

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ RODINNÉHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Klára Kupková

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Školní rok:

2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kupková Jméno: Klára Osobní číslo: 423072
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov
Studijní program: SI - Stavební inženýrství
Studijní obor: C - Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění a větrání rodinného domu
Název bakalářské práce anglicky: Design of heating and ventilation system of a family house
Pokyny pro vypracování:
Teoretická část:
Analýza systému vytápění a větrání na zadaný rodinný dům.
Praktická část:
Projektová dokumentace systému vytápění a větrání v zadaném rozsahu.
Vytápění: výpočet tepelných ztrát, bilance potřeby tepla, návrh otopné soustavy včetně zdroje tepla, hydraulické výpočty a návrh dimenzí.
Větrání: koncepce větrání, návrh množství větracího vzduchu, geometrické trasování potrubí, umístění a návrh větrací jednoty.
Seznam doporučené literatury:
prof. Ing. K. Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov I ČVUT (2010)
D. Petráš a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005
prof. Ing. K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov, Vytápění - podklady pro cvičení, ČVUT 2013
J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008
server katedry TZB - tzb.fsv.cvut.cz

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce: 12.10.2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 13.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.

12.10.2018

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vytápění a větrání rodinného domu vypracovala samostatně za použití uvedené literatury a pramenů týkající se dané problematiky. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne:

podpis:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Stanislavovi Frolíkovi, Ph.D., za odborné vedení a velmi cenné rady vedoucí ke zdárnému dokončení bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat firmě STOPRO s.r.o. za poskytnutí studie objektu.

Vytápění a větrání rodinného domu

Design of heating and ventilation system of a family house

Anotace:

Cílem bakalářské práce je návrh vytápění a větrání rodinného domu. Jedná se o dvoupodlažní objekt se střešní nástavbou. Součástí této práce je seznámení s možnostmi vytápění a volba zdroje tepla. Projekt zahrnuje návrh plynové kotelny, návrh zásobníku teplé vody a výpočet roční potřeby tepla. Druhá část popisuje systémy větrání a následný koncepční návrh včetně stanovení množství větracího vzduchu.

Klíčová slova:

Vytápění, zdroj tepla, podlahové vytápění, větrání, podtlakové větrání.

Summary:

The aim of this bachelor thesis is the design of heating and ventilation of a family house. It is a two-storey building with a roof superstructure. Part of this work is familiarization with the possibilities of heating and choice of heat source. The project involves designing a gas boiler room, designing a DHW cylinder and calculating the annual heat demand. The second part describes ventilation systems and subsequent conceptual design including determining the amount of ventilation air.

Key words:

Heating, heating sources, floor heating, ventilation, vakuüm ventilation.

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Orientace a popis objektu	1
1.2	Funkční a dispoziční řešení	3
1.3	Konstrukční řešení.....	5
1.4	Pohoda prostředí.....	9
2	Vytápění.....	10
2.1	Možnosti vytápění	10
2.1.1	Zemní plyn	10
2.1.2	Uhlí.....	11
2.1.3	Elektřina	12
2.1.4	Tepelná čerpadla	13
2.1.5	Biopaliva	15
2.1.6	Topný olej	16
2.1.7	Solární systémy	17
2.2	Volba systému vytápění	19
2.2.1	Vstupní údaje	19
2.2.2	Výpočet tepelné ztráty objektu.....	19
2.2.3	Návrh otopné soustavy.....	21
2.2.3.1	Druh a uspořádání otopné soustavy	21
2.2.3.2	Potrubní rozvody a regulace	22
2.2.3.3	Výpočet potřeby tepla na vytápění	23
2.2.4	Příprava teplé vody	25
2.2.4.1	Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody	25
2.2.5	Roční potřeba tepla	28
2.2.6	Návrh plynové kotelny	29
2.2.6.1	Zdroj tepla.....	29
2.2.6.2	Rozdělovač topných okruhů	29
2.2.6.3	Potřeba paliva	30
2.2.6.4	Větrání kotelny	30
3	Větrání	32
3.1	Možnosti větrání.....	32
3.1.1	Přírozené větrání	32
3.1.2	Nucené větrání	34

3.1.3	Hybridní větrání	37
3.2	Volba typu větrání	39
3.2.1	Množství větracího vzduchu	39
3.2.2	Přehled zařízení	41
4	Závěr	42
5	Seznam obrázků a tabulek	43
6	Seznam použitých zdrojů	44
7	Seznam příloh	48
8	Seznam výkresové dokumentace	48

1 Úvod

1.1 Orientace a popis objektu

Předmětem této bakalářské práce je návrh vytápění a větrání jednogenerační rodinné vily o celkové ploše 467,98 m² (včetně zpevněných ploch) a obestavěném prostoru 2 390 m³. První část práce je zaměřena na způsoby vytápění a porovnání zdrojů tepla z technického hlediska. Druhá část práce popisuje možnosti větrání objektu včetně odvětrání podzemní garáže.

Rodinný dům je navržený jako dvoupodlažní se střešní nástavbou. Celkové tvarové řešení objektu je koncipováno částečným zapuštěním 1.NP a ustupující střešní nástavbou z důvodu optického odhmotnění objektu.

Řešený objekt se nachází na pozemku o ploše 1 020 m² v městské části Praha Modřany. Vstup na pozemek a vchod do objektu je orientován ze západní strany z příjezdové ulice Do Koutů. Obytné místnosti v druhém a třetím nadzemním podlaží jsou orientovány na jižní straně a obsahují velké prosklené plochy. Technická místnost je situována na severní stranu objektu.



Obrázek 1- Vizualizace rodinného domu



Obrázek 2- Vizualizace, pohled západní



Obrázek 3- Vizualizace, pohled jižní

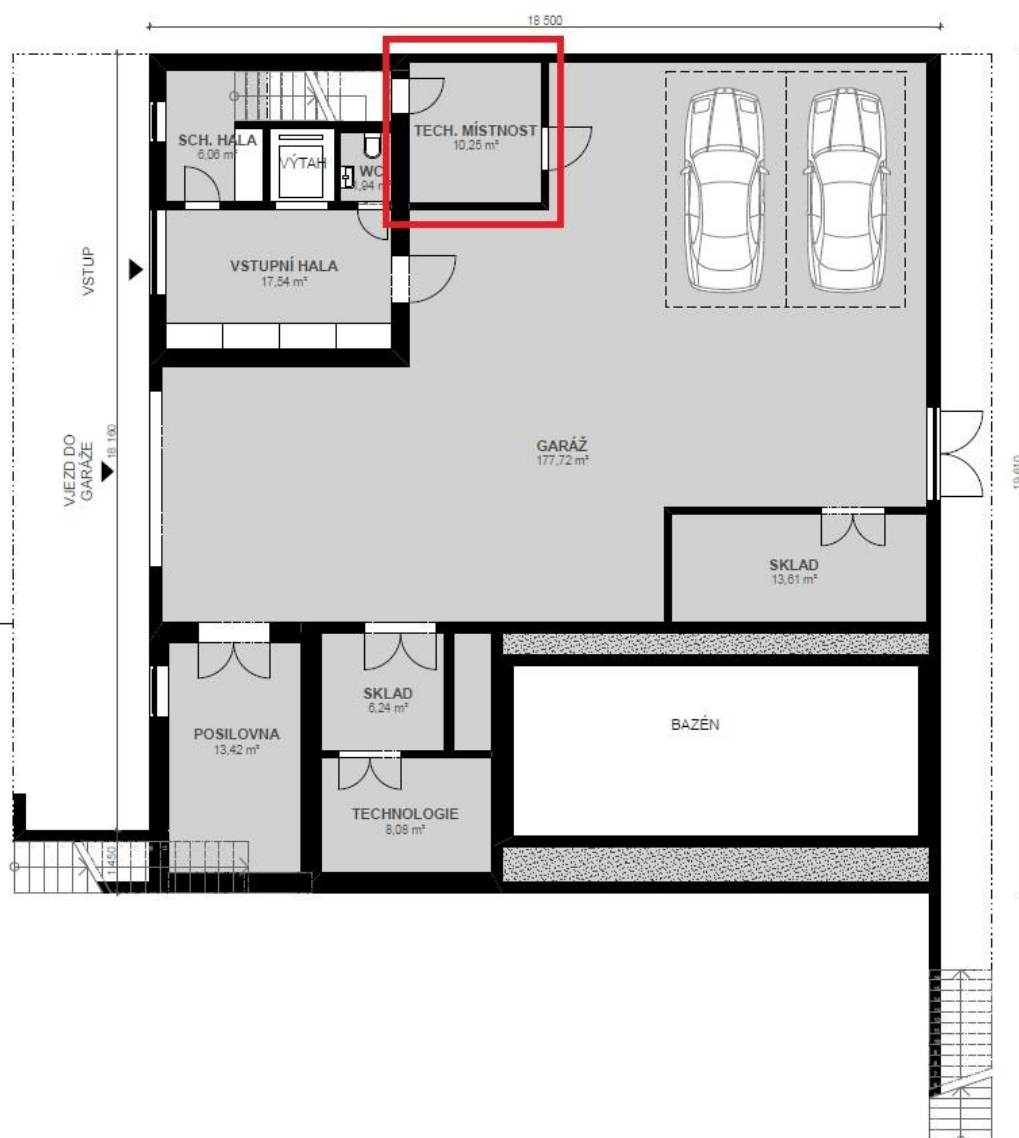


Obrázek 4- Vizualizace, pohled severovýchodní

1.2 Funkční a dispoziční řešení

Rodinný dům je řešen jako 6+kk. Objekt rodinného domu je navržený jako dvoupodlažní s ustupující střešní nástavbou. Podlaží jsou propojena schodišti a výtahem. Druhé nadzemní podlaží a střešní nástavba jsou propojeny otevřenou galerií.

V prvním nadzemním podlaží je navržen hlavní vstup do domu, garáž, místnost pro posilovnu, sklad, prostor pro osazení bazénu a jeho technologií. Dále se na tomto podlaží nachází místnost pro technické zařízení objektu.



Obrázek 5- Studie 1.NP

Poznámka: Červené označení zobrazuje umístění technické místnosti.

Druhé nadzemní podlaží a střešní nástavba zastává funkci primárně obytnou. 2.NP se skládá z hlavního obytného prostoru s kuchyňským koutem, 3 dětských pokojů, 1 pokoje pro hosty, prostorů hygienického zázemí, jako jsou koupelny, WC a sauna. Součástí podlaží je také šatna, komora, spíž a technická místnost.

Na druhé nadzemní podlaží a střešní nástavbu přímo navazují navržené terasy, které jsou kryté přesahy střech. Do plochy terasy ve druhém nadzemním podlaží je navržen bazén.



Obrázek 6- Studie 2.NP

Do prostorů střešní nástavby je navržena ložnice, koupelna, šatna, WC a komora. Vstup do obytné části je řešen přes otevřenou galerii.



Obrázek 7- Studie podkrovní

Sřešní konstrukce je řešena plochou střechou s přesahy na všechny světové strany.

1.3 Konstrukční řešení

Nosná konstrukce objektu je tvořena systémem železobetonových nosných stěn. Příčky objektu jsou zděné z keramických tvárníc. Nosné konstrukce stropu jsou provedeny z železobetonových desek. Výtahová šachta z monolitického betonu je oddílována od ostatních nosných konstrukcí objektu. Schodiště z prvního nadzemního podlaží tvoří nosná železobetonová konstrukce. Založení stavby je plošné na základové desce a pilotách.



Obrázek 8- Vizualizace, pohled severozápadní

Použité stavební prvky a součinitele prostupu tepla:

- *Obvodové stěny 1.NP*

Prefa ŽB konstrukce 100 mm

Isover EPS Perimetr 160 mm

ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 0,215 W/m².K

- *Obvodová stěna 1.NP na styku se zeminou*

Isover EPS Perimetr 160 mm

ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 0,220 W/m².K

- *Obvodová stěna nezateplené garáže*

ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 2,920 W/m².K

- *Obvodové stěny 2.NP*

Isover EPS 70F 180 mm

ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 0,222 W/m².K

- *Obvodové stěny 3.NP*

Difúzní folie Judatach 150 2 mm

Isover Orsil U 180 mm

ŽB nosná konstrukce 200 mm

U= 0,228 W/m².K

- *Vnitřní nosné stěny a vnitřní příčky*

ŽB nosná konstrukce 200 mm

U= 2,521 W/m².K

Porotherm 14 Profi

U= 1,25 W/m².K

- *Zateplená vnitřní stěna v garáži*

YTONG Multipor 180 mm

ŽB nosná konstrukce 200 mm

U= 0,247 W/m².K

- *Podlaha 1.NP (zateplená část)*

Cementový potěr 40 mm

PE folie Isofol B 2 mm

Isover Orsil S 140 mm

ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 0,295 W/m².K

- *Podlaha 2.NP (nad garáží)*

Cementový potěr 40 mm

PE folie 2 mm

Isover T-N 25 mm

Isover Orsil S 100 mm

ŽB nosná konstrukce 300 mm

YTONG Multipor 180 mm

U= 0,153 W/m².K

- *Podlaha 2.NP (nad zateplenou částí)*

Cementový potěr 40 mm

PE folie 2 mm

Isover T-N 25 mm

Isover Orsil S 100 mm

ŽB nosná konstrukce 300 mm

Isover Orsil T 180 mm

U= 0,150 W/m².K

- *Podlaha 2.NP (nad venkovním prostředím)*

Cementový potěr 40 mm

PE folie 2 mm

Isover T-N 25 mm

Isover Orsil S 100 mm
ŽB nosná konstrukce 300 mm
Isover EPS 70 F 190 mm

U= 0,141 W/m².K

- *Podlaha 3.NP*

Cementový potěr 40 mm
PE folie 2 mm
Isover T-N 25 mm
Isover EPS 100S 50 mm
ŽB nosná konstrukce 250 mm

U= 0,444 W/m².K

- *Strop nad vytápěným 1.NP/2.NP v místě venkovní terasy 2.NP/podkroví*

Isover XPS 240 mm
Folie PVC 2 mm
Polystyrenbeton 50 mm
ŽB nosná konstrukce 200 mm

U= 0,142 W/m².K

- *Střecha*

Folie PVC 2 mm
Isover EPS 100S 240 mm
Parozábrana Dekglass 4 mm
Polystyrenbeton 50 mm
ŽB nosná konstrukce 200 mm

U= 0,157 W/m².K

Hodnoty byly stanoveny pro návrhovou venkovní teplotu -12°C a průměrnou teplotu vnitřního vzduchu 20°C. Výpočet byl proveden v programu Teplo 2017 EDU a výsledky uvedeny v příloze č. 1 - Součinitele prostupu tepla.

Výpočet tepelné ztráty objektu byl proveden dle ČSN 73 0540-2 na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$.

1.4 Pohoda prostředí

Vnitřní prostředí tvoří obecně akustické, světelné a tepelně vlhkostní složky, také kvalita vzduchu, do které řadíme vliv aerosolů, plynů či mikroorganismů a celkový psychický komfort člověka. Složky vnitřního prostředí lze měřit například kulovým teploměrem. [1]

Prostředí uvnitř budov má významný vliv na lidské zdraví. Správným návrhem systému vytápění a větrání můžeme omezit vznik nejen alergií, ale i nemocí souvisejících s kvalitou vzduchu. Důležitým faktorem je dostatečné množství čerstvého vzduchu a tím i omezení vlhkosti v budově.

Úkolem je vytvořit prostředí, ve kterém je zajištěna tepelná rovnováha mezi organismem člověka a okolím, tzv. tepelná pohoda. Tohoto stavu docílíme, pokud metabolické teplo člověka odpovídá sdílenému teplu s okolím. [1]

Zda teplo odebírané člověku prostředím dosahuje stejné hodnoty jako teplo člověkem produkované definuje rovnice tepelné rovnováhy. Pokud metabolické teplo dosahuje vyšší hodnoty, než teplo sdílené, nastává pocit horka a naopak. [18]

Rovnice tepelné rovnováhy:

$$M - W = C + R + E_{res} + C_{res}$$

energetický výdej – mechanická práce = konvekce + sálání + teplo dýcháním



Obrázek 9- Složky vnitřního prostředí [1]

2 Vytápění

2.1 Možnosti vytápění

Jednou z otázek při stavbě rodinného domu je volba zdroje tepla. Velkou roli zde hraje hned několik faktorů, mezi které patří provozní a pořizovací náklady, sazba elektrické energie, životnost, provoz a obsluha systému, ale i stavební přípravy a prostory pro skladování paliva. Snahou je navrhnout systém vyhovující uživateli s nejnižšími celkovými náklady.

2.1.1 Zemní plyn

Zemní plyn je v dnešní době jedním z nepostradatelných zdrojů energie. Řadí se do skupiny velmi výhřevných plynů a jeho spektrum využití je velice široké. Svou oblibu si získal nejen jednoduchým systémem dopravy, snadnému ovládání plynových spotřebičů s vysokou energetickou účinností, ale i individuální měřitelností spotřeby pro každého odběratele. [19]

Využíváním zemního plynu lze pozitivně ovlivnit životní prostředí. Z důvodu malého vzniku škodlivin při spalování plynu můžeme mluvit o ekologickém způsobu vytápění. V porovnání s pevnými palivy je obsah prachu a oxidu siřičitého (SO_2) ve spalinách zanedbatelný. [20]

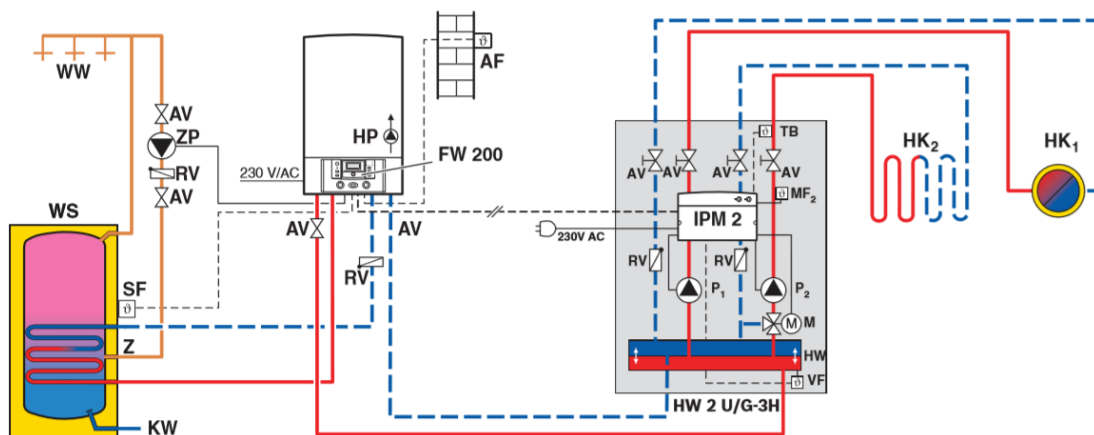
Podle provozu lze plynové kotle rozdělit na teplovodní nízkoteplotní a kondenzační, které dle umístění rozlišujeme na závěsné a stacionární.

- **Kondenzační kotel**

Výhodou kondenzačních kotlů je jejich schopnost odebrat téměř veškeré teplo obsažené ve spalinách a přeměnit ho na teplo výhřevné. Vytápění plynem pomocí kondenzačního kotle může být tedy z hlediska energie velice úsporné. Pomocí vysoce výkonných výměníků lze unikající spaliny vychladit natolik, že vodní pára obsažená ve spalinách začne kondenzovat a dochází k dodatečnému přenesení uvolněného tepla do systému, neboli tepla, které u jiných topných systémů zůstává bez užitku. [21]

- **Nízkoteplotní kotel**

Nízkoteplotní kotle pracují s relativně nízkými teplotami vstupní vody, tj. 30-40°C. Konstrukce z odolného materiálu umožňuje vychladit spaliny i pod 100°C, aniž by docházelo ke kondenzaci vodní páry. Tyto kotle se od standardních liší tím, že nepracují s konstantní teplotou vody. Voda ihned po zapálení proudí do systému a dochází tak k lepšímu vychlazení spalin, čímž docílíme menší komínové ztráty.



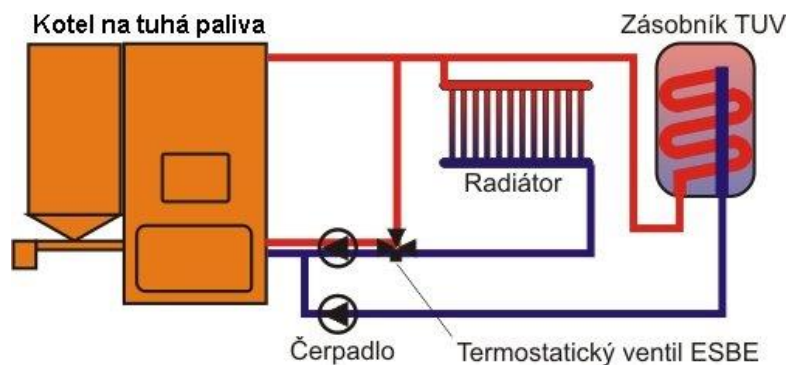
Obrázek 10- Schéma zapojení plynového kotle [2]

2.1.2 Uhlí

Kotle na tuhá paliva můžeme dle technologie rozdělit na prohořivací, odhořivací, zplyňovací a automatické. Přívod spalovacího vzduchu je možný přirozenou cestou, kde podtlak v ohništi vytváří pouze tah komína nebo nuceně pomocí odtahového ventilátoru. Prohořivací kotel je typický ručním přikládáním paliva a přirozeným přívodem vzduchu. V procesu spalování zde spaliny prochází přes vrstvu paliva. Na stejném principu pracuje kotel odhořivací s tím rozdílem, že spaliny neprocházejí skrz palivo. Dalším typem je kotel zplyňovací. Jedná se o kotel s ručním přikládáním, doplněný odtahovým ventilátorem pro vyšší efektivitu spalování. [29]

V dřívější době bylo uhlí jedním z nejrozšířenějších paliv. Velkou nevýhodou ale bylo nedokonalé spalování, nutná obsluha uživateli a následné znečištění ovzduší. Dnes se můžeme na trhu setkat s automatickými kotli na uhlí, u kterých se podíl emisí značně snížil. Jedná se o kotle s automatickým podáváním paliva doplněné ventilátorem pro řízený přísun spalovacího vzduchu. [29] Mezi výhody dnešních automatických kotlů patří snadná obsluha, vysoká účinnost spalování, možnost dálkového ovládání a také zařazení do kotlíkových dotací.

Do budoucna můžeme předpokládat snížení počtu odběratelů z důvodu chystané tzv. uhlíkové daně. Bude se jednat o vysoký nárůst cen za uhlí a snahu opouštět od těchto zdrojů tepla.



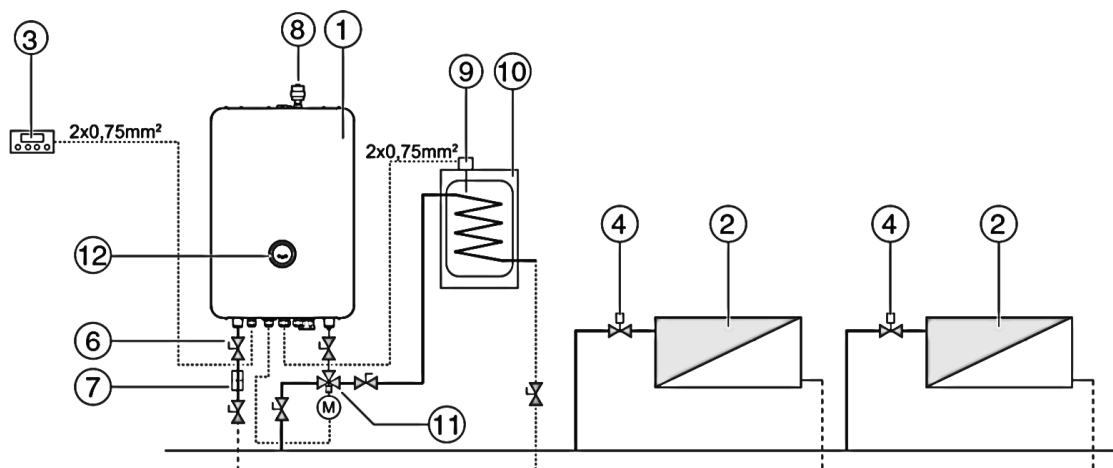
Obrázek 11- Schéma připojení kotle na tuhá paliva [3]

2.1.3 Elektrina

Mezi zdroje elektrického vytápění patří elektrický přímotopný nebo akumuláční zdroj. Akumulační zdroj vyrobí energii v době sníženého tarifu a uloží ji do akumulátoru tepla, kde je připravená k použití v čase odběrové špičky. Opačným případem je přímotopný zdroj, který teplo předává teponosné látce současně s jeho výrobou. Další možností je využít elektrickou energii k pohonu kompresoru tepelného čerpadla. [23]

Mezi výhody elektrického vytápění patří snadná dostupnost, nízké pořizovací náklady na otopnou soustavu, snadná regulace elektrických kotlů nebo možnost vzdálené regulace.

Velkou nevýhodou je však cena elektrické energie. Výjimkou je vytápění tepelným čerpadlem, kdy levnější varianta vytápění kompenzuje vysoké pořizovací náklady.



Obrázek 12- Schéma zapojení elektrického kotle [4]

1- elektrokotel, 2- otopné těleso, 3- pokojový termostat, 4- termostatický ventil, 5- expanzní nádoba, 6- uzavírací ventil, 7- vodní filtr, 8- odvzdušňovací ventil, 9- termostat bojleru, 10- bojler, 11- trojcestný ventil, 12- řízení kotle

2.1.4 Tepelná čerpadla

Jednou z moderních možností, jak vytápnout rodinný dům je tepelné čerpadlo. Předností čerpadel je jejich ekologický provoz bez znečišťování ovzduší. Tepelné čerpadlo využívá obnovitelné zdroje třemi způsoby, teplo ze vzduchu, z vody nebo ze země.

- **Vzduch/vzduch**

Jedná se o nejlevnější variantu tepelných čerpadel, kdy jednotka odebírá teplo z venkovního prostředí a ohřívá vzduch uvnitř budovy.

- **Vzduch/voda**

Principem je odebrat teplo z venkovního vzduchu a využít ho pro vytápění nebo ohřev vody. Další variantou je odebrat teplo z odpadního větracího vzduchu, který je čerpadlem ochlazen a odebrané teplo znovu použito pro vytápění, ohřev čerstvého vzduchu nebo ohřev vody.

- **Země/voda**

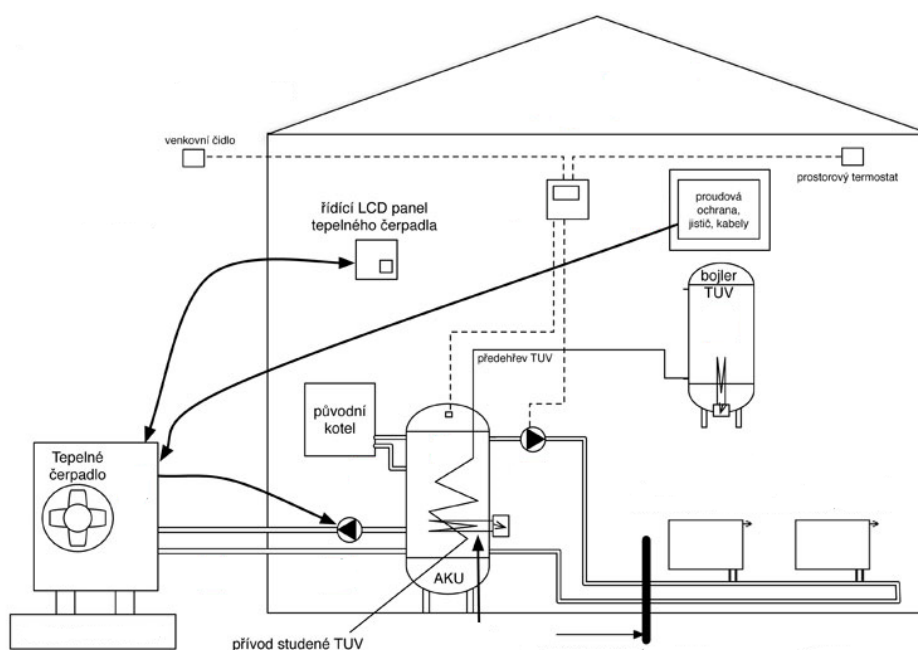
Pro rodinné domy s dostatečně velkým pozemkem je tepelné čerpadlo Země/voda z pohledu spotřeby elektřiny nejvýhodnější variantou řešení. Čerpadlo se zemními kolektory odebírá teplo z plochy zahrady a pomocí podzemních trubek naplněných nemrznoucí směsí je přenášeno k jednotce čerpadla. V případě podzemního vrtu je teplo přenášeno pomocí zapuštěné plastové sondy opět naplněné nemrznoucí směsí. [22]

Další možností čerpadla fungující na principu Země/voda je získávání tepla z řeky, rybníka či jiné vodní plochy a stejně jako v případě zemních kolektorů pomocí nemrznoucích trubek je dále přenášeno k tepelnému čerpadlu. [22]

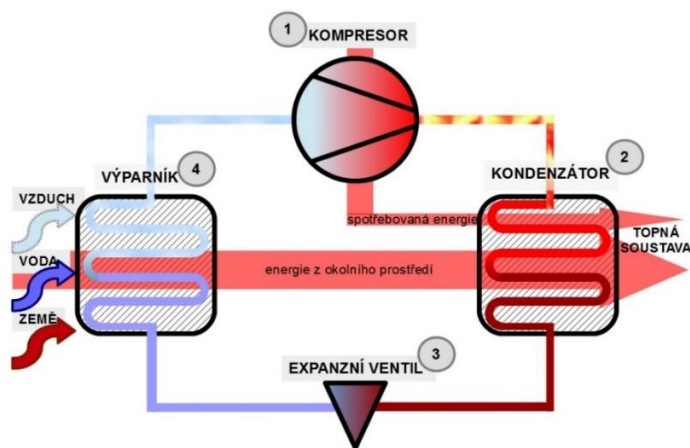
- **Voda/voda**

Tepelná čerpadla Voda/voda mohou mimo jiné využívat odpadního tepla, například v průmyslu. Jedná se o systém podzemních studní, ze kterých je voda čerpána do výměníku čerpadla, kde je ochlazena a následně vrácena zpět do země. Tento systém využívá spodní nebo geotermální vody. [22]

Výhodou tepelných čerpadel je šetrnost k životnímu prostředí. Jedná se o ekologický způsob vytápění čerpající energii z okolního prostředí. Tento zdroj tepla je velice efektivní s minimálními nároky na údržbu. Možnou nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady a případná hlučnost. Tepelná čerpadla lze použít nejen na vytápění, ale i chlazení nebo ohřev vody.



Obrázek 13- Schéma připojení tepelného čerpadla [5]



Obrázek 14- Schéma principu tepelného čerpadla [6]

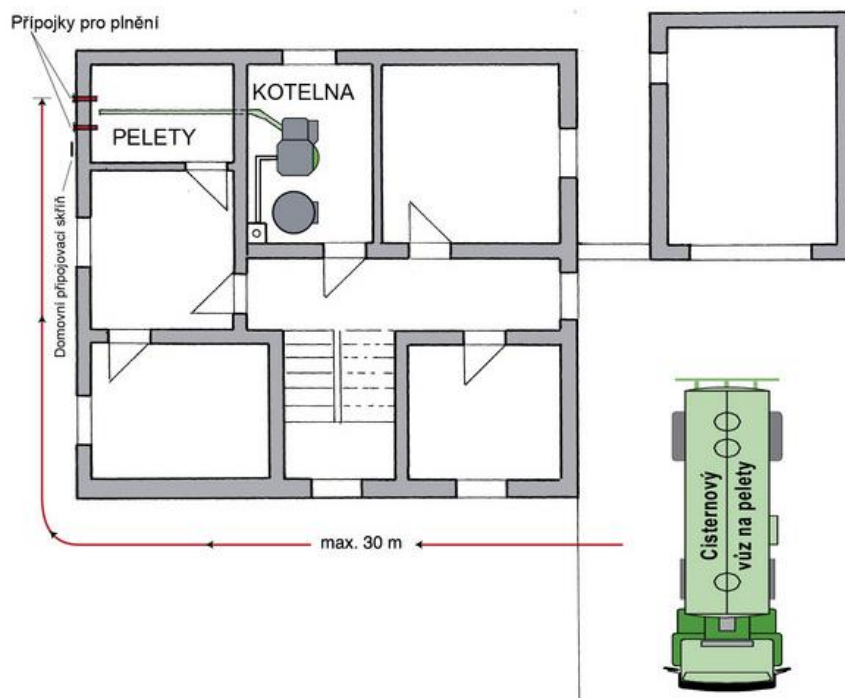
2.1.5 Biopaliva

Mezi biopaliva řadíme vytápění dřevem, dřevěnými peletami i bioplynem.

Z důvodu zvyšování cen plynu i elektrické energie má topení dřevem několik výhod. Jedná se o ekologické a levné palivo šetřící životní prostředí. Topení dřevem je možné použít i jako doplňkový systém vytápění v kombinaci s plynem či elektřinou. Nevýhodou jsou požadované skladovací prostory a uživatelská obsluha.

Jednou z možností je vytápění dřevěnými peletami. Jedná se o automatické vytápění s možností dálkového ovládání kotle. Palivo je do kotle dopravováno sacím či mechanickým šnekovým dopravníkem. Nevýhodou je nutná uživatelská obsluha kotle například pro vysypávání popele a požadovaný prostor pro skladování pelet, které jsou dováženy speciální cisternou. [5]

Při volbě kotle na pelety jako zdroje tepla pro jednogenerační rodinný dům bude nutné zajistit prostor pro skladování pelet, tedy vytvořit novou místnost v části garáže.



Obrázek 15- Schéma maximální dojezdové vzdálenosti cisterny [7]

2.1.6 Topný olej

Ačkoliv olejové topení není v ČR zatím tolik oblíbené, jedná se o levné a efektivní řešení, které lze kombinovat například se solárními kolektory, krbem nebo tepelným čerpadlem. Olejové kotle můžeme rozdělit na nízkoteplotní a kondenzační, oba typy umožňují napojení k soustavě otopných těles i podlahového topení. [25]

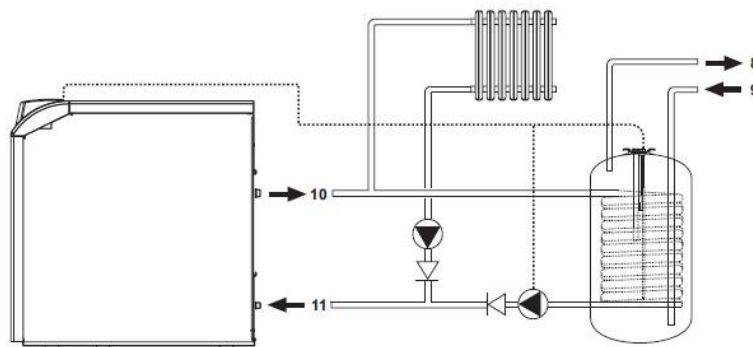
- **Olejové nízkoteplotní kotle**

Ve snaze minimalizovat ztráty, kotle ohřívají vodu podle venkovní teploty. Se snižující se venkovní teplotou je voda ohřívána na teploty vyšší a naopak. [25]

- **Olejové kondenzační kotle**

Předností kondenzačních kotlů je využívání tzv. kondenzačního tepla neboli tepla obsaženém v komínem odcházejících spalinách. Dochází tak k lepšímu využití energie a větší efektivity při výrobě tepla. [25]

Nevýhodou tohoto systému jsou požadavky na skladovací prostory pro zásobníky topného oleje. Jedná se o dvouplášťové nádrže chráněné proti úniku zápachu do domu. Lze je umístit do technické místnosti, garáže nebo do sklepa. Pomocí speciálních cisternových nádrží je nutné zásobníky stále doplňovat. [25]

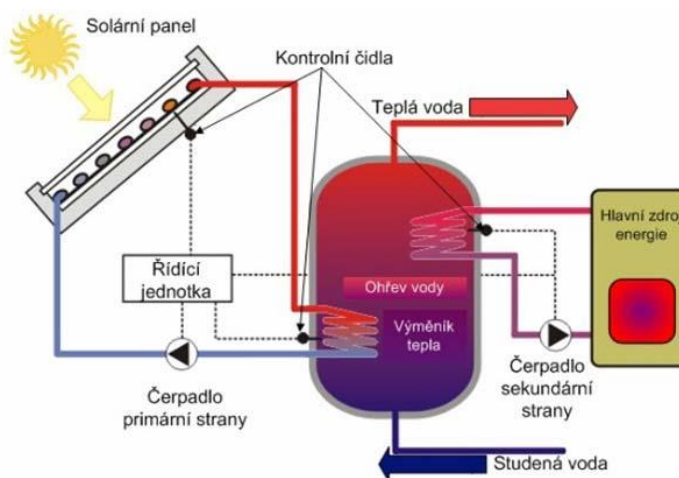


Obrázek 16- Schéma připojení kotle na topný olej [8]

2.1.7 Solární systémy

Pro život na zemi je slunce nezbytným zdrojem energie s nulovou cenou za odběr. Principem fungování jsou solární kolektory, které přemění sluneční záření v teplo, které dále využíváme k ohřevu teplé vody, doplňkovému vytápění nebo ohřevu vody v bazénu. Cílem použití solárních kolektorů je snížit náklady spojené právě s vytápěním nebo ohřevem vody.

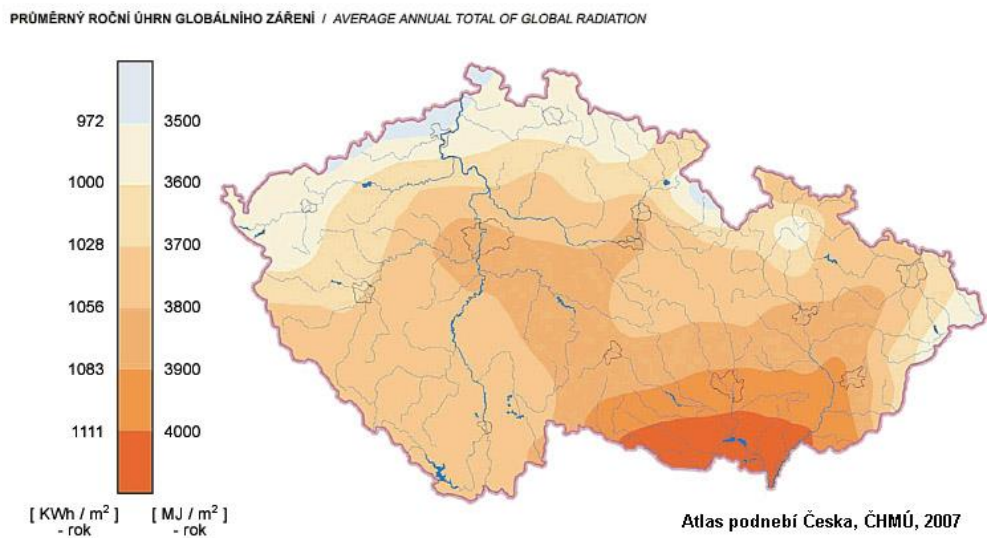
Solární systém se skládá ze solárních kolektorů, potrubí s teplotní látkou, zásobníkem teplé vody a oběhového čerpadla. Solární kolektory je možno podle konstrukce rozdělit na ploché, trubkové a koncentrační. Teplotní látkou pro solární systémy je ve velké většině kapalina, například voda či nemrznoucí směs. Solární kolektory mohou být s jednoduchým nebo vícevrstevným zasklením eventuálně bez zasklení. Tento systém lze použít pro vytápění i ohřev vody. [24]



Obrázek 17- Schéma zapojení solárního kolektoru [9]

Výhodou získávání sluneční energie jsou nejen vysoké úspory, ale i dlouhá životnost a šetrnost k životnímu prostředí. Jedná se o bezhlučný provoz s jednoduchou instalací a snadnou elektronickou regulací.

Nevýhodou je kolísání intenzity slunečního záření, krátká průměrná roční doba svitu, malá účinnost přeměny energie na teplo nebo nutnost záložního zdroje.



Obrázek 18- Zobrazení dopadajícího slunečního záření na území ČR [10]

2.2 Volba systému vytápění

Lokalita pozemku, kde bude rodinný dům realizován, umožňuje vybudování plynovodní přípojky. Po porovnání možností vytápění objektu byl zdrojem tepla zvolen plynový kondenzační kotel. Technická místnost se nachází v přízemí na severní straně objektu. Její plocha 10,3 m² je dostatečná pro návrh plynové kotelny, která se skládá z plynového kondenzačního kotle, zásobníku teplé vody, rozdělovače/ sběrače, expanzní nádoby a rozdělovače pro podlahové vytápění.

2.2.1 Vstupní údaje

Tabulka 1 – Vytápění - vstupní údaje

Zastavěná plocha	467,98 m ²
Užitná plocha 1.NP	332,95 m ²
Užitná plocha 2.NP	200,52 m ²
Užitná plocha 3.NP	76,51 m ²
Užitná plocha celkem	953,64 m ²
Průměrná vnitřní výpočtová teplota	20 °C
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	-12 °C
Průměrná teplota v otopném období (t_{es})	4 °C
Počet dnů otopného období	216 dnů
Nadmořská výška	181 m.n.m.

2.2.2 Výpočet tepelné ztráty objektu

Výpočet tepelné ztráty objektu byl stanoven dle ČSN EN 12 831. Podrobný výpočet, který byl proveden pomocí programu Microsoft Excel, je uveden v příloze č. 2 Tepelné ztráty objektu. Intenzita výměny vzduchu byla zvolena 1 1/hod v garáži a posilovně, 1,5 1/hod v hygienickém zázemí a 0,5 1/hod v pobytových a ostatních místnostech.

Tabulka 2 - Tepelné ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY				
Číslo místnosti	Účel místnosti	tepelná ztráta prostupem ΦT [W]	tepelná ztráta větráním ΦV [W]	tepelná ztráta celková Φ [W]
1.NP				
1.01	Vstupní hala	455	171	626
1.02	Schodišťová hala	161	59	220
1.04	WC	350	8	358
1.05	Garáž	1740	2492	4232
1.06	Posilovna	775	288	1063
1.11	Technická místnost	552	119	671
1.12	Sklad	84	0	84
Celkem 1.NP		4117	3137	7254
2.NP				
2.03	Kuchyň	613	194	807
2.04	Obývací pokoj	2732	997	3729
2.05	Technická místnost	0	0	0
2.06	WC	147	0	147
2.07	Šatna	461	143	604
2.08	Koupelna	885	582	1467
2.10	Koupelna	297	26	323
2.11	Pokoj pro hosty	412	176	588
2.13	Pokoj 1	815	294	1109
2.14	Pokoj 2	891	294	1185
2.15	Pokoj 3	1136	294	1430
Celkem 2.NP		8421	3000	11421
3.NP				
3.01	WC	229	0	229
3.02	Komora	114	-5	109
3.03	Galerie	352	0	352
3.04	Ložnice	1155	622	1777
3.05	Šatna	160	87	247
3.06	Koupelna	890	684	1574
Celkem 3.NP		2900	1388	4288
Celkem objekt		15,44 kW	7,53 kW	22,96 kW

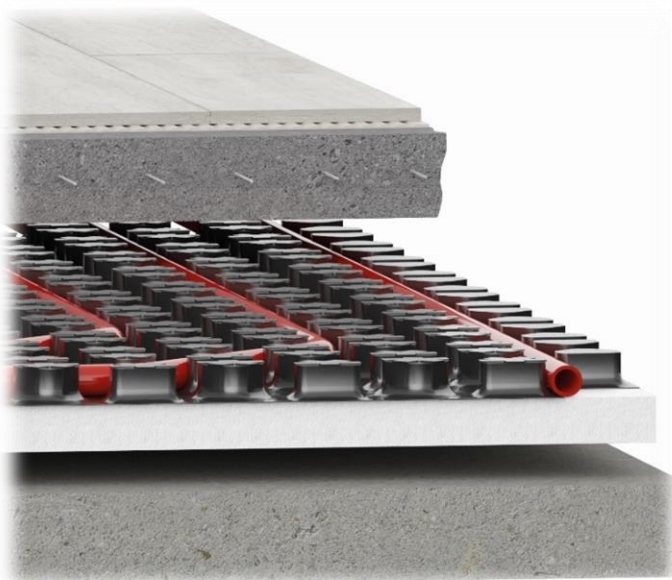
2.2.3 Návrh otopné soustavy

2.2.3.1 Druh a uspořádání otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková, protiproudá s nuceným oběhem vody. Nucený oběh vody zajišťuje elektronicky řízené oběhové čerpadlo, které je součástí kotle. Navržený jmenovitý teplotní spád soustavy je 55/45°C pro otopná tělesa a 40/30°C pro podlahové vytápění.

Otopná soustava bude plněna vodou. Systém je navrženy jako uzavřený bez možnosti vnikání vzdušného kyslíku do vody. V důsledku toho je korozivní aktivita vody v uzavřeném systému minimální.

V obytných částech objektu je navrženo podlahové vytápění, které je řešeno jako mokrý systém, kdy otopný had umístěný nad tepelnou izolací je přímo zalit betonovou mazaninou. Ve snaze udržet rovnoměrnou povrchovou teplotu v místnosti bude podlahové topení kladeno ve tvaru plošné spirály pomocí systémové desky Varionova 11 mm, jejíž výhodou je snadná pokládka a bezpečná fixace potrubí s volitelnou roztečí. Potrubí podlahových smyček je navrženo typu Rautherm S 17x2,0 mm. Smyčky podlahového vytápění jsou napojeny na potrubní rozvody přes rozdělovač HKV-D nerez. Maximální teplota podlahy nepřekročí 29°C v obytných místnostech a 35°C v ostatních místnostech, včetně hygienického zázemí objektu.



Obrázek 19- Ilustrační foto podlahového topení se systémovou deskou [15]

Dále jsou v obytných místnostech navrženy podlahové konvektory typu Koraflex s přirozenou nebo nucenou konvekci a otopná tělesa Koratherm Horizontal.

V koupelnách jsou zvolena trubková otopná tělesa Koralux Linear Max a Koralux Linear Comfort. Tyto tělesa budou připojena s teplotním spádem 55/45°C a vybavena termostatickou hlavicí.

Vytápění ostatních místností zajišťují desková otopná tělesa typu Radik Klasik, která jsou vyprojektována v garáži, skladu a technické místnosti v prvním nadzemním podlaží a Radik VK, či Radik VKL navržených v šatnách ve druhém a třetím nadzemním podlaží.

Konkrétní provedení veškerých otopných těles je uvedeno ve výkresové dokumentaci.

2.2.3.2 Potrubní rozvody a regulace

Potrubní rozvody k otopným tělesům a k rozdělovačům podlahového vytápění budou provedeny ze síťovaného polyethylenu PE-Xa typu Rautherm S HAS a ve skladbě podlahy vedeny v tepelné izolaci. Potrubí podlahových smyček bude ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa typu Rautherm S. Potrubí bude vedeno převážně v podlaze. Výjimkou je první nadzemní podlaží v části garáže, technické místnosti a skladu, kde bude potrubí vedeno pod stropem.

Regulaci teploty v jednotlivých místnostech zajistí instalace termostatických hlavic na otopná tělesa.

V rámci zaregulování soustavy budou nastaveny regulační ventily na otopných tělesech podle výkresové dokumentace.

Regulaci výstupní teploty zdroje tepla zajišťuje ekvitermní regulátor FW 200 zabudovaný v topném zařízení, doplněný dálkovým ovládním FB 10 umožňujícím regulaci z obytné místnosti v 2.NP. Čidlo venkovní teploty bude umístěno na severní fasádě objektu.



Obrázek 20- Ilustrační foto trubky Rautherm S [15]

2.2.3.3 Výpočet potřeby tepla na vytápění

- **Denní potřeba tepla na vytápění**

$$Q_{VYT,d} = 24 * Q_c$$

$$Q_{VYT,d} = 24 * 22960$$

$$Q_{VYT,d} = 551040 \text{ Wh} = 551,04 \text{ kWh}$$

kde, $Q_{VYT,d}$...denní potřeba tepla na vytápění [Wh]

Q_c ...tepelná ztráta objektu [W]

- **Hodinová potřeba tepla na vytápění**

$$Q_{VYT,h} = Q_c$$

$$Q_{VYT,h} = 22960 \text{ W} = 22,96 \text{ kW}$$

kde, $Q_{VYT,h}$...hodinová potřeba tepla na vytápění [W]

Q_c ...tepelná ztráta objektu [W]

- **Roční potřeba tepla na vytápění**

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění (denostupňová metoda) dle ČSN EN 13 790.

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 * Q_c * \varepsilon * D}{t_i - t_e} = \frac{24 * 22960 * 0,928 * 3456}{20 - (-12)}$$

$$Q_{VYT,r} = 55227,43 \text{ kWh/rok}$$

kde, $Q_{VYT,r}$...roční potřeba tepla na vytápění [Wh/rok]

Q_c ...tepelná ztráta objektu [W]

t_i ...průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]

t_e ...vnější výpočtová teplota [°C]

D ...počet denostupňů [K.den]

ε ...opravný součinitel na snížení teploty [-]

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) * d$$

$$D = (20 - 4) * 216$$

$$D = 3456 \text{ K. den}$$

kde, $t_{i,s}$...průměrná teplota v budově

$t_{e,s}$...průměrná venkovní teplota v otopném období

d ...počet dnů za rok s teplotou $< 13^{\circ}\text{C}$, tj. počet dní otopného období

$$\varepsilon = \frac{e_i * e_t * e_d}{\eta_o * \eta_r} = \frac{0,9 * 1 * 1}{1 * 0,97}$$

$$\varepsilon = 0,928$$

kde, e_i ...nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem (0,8-0,9)

e_t ...snížení teploty v místnosti během dne, respektive noci (0,8-1,0)

e_d ...zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami provozu (0,8-1,0)

η_o ...účinnost obsluhy (1,0 pro plynovou kotelnu)

η_r ...účinnost rozvodu vytápění (0,95-0,98 podle provedení)

2.2.4 Příprava teplé vody

K přípravě teplé vody slouží stacionární nepřímě ohřívání zásobník. Zdrojem tepla je plynový kondenzační kotel. Zásobník obsahuje čidlo NTC, které je zapojeno do jednotky Heatronic plynového kotle. [2]

2.2.4.1 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody

- **Denní potřeba tepla na ohřev teplé vody**

$$Q_{TV,d} = \frac{\rho * c * V_{2P} * (t_{TV} - t_{SV})}{3600} = \frac{1000 * 4,182 * 0,082 * 5 * (55 - 45)}{3600}$$

$$Q_{TV,d} = 21,433 \text{ kWh}$$

kde, ρ ...měrná hmotnost vody (1 000 kg/m³)

c ...měrná tepelná kapacita vody (4,182 kJ/kg.K = 4 182 J/kg.K)

V_{2p} ...celková potřeba TV pro všechny osoby

(bytový dům $V_{2p}=0,082 \text{ m}^3/\text{os.den}$)

t_{tv} ...teplota teplé vody (55°C)

t_{sv} ...teplota studené vody (10°C)

- **Hodinová potřeba tepla na ohřev teplé vody**

$$Q_{TV,h} = \frac{Q_{TV,d}}{\tau} = \frac{21,433}{24}$$

$$Q_{TV,h} = 10,716 \text{ kW}$$

kde, $Q_{TV,d}$...denní potřeba tepla [kWh], tj. za 24 hodin

τ ...perioda, tj. za 24 hodin denně [hod.]

- **Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody**

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} * (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 21,433 * 216 + 0,8 * 21,433 * \frac{55 - 15}{55 - 10} * (365 - 216)$$

$$Q_{TV,r} = 6900,47 \text{ kWh/rok}$$

kde, d...počet dnů otopného období v roce (216 dnů dle tab. [16])
 0,8...součinitel zohledňující snížení potřeby teplé vody v létě
 t_{svl} ...teplota studené vody v létě (15°C)
 t_{svz} ...teplota studené vody v zimě (5 až 10°C)
 N...počet pracovních dní soustavy v roce (350 až 365 dní)

• **Návrh zařízení pro ohřev teplé vody**

Návrh zařízení pro ohřev teplé vody dle ČSN 06 0320.

$$Q_{2P} = Q_{2T} + Q_{2Z} = 21,433 + 10,716$$

$$Q_{2P} = 31,149 \text{ kWh}$$

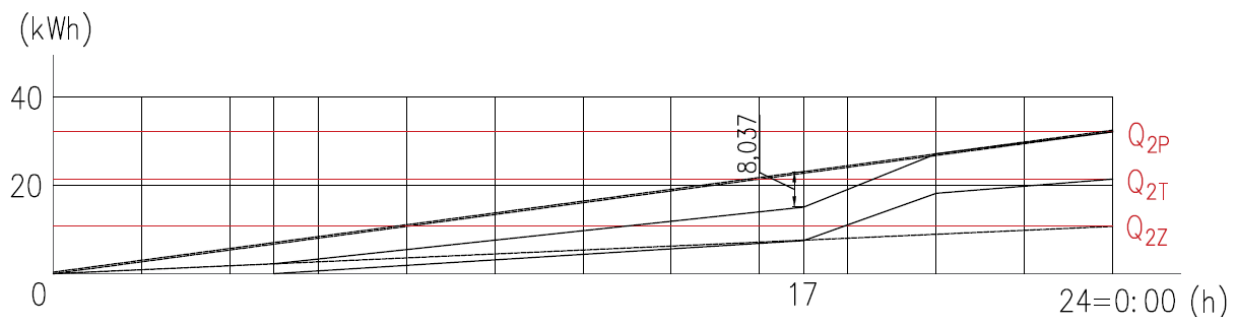
$$Q_{2T} = c * V_{2P} * (t_{TV} - t_{SV}) = Q_{TV,d}$$

$$Q_{2T} = 21,433 \text{ kWh}$$

$$Q_{2Z} = Q_{2T} * z = 21,433 * 0,5$$

$$Q_{2Z} = 10,716 \text{ kWh}$$

kde, Q_{2P} ...potřeba tepla odebraného z ohřivače během jedné periody
 Q_{2T} ...teoretické teplo odebrané z ohřivače během jedné periody
 Q_{2Z} ...teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody během periody
 z...poměrná ztráta tepla při ohřevu a dopravě teplé užitkové vody ($z = 0,5$)
 t_{TV} ...teplota teplé vody (55°C)
 t_{sv} ...teplota studené vody (10°C)



Obrázek 21- Křivka dodávky a odběru

Objem zásobníku:

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{c * (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{8,037}{4,182 * (55 - 10)}$$

$$V_Z = 43 \text{ l}$$

kde, c ...měrná tepelná kapacita vody (4,182kJ/kg.K)

θ_2 ...teplota teplé vody (55°C)

θ_1 ...teplota studené vody (10°C)

Z důvodu malého počtu osob a velké nepřesnosti výpočtu bude velikost zásobníku odhadnuta na 200 litrů.

→ Návrh stacionárního zásobníku SK 200-5 ZB.**• Potřebný příkon (výkon) na ohřev teplé vody**

$$P_{TV} = \frac{Q_{TV,d}}{\tau} = Q_{TV,h}$$

$$P_{TV} = 10,716 \text{ kW}$$

• Expanzní nádoba

$$V_o = V_k + V_p + V_t + V_r = 3,5 + 454,7 + 2,5$$

$$V_o = 460,7 \text{ l}$$

kde, V_k ...objem vody v kotli dle technického listu [l]

V_p ...objem vody v potrubí [l]

V_t ...objem vody v OT [l]

V_r ...rezerva na objem vody v okruhu mezi kotlem a rozdělovačem [l]

Pozn. V_p+V_t ...objem vody v soustavě (viz. výpočty Techcon)

$$V_{et} = 1,3 * V_o * n * \frac{1}{\eta} = 1,3 * 460,7 * 0,01413 * \frac{1}{0,412}$$

$$V_{et} = 20,5 \text{ l}$$

kde, V_{et} ...objem expanzní tlakové nádoby [l]
 V_o ...objem vody v celé otopné soustavě [l]
 η ...stupeň využití EN [-]
 n ...součinitel zvětšení objemu [-] (viz.tab. [17])

$$\eta = \frac{p_{h,dov,A} - p_{d,A}}{p_{h,dov,A}} = \frac{250 - 147}{250} = 0,412$$

kde, $p_{h,dov,A}$...nejvyšší dovolený absolutní tlak, otevírací tlak pojistného ventilu [kPa]
 $p_{d,A}$...hydrostatický absolutní tlak [kPa]

$$p_{d,A} = \rho * g * h * 10^{-3} + p_B = 1000 * 9,81 * (6,3 - 1,5) * 10^{-3} + 100$$

$$p_{d,A} = 147 \text{ kPa}$$

kde, ρ ...hustota vody (1 000 kg/m³)
 g ...tíhové zrychlení (9,81 m/s²)
 h ...výška vodního sloupce nad expanzní nádobou [m]
 p_B ...barometrický tlak (100 kPa)

Expanzní nádoba zabudovaná v kotli o objemu 12 litrů bude doplněna dodatečnou expanzní nádobou Junkers o objemu 10 litrů.

2.2.5 Roční potřeba tepla

$$Q_R = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r} = 55227,43 + 6900,47$$

$$Q_R = 62127,9 \text{ kWh/rok}$$

kde, Q_R ...celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev vody [Wh/rok]
 $Q_{VYT,r}$...roční potřeba tepla na vytápění [Wh/rok]
 $Q_{TV,r}$...roční potřeba tepla na ohřev teplé vody [Wh/rok]

2.2.6 Návrh plynové kotelny

2.2.6.1 Zdroj tepla

Hodnoty pro návrh plynového kotle byly spočítány pomocí programu TechCON RAUCAD a jsou uvedeny v příloze č. 3 - Návrh otopné soustavy.

Tabulka 3 - Vypočtené hodnoty pro návrh zdroje tepla

	Uzel 1	Uzel 2
potřebný příkon	15 503 W	8 467 W
tlačová ztráta okruhu	24 560 Pa	9 880 Pa
objemový průtok	1 302 kg/h	1 248 kg/h

Potřebný příkon celkem = $15\,503 + 8\,467 = 23\,970\text{ W} = 24\text{ kW}$

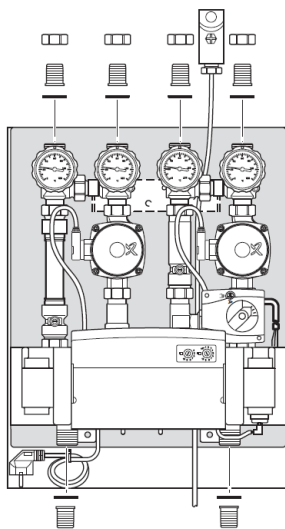
Uzel 1 - Okruh otopných těles

Uzel 2 - Okruh podlahového vytápění

➔ **Návrh kotle Junkers CERAPUR COMFORT ZSBR 28-3 E (26 kW).**

2.2.6.2 Rozdělovač topných okruhů

V objektu je navržen integrovaný termohydraulický rozdělovač jako součást rychlomontážní sady HW 2 U/G – 3H, na který bude připojen okruh pro podlahové topení a okruh pro otopná tělesa. Topný systém bude ovládán pomocí ekvitermního regulátoru FW 200 se spínacím modulem IPM 2 pro oba topné okruhy.



Obrázek 22- Schéma rychlomontážní sady HW 2 U/G-3H [28]

2.2.6.3 Potřeba paliva

$$B_H = \frac{Q_H * 3600}{\eta * H} = \frac{(10,716 + 22,960) * 3600}{0,8 * 34000} = 4,457 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde, Q_H ...hodinová potřeba tepla celkem na vytápění a ohřev teplé vody [Wh]

η ...účinnost zařízení (0,7-0,85) [-]

H ...výhřevnost paliva, pro zemní plyn $H = 34 \text{ MJ/m}^3$

• Roční potřeba paliva

$$B_R = \frac{Q_R * 3600}{\eta * H} = \frac{(6900,47 + 55227,43) * 3600}{0,8 * 34000} = 8222,81 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde, Q_R ...roční potřeba tepla celkem na vytápění a ohřev teplé vody [Wh]

η ...účinnost zařízení (0,7-0,85) [-]

H ...výhřevnost paliva, pro zemní plyn $H = 34 \text{ MJ/m}^3$

2.2.6.4 Větrání kotelný

$$S = \frac{V_{MAX}}{3600 * v} = \frac{45,907}{3600 * 0,5} = 0,0255 \text{ m}^2$$

kde, S ...plocha větracího otvoru [m^2]

V_{MAX} ...maximální množství větracího vzduchu [m^3/h]

v ...rychlost větracího vzduchu (0,5-0,1 m/s)

3600...převod hodin na sekundy

$$V_{MAX} = \max (V_S; V_i; V_Z) = \max (45,907; 13,1; 38,691) = 45,907 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_S = B_H * V_{Sl} = 4,457 * 10,3 = 45,907 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde, V_S ...přívod vzduchu pro spalování [m^3/h]

V_{Sl} ...skutečné množství vzduchu pro spalování ($V_{Sl} = 10,3 \text{ m}^3/\text{m}^3$)

B_H ...hodinová potřeba paliva [m^3/h]

$$V_{Sl} = V_{min} * \lambda * \left[\frac{273 + t}{273} * \frac{101,3}{p} \right]$$

pro zemní plyn: $V_{Sl} = 10,3 \text{ [m}^3/\text{m}^3]$

kde, V_{min} ...min. teoretické množství vzduchu pro spalování pro zemní plyn [m^3/m^3]

λ ...přebytek vzduchu na spalování (1,1-1,2 [-] pro kotle na plynná paliva)

t ...teplota vzduchu pro skutečné podmínky [$^{\circ}\text{C}$]

p ...výpočtový tlak vzduchu, který je roven statickému, pro ČR je $p=98,1 \text{ [kPa]}$

H ...výhřevnost paliva [MJ/m^3]

$$V_i = i * O = 0,5 * 26,2 = 13,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde, V_i ...množství vzduchu pro odvod škodlivin [m^3/h]

i ...doporučená intenzita větrání kotelny, $i = 0,5 \text{ [l/h]}$

O ...vnitřní objem větraného prostoru [m^3]

$$V_z = 0,0025 * \frac{Q_K}{\rho * c * \Delta t} = 0,0025 * \frac{26000}{1,2 * 0,28 * 5} = 38,691 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde, V_z ...výměna vzduchu pro odvod tepelné zátěže [m^3/h]

Q_K ...celkový výkon kotle [W]

ρ ...hustota vzduchu, $\rho = 1,2 \text{ [kg}/\text{m}^3]$

c ...měrná tepelná kapacita, $c = 0,28 \text{ [Wh}/\text{kg.K}]$

Δt ...rozdíl teplot vzduchu, léto $\Delta t = 5 \text{ K}$, zima $\Delta t = 20 \text{ K}$

➔ **Potřebný větrací otvor je 150 x 200 mm.**

➔ **Místo větracího otvoru byl navržen ventilátor do obvodové stěny.**

3 Větrání

3.1 Možnosti větrání

V současné době existuje několik možností, jak větrat rodinné domy. Cílem větrání je zajistit zdravé a komfortní prostředí s ohledem na počáteční investice i provozní náklady. Obecně lze systémy větrání rozdělit na přirozené a nucené, které dále umožňují centrální nebo lokální odvod znečištěného vzduchu.

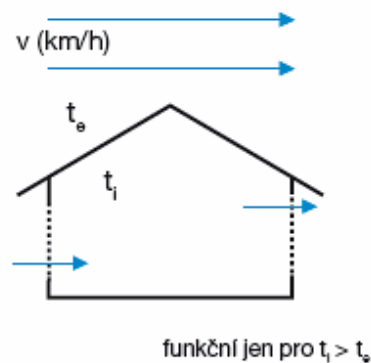
3.1.1 Přirozené větrání

Přirozené větrání vychází z působení vztlaku vzduchu. Důvodem je různá měrná hmotnost vzduchu daná rozdílem teplot vnitřního a venkovního prostředí. Mezi účinky podporující proudění vzduchu v objektu patří i působení větru od návětrné strany. [26]

- **Infiltrace**

Prvním typem přirozeného větrání je infiltrace, kde k pronikání vzduchu do budovy dochází netěsnostmi v obvodových konstrukcích, funkčních spárách oken nebo dveří. Infiltrace je podmíněna účinky větru a rozdílem teplot mezi interiérem a exteriérem. Větrání infiltrací můžeme doplnit nárazovým provětráváním okny. [11]

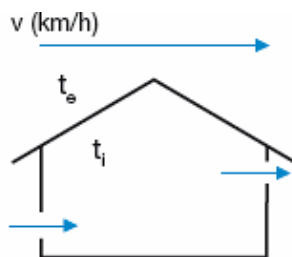
Tento systém má však mnoho záporů. Jedním z nich je nefunkčnost v letním období při bezvětrí nebo po instalaci moderních těsných oken. Další nevýhodou je přenos škodlivin a pachů do objektu, neřízené větrání v zimním období nebo nerovnoměrnost působení na návětrné a závětrné straně. [11]



Obrázek 23- Princip infiltrace [11]

- **Aerace**

K výměně vzduchu dochází pomocí přivodních a odvodních otvorů umístěných v konstrukci s potřebným výškovým rozdílem. Fungování a princip aerace je obdobný jako u infiltrace s tím rozdílem, že při aeraci je zvětšen průtočný průřez pro přívod a odvod vzduchu. I v případě aerace platí závislost na povětrnostních a klimatických podmínkách. [11]

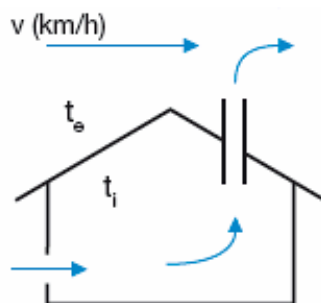


Obrázek 24- Princip aerace [11]

- **Šachtové větrání**

Šachtové větrání funguje na principu účinného vztlaku vzduchu v důsledku rozdílu teplot v interiéru a exteriéru. Čerstvý vzduch je přiváděn pomocí větracích otvorů umístěných nejlépe za otopným tělesem, abychom zajistili ohřátí přivodního vzduchu. Znehodnocený vzduch je odváděn do sběrné větrací šachty. [11]

Nevýhodou šachtového větrání jsou poruchy funkčnosti při působení větru nebo vyrovnání teplot venkovního a vnitřního vzduchu. Systém neumožňuje řízené větrání kuchyní, koupelen a WC, což je podle dnešních hygienických požadavků nepřijatelné.



Obrázek 25- Princip šachtového větrání [11]

V případě šachtového větrání, infiltrace i aerace se jedná o historicky používanou metodu, která dnes nevyhovuje současným hygienickým požadavkům na větrání budov a může být použita pouze jako doplňkový systém větrání.

3.1.2 Nucené větrání

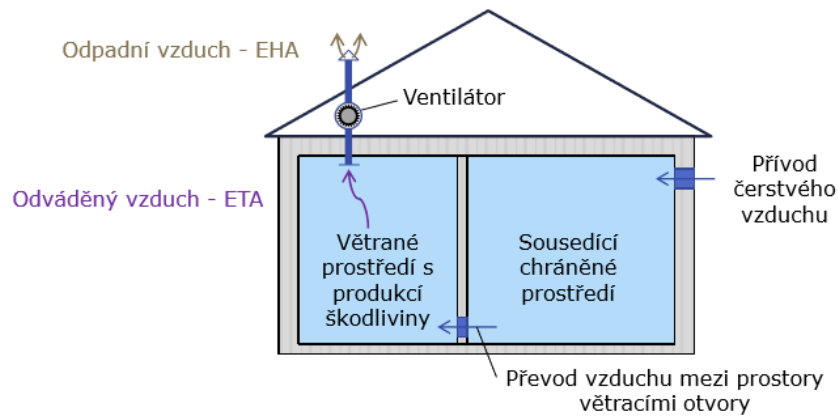
Při nuceném větrání je přívod nebo odvod vzduchu zajištěn pomocí mechanického zařízení. Při větrání budov je možné obě varianty kombinovat a pomocí ventilátoru zajistit nucený přívod i odvod vzduchu z objektu zároveň.

Z hlediska tlaku vzduchu můžeme systémy rozdělit na podtlakový, přetlakový nebo rovnotlaký. Řešením jsou dvě varianty návrhu. První možností je systém centrální, kde jedna vzduchotechnická jednotka nebo centrální ventilátor obsluhuje celý objekt eventuálně jeho část. Zařízení zajišťující odvod vzduchu je napojeno na stoupací potrubí a umístěno zpravidla v nejvyšším místě budovy. V případě individuálního větrání bytových jednotek je řešením systém lokální. Při podtlakovém větrání je odvod vzduchu zajištěn malými radiálními ventilátory umístěnými přímo v dané místnosti nebo ventilátorem zajišťujícím odvod vzduchu z více místností jednoho bytu zároveň umístěným v podhledu či šachtě. V případě rovnotlakého větrání jsou malé vzduchotechnické jednotky umístěny do každého podlaží. [30]

- **Systém nuceného odvodu vzduchu**

Jedním z řešení větrání obytných budov je systém podtlakový. Jedná se o nucený odvod vzduchu pomocí mechanického zařízení - ventilátoru. Vzduch je odváděn z místností, kde vzniká vlhkost a škodliviny, tj. kuchyň, koupelna nebo WC do společného stoupacího potrubí s výfukem nad střechu. Přívod může být zajištěn okenními ventilačními mřížkami nebo otvory ve stavebních konstrukcích, nejlépe v blízkosti otopných těles, která čerstvý vzduch rovnou ohřejí. [30]

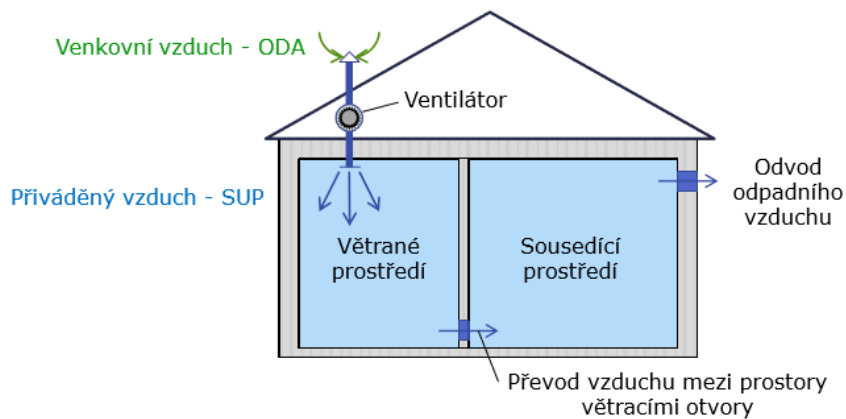
Výhodou systému jsou relativně nízké pořizovací náklady, okamžitý odvod určeného množství škodlivin a jednoduchost obsluhy. Za nevýhody lze považovat hlučnost při spuštění, závislost provozu na uživateli nebo vyšší náklady na ohřev vzduchu bez možnosti zpětného získávání tepla.



Obrázek 26- Princip podtlakového větrání [12]

- **Systém nuceného přívodu vzduchu**

Systém přetlakový funguje na opačném principu systému podtlakového. Do budovy je vzduch přiváděn ventilátorem a odváděn větracími otvory. Tento typ větrání není vhodný do obytných budov, ale slouží jako pomocné větrání pro speciální čisté prostory, kdy je přetlakem bráněno vniknutí škodlivin, například na operačních sálech. [30]



Obrázek 27- Princip přetlakového větrání [12]

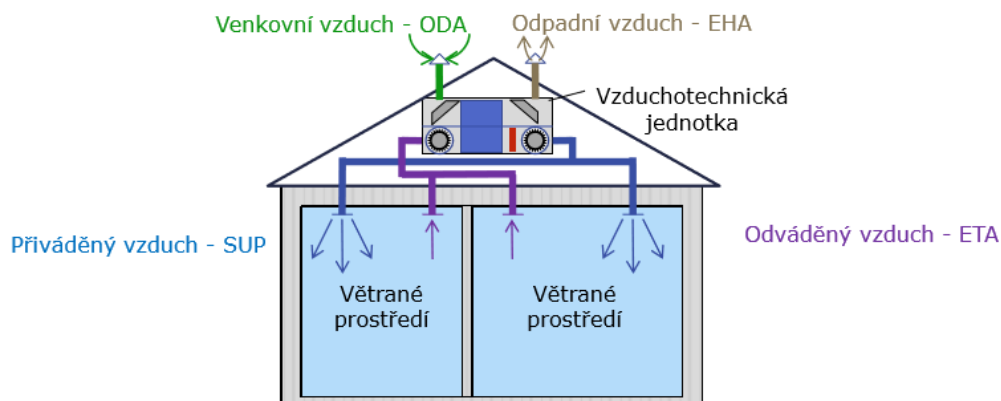
- **Systém rovnotlakého větrání**

Jedná se o kombinaci obou předchozích metod. Pomocí ventilátorů je čerstvý vzduch řízeně přiváděn do budovy a znehodnocený zároveň odváděn do venkovního prostředí. Vzduchotechnická zařízení slouží nejen k distribuci vzduchu, ale i k jeho úpravě, tzn. ohřívání, chlazení, vlhčení nebo sušení a filtrace. Jádrem vzduchotechnické jednotky jsou dva ventilátory, výměník ZZT a případně ohřivač. Dle požadavků na koncentraci CO₂ nebo vlhkost je možné výkon ventilátorů uvnitř jednotky regulovat. [30]

Využití tento systém získává i v případech, kdy není možné zajistit přívod vzduchu podtlakem z hygienických požadavků na čistotu vzduchu nebo zvýšenou hlučnost, například blízko komunikací. [30]

Výhodou je určené množství větracího vzduchu, možnost úpravy kvality přiváděného vzduchu a využití zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu s výsledkem snížení spotřeby tepla.

Nevýhodou je vyšší spotřeba energie a vyšší pořizovací náklady oproti podtlakovým systémům. Podmínkou jsou požadavky na prostory pro umístění jednotky.

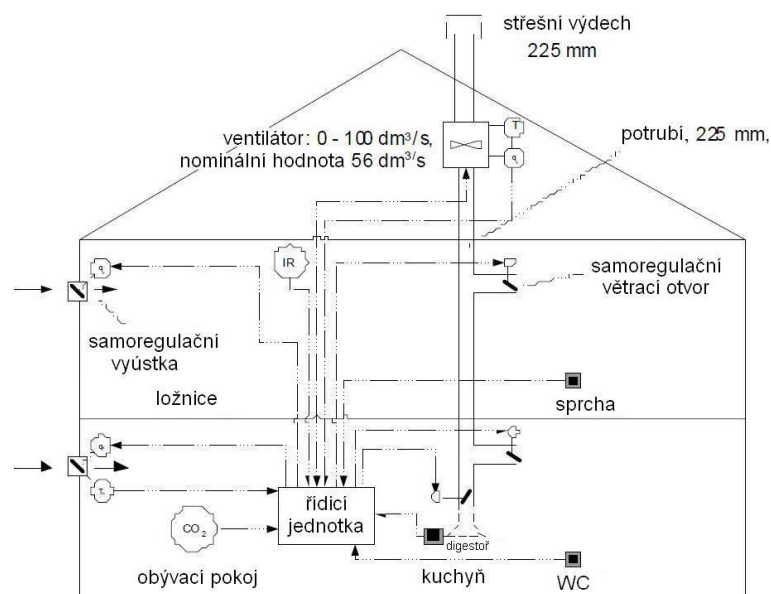


Obrázek 28- Princip rovnotlakého větrání [12]

3.1.3 Hybridní větrání

Hybridní větrání pracuje na principu kombinace dvou režimů. Jedná se o inteligentní větrací systém, který umožňuje regulovat režim přirozeného a nuceného větrání za účelem snížení spotřeby energie a zajištění tepelné pohody. Podle koncepce můžeme hybridní větrání rozdělit do tří kategorií. [30]

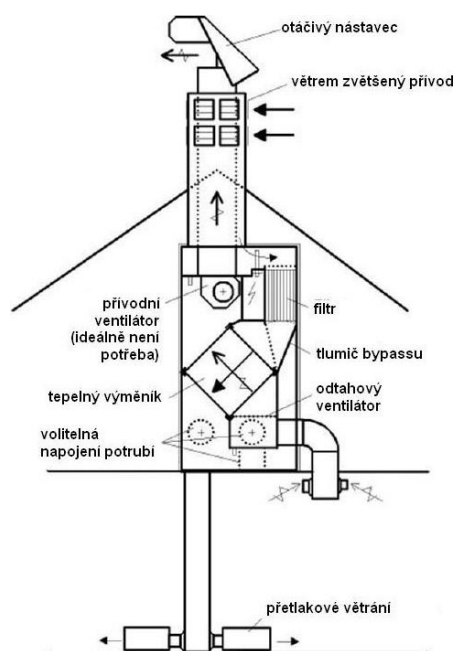
Prvním typem je přirozené větrání doplněné pomocným ventilátorem. Ventilátor se uvede do provozu v případě, že vztahové síly či působení větru nezajistí potřebné množství větracího vzduchu. Čerstvý vzduch je nasáván pomocí samoregulačních vyústek umístěných na fasádě a znehodnocený vzduch odváděn do centrálního stoupacího potrubí s výfukem nad střechu prostřednictvím samoregulačních větracích průduchů. Provozní režim budovy je nastaven řídicí jednotkou podle dané koncentrace CO_2 v objektu, na kterou jsou napojeny jednotlivé prvky systému, například ventilátor či samoregulační otvory. [30]



Obrázek 29- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]

Další možností je nucené větrání podpořené působením větru a komínovým efektem. Z důvodu využití působení větru a vztaku je ventilátor umístěn v jednotce používán jen omezeně a výsledkem je nižší spotřeba energie. Jedná se o nízkotlakou distribuci vzduchu díky rekuperátoru tepla umístěného v jednotce. [30]

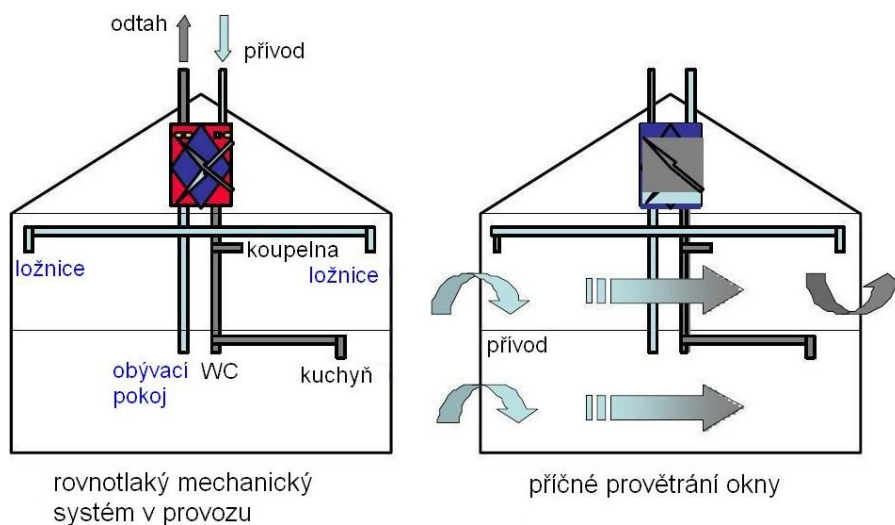
Výhodou je neomezené použití v běžné výstavbě a úspora energie. Mezi nevýhody tohoto typu větrání patří vyšší pořizovací či provozní náklady.



Obrázek 30- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]

Poslední typ představuje střídání režimů přirozeného a nuceného větrání. Režim nuceného větrání nastává v okamžiku, kdy z důvodu klimatických podmínek není přirozeným větráním možné dosáhnout požadované výměny vzduchu. Jedná se o extrémní podmínky v letním či zimním období. Kromě aktuálních klimatických podmínek ovlivňuje přepínání režimu i počet osob v prostředí a jejich aktivita. [30]

Snahou střídání režimů je snížení provozních a energetických nároků, zajistit požadovanou kvalitu vzduchu a minimalizovat mechanické hnací síly.



Obrázek 31- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]

3.2 Volba typu větrání

Rodinný dům je větrán přirozeně kromě místností hygienického zázemí, kuchyně, garáže včetně skladů, šaten, sauny a technologie bazénu. V těchto prostorech je navrženo nucené podtlakové větrání.

3.2.1 Množství větracího vzduchu

Stanovení větracího vzduchu závisí na mnoha faktorech. Jedná se zejména o množství vznikajících škodlivin v interiéru, fyzické aktivity osob a dalších vlivů určujících kvalitu vzduchu ve vnitřním prostředí, například kvalita venkovního ovzduší.

Základním důvodem větrání je pokrytí produkce škodlivin v interiéru, jedná se o oxidy dusíku NO_x , vzniklé procesy spalování plynových spotřebičů nebo tabákovým kouřem. Mezi další toxické prvky můžeme zařadit ozón O_3 vzniklý z kopírovacích jednotek a elektrostatických čističů vzduchu nebo těžké organické sloučeniny VOC uvolňující se z nátěrů, rozpouštědel, lepidel, ale i koberců a čisticích prostředků. [31]

Na základě produkce CO_2 lze uvažovat minimální množství větracího vzduchu 15-25 m^3/h v souvislosti s aktivitou člověka. [27]



Obrázek 32- Koncentrace CO_2 ve vnitřním prostředí [32]

Tabulka 4 - Stanovení množství větracího vzduchu

STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU							
č. místn.	účel místnosti	TRVALÉ VĚTRÁNÍ					NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÍ
		objem místnosti O [m ³]	intenzita větrání I [h ⁻¹]	přívod venkovního vzduchu Ve [m ³ /h]	přívod venkovního vzduchu dle počtu osob [m ³ /h]		průtok odsávacího vzduchu [m ³ /h]
					počet osob	přívod venkovního vzduchu Ve [m ³ /h]	
1.NP							
1.01	Vstupní hala	46,3	0,5	23,15			
1.02	Schodišťová hala	16	0,5	8			
1.04	WC	4,6	0,5	2,3			50
1.05	Garáž	436,3	1	436,3			
1.06	Posilovna	31,8	1	31,8	2	50	
1.08	Technologie bazénu	19,1	0,5	9,55			
1.07	Sklad	14,8	0,5	7,4			
1.11	Technická místnost	26,2	0,5	13,1			
1.12	Sklad	30	0,5	15			
2.NP							
2.01	Spíž	5,6	0,5	2,8			
2.02	Komora	5,1	0,5	2,55			
2.04	Obýv. pokoj + kuchyň	221,6	0,5	110,8	5	125	150
2.05	Technická místnost	14,6	0,5	7,3			
2.06	WC	6,2	0,5	3,1			50
2.07	Šatna	26,6	0,5	13,3			
2.08	Koupelna	32,1	1,5	48,15			90
2.09	Sauna	15,7	1,5	23,55			90
2.10	Koupelna	12,8	1,5	19,2			90
2.11	Pokoj pro hosty	32,7	0,5	16,35	2	50	
2.12	Chodba	47,6	0,5	23,8			
2.13	Pokoj 1	54,6	0,5	27,3	1	25	
2.14	Pokoj 2	54,6	0,5	27,3	1	25	
2.15	Pokoj 3	54,6	0,5	27,3	1	25	
3.NP							
3.01	WC	6,3	0,5	3,15			50
3.02	Komora	6,5	0,5	3,25			
3.03	Galerie	22,4	0,5	11,2			
3.04	Ložnice	115,7	0,5	57,85	2	50	
3.05	Šatna	16,1	0,5	8,05			
3.06	Koupelna	37,7	1,5	56,55			90

3.2.2 Přehled zařízení

Větrání koupelen ve 2.NP je navrženo jako podtlakové. Přívod vzduchu bude realizován přes větrací mřížku dveří nebo okenními ventilačními mřížkami. Odpadní vzduch bude nasáván pomocí ventilátoru do kruhového potrubí a stoupacím potrubím vyveden do prostoru nástavby, kde bude na potrubí osazen malý ventilátor s montáží na stěnu k odtahu vzduchu v šatně. U každého ventilátoru bude umístěna zpětná klapka. Stoupací potrubí bude vyvedeno na střechu, kde se osadí výfuková hlavice. Spínání ventilátorů bude zajištěno od světel samostatným tlačítkem.

Pro větrání kuchyně je navržena odtahová digestoř. Přívodním prvkem budou ventilační mřížky zabudované ve výplních oken. Odpadní vzduch bude nasáván pomocí digestoře a stoupacím potrubím vyveden na střechu, kde bude osazena výfuková hlavice.

Spíž a komora v 2.NP budou větrány stejně jako koupelny podtlakově. Přívod bude realizován přes dveřní větrací mřížku. Na potrubí budou osazeny ventilátory do kruhového potrubí doplněné zpětnými klapkami. Stoupací potrubí bude vyvedeno do prostoru nástavby, kde se osadí malý radiální ventilátor s montáží na stěnu k odvětrání WC a následně na střechu, kde bude umístěna výfuková hlavice.

Podtlakové větrání je navrženo i v technické místnosti, WC a šatně ve 2.NP včetně koupelny v nástavbě, kde bude odpadní vzduch nasáván pomocí ventilátoru osazeném v každém podlaží a přes výfukovou hlavici vyveden na střechu.

Obdobně jsou odvětrány prostory 1.NP (WC, technická místnost, garáž, sklad, posilovna) s tím rozdílem, že potrubí bude vyvedeno na obvodovou stěnu a osazeno výfukovou mřížkou. Přívod čerstvého vzduchu do technické místnosti v přízemí bude realizován pomocí ventilátoru v obvodové stěně. Spínání ventilátoru bude řešeno od světel samostatným tlačítkem.

Po skončení montáže bude provedena komplexní zkouška celého zařízení, které prokáže kompletnost a funkčnost a zařízení bude zaregulováno.



Obrázek 33- Ilustrační foto malého radiálního ventilátoru [14]

4 Závěr

Cílem této práce byl návrh vytápění jednogenerační rodinné vily a koncepční návrh větrání. Po seznámení s možnostmi vytápění a větrání rodinných domů, zhodnocení výhod a nevýhod a možné technické proveditelnosti byl zvolen zdrojem tepla plynový kondenzační kotel Cerapur Comfort ZSBR 28-3 E o výkonu 26 kW a systém větrání navržen jako přirozený v kombinaci s nuceným odvodem vzduchu z místností hygienického zázemí, kuchyně a ostatních prostorů s možným vznikem škodlivin.

Vytápění objektu je řešeno kombinací podlahového topení s otopnými tělesy a podlahovými konvektory jako dvoutrubková otopná soustava s nuceným oběhem vody. Výkony otopných ploch byly navrženy podle tepelných ztrát objektu, které byly stanoveny dle ČSN EN 12 831. Součástí plynové kotelny je nepřímě ohříváný stacionární zásobník teplé vody o objemu 200 litrů, dodatečná expanzní nádoba o objemu 10 litrů a integrovaný termohydraulický rozdělovač topných okruhů jako součást rychlomontážní sady HW 2 U/G-3H. Dle grafu v technickém listu byla oběhová čerpadla navržena na druhý výkonový stupeň na proporcionální tlak okruh otopných těles a konstantní tlak okruh podlahového topení. V každém podlaží je osazen rozdělovač podlahového topení HKV-D pro daný počet smyček, umístěný ve skříni rozdělovače.

Rodinný dům je větrán přirozeně, kromě kuchyně, hygienického zázemí a prostorů, kde dochází ke vzniku škodlivin. V těchto prostorách je navrženo nucené podtlakové větrání. Intenzita výměny vzduchu byla uvažována 1,5 l/hod v koupelnách, 1 l/hod v garáži a posilovně a 0,5 l/hod v obytných a ostatních místnostech. Přívod vzduchu je realizován pomocí okenních ventilačních mřížek nebo větracích mřížek osazených v dveřním křídle. Odvod vzduchu zajišťuje ventilátor. Potrubí je vyvedeno na střeš nebo obvodovou stěnu a osazeno výfukovou hlavicí či mřížkou. Přívod čerstvého vzduchu v kotelně je zajištěn ventilátorem umístěným v obvodové stěně technické místnosti. Odvětrání kuchyně zajistí odtahová digestoř. Podtlakově je odvětrána i garáž, kdy přívod vzduchu je realizován ventilačními mřížkami umístěnými ve spodní části garážových vrat. Odvod znehodnoceného vzduchu pak zajišťují dva ventilátory do kruhového potrubí vyvedeného na obvodovou stěnu s osazenou výfukovou mřížkou.

5 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1- Vizualizace rodinného domu	1
Obrázek 2- Vizualizace, pohled západní	2
Obrázek 3- Vizualizace, pohled jižní.....	2
Obrázek 4- Vizualizace, pohled severovýchodní	2
Obrázek 5- Studie 1.NP	3
Obrázek 6- Studie 2.NP	4
Obrázek 7- Studie podkroví.....	5
Obrázek 8- Vizualizace, pohled severozápadní	5
Obrázek 9- Složky vnitřního prostředí [1].....	9
Obrázek 10- Schéma zapojení plynového kotle [2].....	11
Obrázek 11- Schéma připojení kotle na tuhá paliva [3]	12
Obrázek 12- Schéma zapojení elektrického kotle [4].....	13
Obrázek 13- Schéma připojení tepelného čerpadla [5].....	14
Obrázek 14- Schéma principu tepelného čerpadla [6].....	15
Obrázek 15- Schéma maximální dojezdové vzdálenosti cisterny [7].....	16
Obrázek 16- Schéma připojení kotle na topný olej [8].....	17
Obrázek 17- Schéma zapojení solárního kolektoru [9]	17
Obrázek 18- Zobrazení dopadajícího slunečního záření na území ČR [10].....	18
Obrázek 19- Ilustrační foto podlahového topení se systémovou deskou [15].....	21
Obrázek 20- Ilustrační foto trubky Rautherm S [15].....	22
Obrázek 21- Křivka dodávky a odběru	26
Obrázek 22- Schéma rychlomontážní sady HW 2 U/G-3H [28]	29
Obrázek 23- Princip infiltrace [11].....	32
Obrázek 24- Princip aerace [11]	33
Obrázek 25- Princip šachtového větrání [11]	33
Obrázek 26- Princip podtlakového větrání [12]	35
Obrázek 27- Princip přetlakového větrání [12]	35
Obrázek 28- Princip rovnotlakého větrání [12]	36
Obrázek 29- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]	37
Obrázek 30- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]	38
Obrázek 31- Princip přirozeného větrání s pomocným ventilátorem [13]	38
Obrázek 32- Koncentrace CO ₂ ve vnitřním prostředí [32].....	39
Obrázek 33- Ilustrační foto malého radiálního ventilátoru [14].....	41
Tabulka 1 – Vytápění - vstupní údaje.....	19
Tabulka 2 - Tepelné ztráty objektu	20
Tabulka 3 - Vypočtené hodnoty pro návrh zdroje tepla	29
Tabulka 4 - Stanovení množství větracího vzduchu.....	40

6 Seznam použitých zdrojů

6.1 Internet

- [1] prof. Ing. Kabele, Karel, CSc. Vytápění [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze.
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tba1/prednasky/125tba1-07.pdf>
- [2] Bosch Termotechnika s.r.o. Projekční podklady - Plynový závěsný kondenzační kotel Cerapur Comfort. [Online] [Citace 2.11.2018]. Dostupné z: http://junkers-cz.resource.bosch.com/media/ttcz/dokumentace/projek_n_podklady/plynov_kondenz_a_n_kotle/sk_cerapurcomfort_10_2015.pdf
- [3] KOTLE Sýkora, s.r.o. Schéma zapojení automatických kotlů na tuhá paliva. [Online] [Citace 2.11.2018].
Dostupné z: <http://www.berski.cz/produkty-automaticke-kotle-na-tuha-paliva.php>
- [4] Bosch Termotechnika s.r.o. Elektrický teplovodní kotel Tronic Heat 3000/3500. [Online] [Citace 4.11.2018]. Dostupné z: https://junkers-cz.resource.bosch.com/media/ttcz/dokumentace/instala_n_n_vody_1/10_elektrokotle/9101_im_cz.pdf
- [5] ELVYTAL s.r.o. Jak pracuje tepelné čerpadlo? [Online] [Citace 5.11.2018]
Dostupné z: <http://www.elvytal.cz/jakpracuje.html?referer=Safari>
- [6] Ing. Lachnit, Petr. Tepelné čerpadlo: Jak funguje? ESTAV.cz. [Online] [Citace 7.11.2018]
Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3184.tepelne-cerpadlo-jak-funguje>
- [7] Česká peleta, z.s.p.o. Možnosti vytápění peletami. [Online] [Citace 7.11.2018]
Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/moznosti-vytapeni-peletami/>
- [8] Topení-Kořínek.cz. Schéma připojení kotle [Online] [Citace 8.11.2018]
Dostupné z: <https://www.topeni-korinek.cz/obrazy/ATLAS-schema-zapojeni.jpg>
- [9] Smart Energy s.r.o. Solární kolektory a příslušenství 4T. [Online] [Citace 10.11.2018] Dostupné z: <http://www.smart-energy.cz/solarni-systemy.htm>
- [10] PROPULS SOLAR s.r.o. Solární kolektory, solární systémy a solární absorbéry. [Online] [Citace 10.11.2018] Dostupné z: <http://www.propuls.cz/>
- [11] Ing. Cifrinec, Ivan, Ph.D., MBA. Větrání bytových domů – Základy teorie větrání. TZB-info. [Online] 26.5.2010. [Citace 11.11.2018] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani#1>
- [12] Ing. Adamovský, Daniel, Ph.D. Nucené větrání, teplovzdušné vytápění. Větrání obytných budov [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze.
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz02/prednasky/125tz02-03.pdf>

- [13] prof. Ing. Jícha, Miroslav, CSc., W. F. de Gids. Hybridní ventilace – 2. část. TZB-info. [Online] 24.2.2014. [Citace 14.11.2018] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/10887-hybridni-ventilace-2-cast>
- [14] ELEKTRODESIGN ventilátory s.r.o. ECOAIR HLC Ecowatt ventilátor radiální malý. [Online] [Citace 14.11.2018] Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/ecoair-hlc-ecowatt-ventilator-radialni-maly>
- [15] REHAU, s.r.o. Trubky a technika spojování, Rautherm S. [Online] [Citace 16.11.2018] Dostupné z: <https://www.rehau.com/cz-cs/stavebnictvi-podnikatele/vytapeni-a-chlazení/plosne-vytapeni-chlazení/trubky-a-technika-spojovani>
- [16] TZB-info. Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit. [Online] [Citace 16.11.2018] Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>
- [17] Ing. Bašta, Jiří, Ph.D. Návrh expanzní nádoby. TZB-info. [Online] 16.10.2002. [Citace 16.11.2018] Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/1156-navrh-expanzni-nadoby>
- [18] Olga a Aleš Rubinovi. Vnitřní prostředí budov a tepelná pohoda člověka. TZB-info. [Online] 22.8.2005. [Citace 17.11.2018] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/2650-vnitri-prostredi-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>
- [19] Budín, Jan. Zemní plyn- těžba, vlastnosti a rozdělení. O Energetice.cz. [Online] 12.4.2015. [Citace 17.11.2018] Dostupné z: <http://oenergetice.cz/plyn/zemni-plyn-tezba-vlastnosti-a-rozdeleni/>
- [20] Ing. Musil, Ladislav. Plyn ve vytápění. TZB-info. [Online] 17.10.2002. [Citace 17.11.2018] Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1163-plyn-ve-vytapeni-i>
- [21] SETOP s.r.o. Plynové kondenzační kotle. [Online] [Citace 21.11.2018] Dostupné z: <https://www.kotle-viessmann.cz/seznam-produktu-viessmann/plynove-kondenzacni-kotle/>
- [22] IVT Tepelná čerpadla s.r.o. Typy tepelných čerpadel. [Online] [Citace 21.11.2018] Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>
- [23] Poncarová, J. Vytápění elektrinou: Vyplatí se topení elektrinou? EkoLid.cz. [Online] 13.2013. [Citace 24.11.2018] Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/vytapeni-elektrinou-vyplati-se/>
- [24] doc. Ing. Matuška, Tomáš, Ph.D. Typy solárních kolektorů. TZB-info. [Online] [Citace 24.11.2018] Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-ty-py-solarnich-kolektoru>
- [25] Nazeleno.cz. Úsporné a efektivní – takové je olejové topení od Thermoilu. [Online] 24.8.2012. [Citace 28.11.2018] Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/vytapani/usporne-a-efektivni-takove-je-olejove-topeni-od-thermoilu.aspx>

- [26] Ing. Adamovský, Daniel, Ph.D. Přirozené a hybridní větrání [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze.
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz02/prednasky/125tz02-02.pdf>
- [27] Ing. Mathauserová, Zuzana. Přirozené větrání, infiltrace a exfiltrace. TZB-info. [Online] 23.10.2006. [Citace 2.12.2018] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitni-prostredi/3608-prirozene-vetrani-infiltrace-a-exfiltrace>
- [28] Bosch Termotechnika s.r.o. Instalační návod pro odborníka. [Online] [Citace 5.12.2018]. Dostupné z: http://junkers-cz.resource.bosch.com/media/ttcz/dokumentace/instalacni_navod_na_vody_1/09_pslu_enstv_hw_2-3h_6720643406201010_czindd.pdf
- [29] Ing. Lyčka, Zdeněk. Jak vybírat kotel na pevná paliva (1). TZB-info. [Online] 22.4.2013. [Citace 11.12.2018] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [30] Ing. Zmrhal, Vladimír, Ph.D., Ing. Petlach, Jiří. Systémy větrání obytných budov. TZB-info. [Online] 17.10.2011. [Citace 18.12.2018] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [31] Ing. Adamovský, Daniel, Ph.D. Úvod do problematiky větrání [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz02/prednasky/125tz02-01.pdf>
- [32] Jindrák, Martin. Intenzita větrání záleží na počtu osob v místnosti. ESTAV.cz. [Online] [Citace 18.12.2018] Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/1779.intenzita-vetrani-zalezi-na-poctu-osob-v-mistnosti>

6.2 Literatura

- [33] prof. Ing. Kabele, Karel, CSc. a kolektiv. Technická zařízení budov, Vytápění – podklady pro cvičení. ČVUT 2014. ISBN 978-80-01-05203-7.
- [34] prof. Ing. Kabele, Karel, CSc., prof. Ing. Bašta, Jiří, Ph.D. Otopné soustavy teplovodní – Sešit projektanta č.1. STP - Společnost pro techniku prostředí 2008. ISBN 978-80-02-02064-6.
- [35] Petráš, Dušan a kolektiv. Vytápění rodinných a bytových domů. Jaga 2005. ISBN 978-80-8076-020-5.
- [36] prof. Ing. Kabele, Karel, CSc. a kolektiv. Energetické a ekologické systémy 1. ČVUT 2005. ISBN 80-01-03327-9.

6.3 Legislativa

ČSN 73 0540-2	Tepelná ochrana budov
ČSN EN 12 831	Tepelné soustavy v budovách- Výpočet tepelného výkonu
ČSN 06 0320	Tepelné soustavy v budovách- Příprava teplé vody- Navrhování a projektování
ČSN 73 4201	Komíny a kouřovody- Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv
ČSN EN 13 790	Energetická náročnost budov- Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení

7 Seznam příloh

Příloha č. 1	Součinitele prostupu tepla (program Teplo 2017 EDU)
Příloha č. 2	Tepelné ztráty objektu
Příloha č. 3	Návrh otopné soustavy (program TechCON RAUCAD)
Příloha č. 4	Technické listy
Příloha č. 5	Technické zprávy

8 Seznam výkresové dokumentace

Výkres č. 1	Vytápění- půdorys 1.NP (1:50)
Výkres č. 2	Vytápění- půdorys 2.NP (1:50)
Výkres č. 3	Vytápění- půdorys podkroví (1:50)
Výkres č. 4	Rozvinutý řez (1:50)
Výkres č. 5	Schéma zapojení plynové kotelny (1:100)
Výkres č. 6	Schéma rozdělovačů podlahového vytápění (1:40)
Výkres č. 7	Větrání- půdorys 1.NP (1:50)
Výkres č. 8	Větrání - půdorys 2.NP (1:50)
Výkres č. 9	Větrání - půdorys podkroví (1:50)