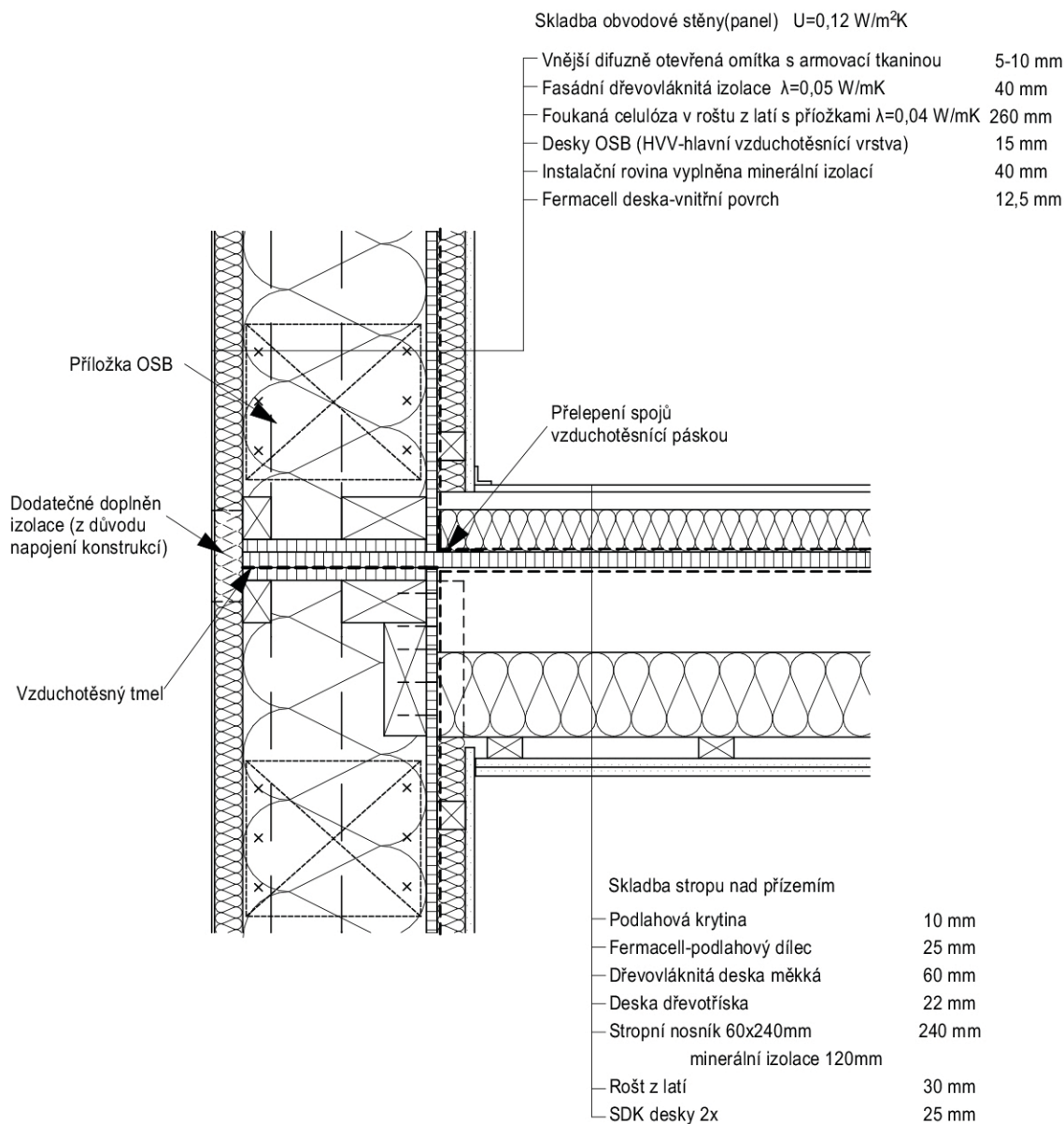
Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok 2017-2018	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.		
Diplomová práce		
Název Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum 12/2017	
	Meřítko 1:10	
Výkres Detail 1-Obvodová stěna u základu	Formát A3	
	Výkres č. 06	


# Okno v místě parapetu a nadpraží 1:10



Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	<b>ČVUT</b>
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018	
Diplomová práce		Fakulta stavební
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	
Výkres	Datum	12/2017
	Meřítko	1:10
	Formát	A4
Detail 2-Okno v místě parapetu a nadpraží		Výkres č. 07

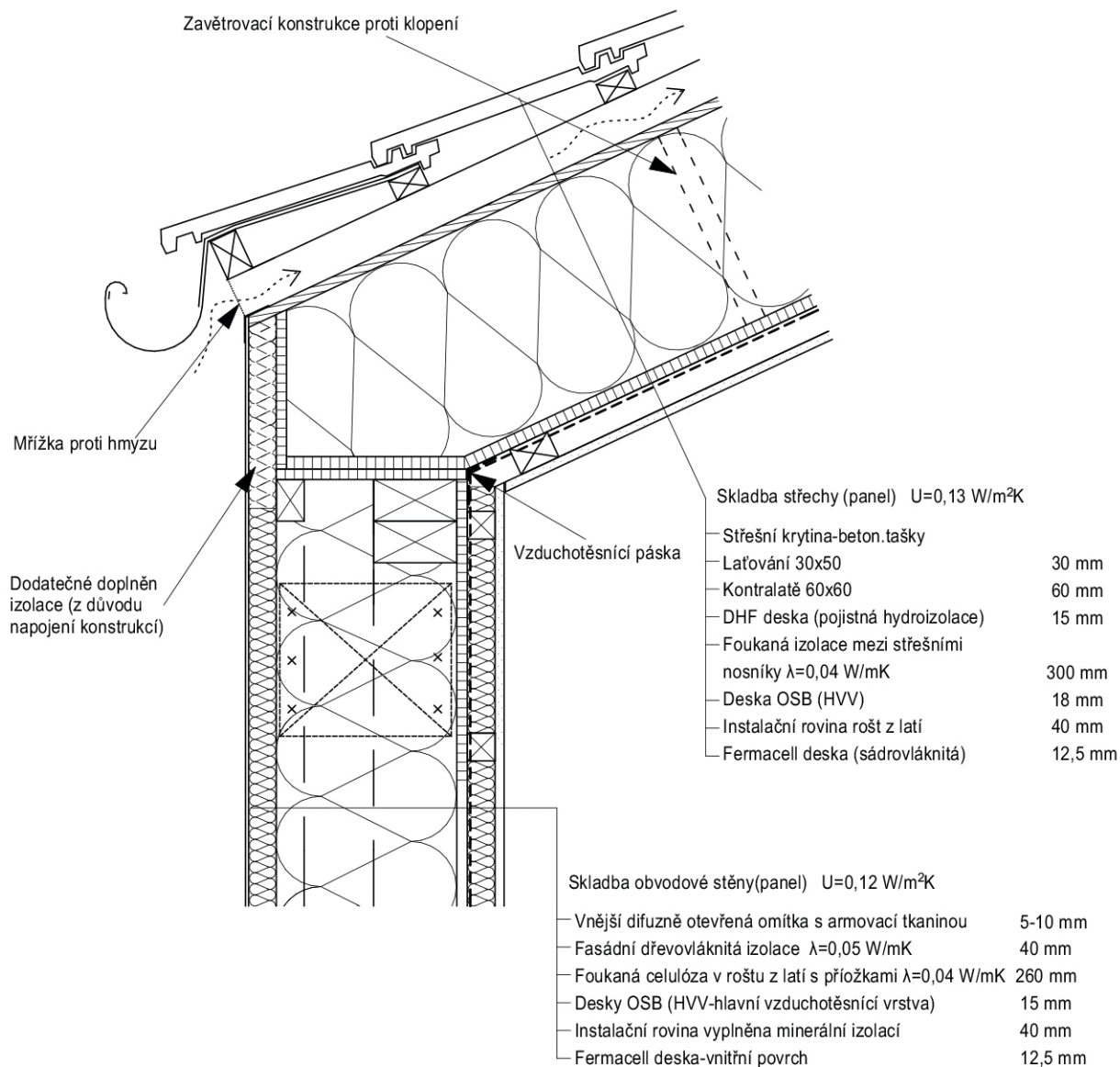
# Napojení obvodové stěny na strop 1:10




Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	<b>ČVUT</b> 
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018	
Diplomová práce		Fakulta stavební
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum 12/2017
		Meřítko 1:10
Výkres	Detail 3-Napojení obvodové stěny na strop	Formát A4
		Výkres č. 08



# Napojení střešní konstrukce na obvodovou stěnu (okap) 1:10



Zpracovala: Barbora Dvořáková	Školní rok	 <b>ČVUT</b>
Vyučující: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.	2017-2018	
Diplomová práce		Fakulta stavební
Název	Klimaticky neutrální rodinný dům	Datum
		12/2017
Výkres	Detail 4-Střecha u okapu	Meřítko
		1:10
		Formát
		A4
		Výkres č.
		09