

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Stavební inženýrství

(Konstrukce pozemních staveb)



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh systému vytápění a větrání rodinného domu

Vyhotovil: Tomáš Uchytíl

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Praha 2017

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh systému vytápění a větrání rodinného domu**

zpracoval(a) samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne ...

.....  
Jméno Příjmení

## Poděkování

Děkuji Ing. Miroslavu Urbanovi, PhD. za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ondřeji Janoutovi za poskytnutí studie objektu.

**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ  
RODINNÉHO DOMU**

DESING OF HEATING AND VENTILATION  
SYSTEM OF A FAMILY HOUSE

## Anotace

Tato práce se zabývá výběrem zdroje tepla a návrhem větrání luxusního rodinného domu. Součástí domu jsou dvě bytové jednotky a vnitřní bazén. Zdroj tepla (tepelné čerpadlo vzduch-voda) byl vybrán na základě ekonomické a technické analýzy proveditelnosti. Dále bylo navrženo rekuperační větrání a větrání bazénu. Na rešeršní část navazuje projektová dokumentace.

## Klíčová slova:

vytápění, podlahové vytápění, zdroje tepla, tepelné čerpadlo, vzduchotechnika, větrání bazénu, rekuperační větrání

## Summary

This thesis deals with the selection of the heat source and the design of the ventilation of a luxury family house. The house has two living units and an indoor pool. The heat source (air-water heat pump) was selected based on economic and technical feasibility analysis. In addition, regenerative ventilation and swimming pool ventilation have been proposed. The research documentation follows the search section.

## Key words:

heating, underfloor heating, heat sources, heat pump, air handling, swimming pool ventilation, recuperation ventilation

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ÚVOD .....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1. POPIS OBJEKTU .....   | 5         |
| 1.2. KONSTRUKČNÍ SYSTÉM .....                                    | 7         |
| 1.3. KLIMATICKÉ PODMÍNKY .....                                   | 8         |
| <b>2. VÝBĚR SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ .....</b>                           | <b>9</b>  |
| 2.1. POPIS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI .....                             | 9         |
| 2.2. VSTUPNÍ ÚDAJE .....   | 9         |
| 2.3. VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU .....                        | 9         |
| 2.4. VÝPOČET ROČNÍ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ .....               | 10        |
| 2.5. VÝBĚR ZDROJE TEPLA .....                                    | 11        |
| 2.5.1. <i>Technická proveditelnost – plynový kotel</i> .....     | 12        |
| 2.5.2. <i>Ekonomická proveditelnost – plynový kotel</i> .....    | 14        |
| 2.5.3. <i>Technická proveditelnost – elektrický kotel</i> .....  | 15        |
| 2.5.4. <i>Ekonomická proveditelnost – elektrický kotel</i> ..... | 17        |
| 2.5.5. <i>Technická proveditelnost – tepelné čerpadlo</i> .....  | 18        |
| 2.5.6. <i>Ekonomická proveditelnost – tepelné čerpadlo</i> ..... | 20        |
| 2.5.7. <i>Technická proveditelnost – kotel na biomasu</i> .....  | 21        |
| 2.5.8. <i>Ekonomická proveditelnost – kotel na biomasu</i> ..... | 23        |
| 2.5.9. <i>Ekonomické porovnání zdroje tepla</i> .....            | 24        |
| 2.6. TEPELNÉ ČERPADLO .....                                      | 25        |
| 2.7. TOPNÝ SYSTÉM .....  | 25        |
| 2.8. PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ .....                                    | 26        |
| <b>3. VĚTRÁNÍ OBJEKTU POMOCÍ REKUPERACE .....</b>                | <b>27</b> |
| 3.1. POPIS SYSTÉMU VZT REKUPERACE .....                          | 27        |
| <b>4. VNITŘNÍ BAZÉN .....</b>                                    | <b>29</b> |
| 4.1. POPIS VNITŘNÍHO BAZÉNU .....                                | 29        |
| 4.2. VYTÁPĚNÍ VNITŘNÍHO BAZÉNU .....                             | 30        |
| 4.3. VĚTRÁNÍ VNITŘNÍHO BAZÉNU .....                              | 30        |
| <b>5. ZÁVĚR .....</b>  | <b>31</b> |

# 1. ÚVOD

## 1.1. Popis objektu

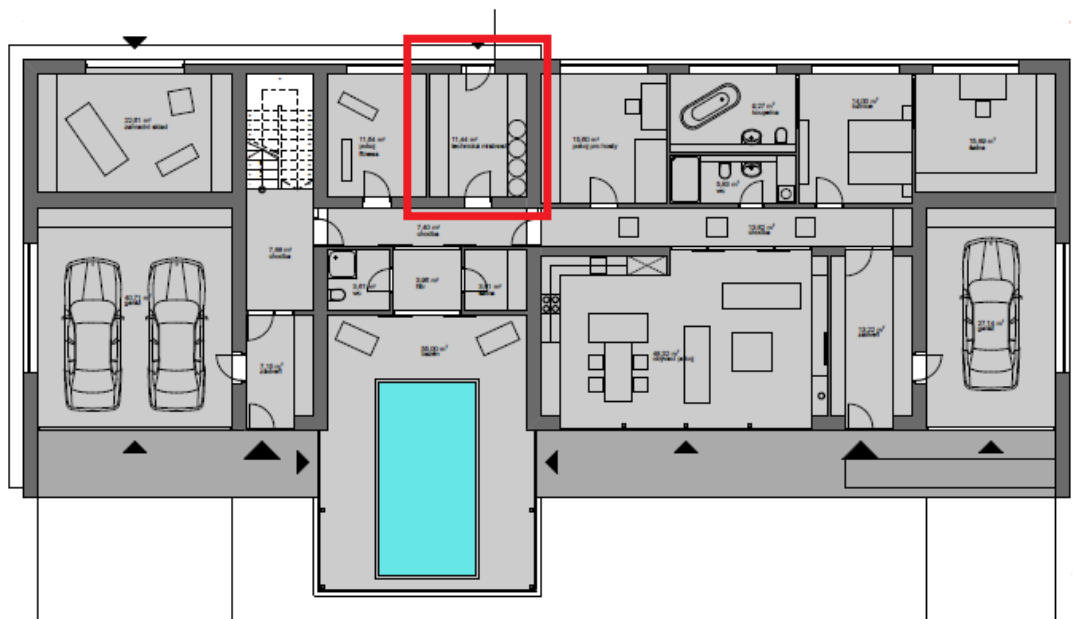
Předmětem této práce je návrh vytápění a větrání dvougenerační rodinné vily o celkové ploše 620,1 m<sup>2</sup> a objemu 2325,4 m<sup>3</sup>. V první části této práce se budu věnovat analýze výběru zdroje vytápění z ekonomického, technického a ekologického hlediska. V části druhé se soustředím na návrhu nuceného větrání objektu.

Dvou podlažní vila se skládá z tří zón. Bydlení pro mladou rodinu, dále bydlení pro rodiče a samostatnou zónu s vnitřním bazénem. Moderní bydlení je situováno na okraji Plzně v klidné části obce Božkov. V přízemí se nachází Fitness pokoj, technická místnost, pokoj pro hosty, koupelna, WC, ložnice, šatna, zádveří, obývací pokoj. V oddělené části se nachází vnitřní bazén. Na západní a východní straně objektu jsou situovány garáže. V patře druhém se nachází hala, koupelna, WC, ložnice, obývací pokoj s kuchyňským koutem, dětský pokoj propojený se šatnou a pracovna. Obytné místnosti a bazén jsou orientovány na jižní straně a obsahují velké prosklené plochy. Technická místnost je orientována na severní stranu objektu.



Obr 1. Studie rodinného domu v Plzni Božkově - vizualizace





Obr 2. Studie rodinného domu v Plzni Božkově – půdorys 1.NP  
 Pozn. Červené označení zobrazuje 1.07. Technická místnost



Obr 3. Studie rodinného domu v Plzni Božkově – půdorys 2.NP

## 1.2. Konstrukční systém

Konstrukční systém objektu lze charakterizovat jako stěnový zděný systém, založený na základových pasech. Stropy objektu jsou navrženy jako železobetonové monolitické. Část ploché střechy, která se nachází nad prostorem bazénu (1.11) je vynesena pomocí ocelových sloupů.

### Použité stavební prvky:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| obvodové stěny           | - Porotherm P+D 300 mm<br>EPS 200 mm<br><b>U = 0,16 W/m<sup>2</sup>K</b>   |
| vnitřní nosné stěny      | - Porotherm P+D 240 mm<br><b>U = 1,84 W/m<sup>2</sup>K</b>   |
| vnitřní příčky           | - Porotherm P+D 115 mm<br><b>U = 1,60 W/m<sup>2</sup>K</b>   |
| podlaha 1.NP (na zemi)   | - ŽB deska 150 mm,<br>EPS 120mm,<br>beton 50mm<br><b>U = 0,28 W/m<sup>2</sup>K</b>   |
| podlaha 2.NP             | - ŽB strop 250 mm,<br>EPS 20 mm,<br>beton 50 mm<br><b>U = 0,41 W/m<sup>2</sup>K</b>  |
| podlaha 2.NP (ke garáži) | - minerální vlna 50 mm,<br>ŽB strop 250 mm,<br>EPS 20 mm,<br>beton 50 mm<br><b>U = 0,25 W/m<sup>2</sup>K</b>                   |
| střecha                  | - ŽB strop 250 mm,<br>2x deska Kingspan Thermarroof 80 mm,<br>spádové klíny EPS min. 20 mm<br><b>U = 0,17 W/m<sup>2</sup>K</b> |
| dveře, vrata             | - <b>U<sub>w</sub> = 1,50 W/m<sup>2</sup>K</b>   |

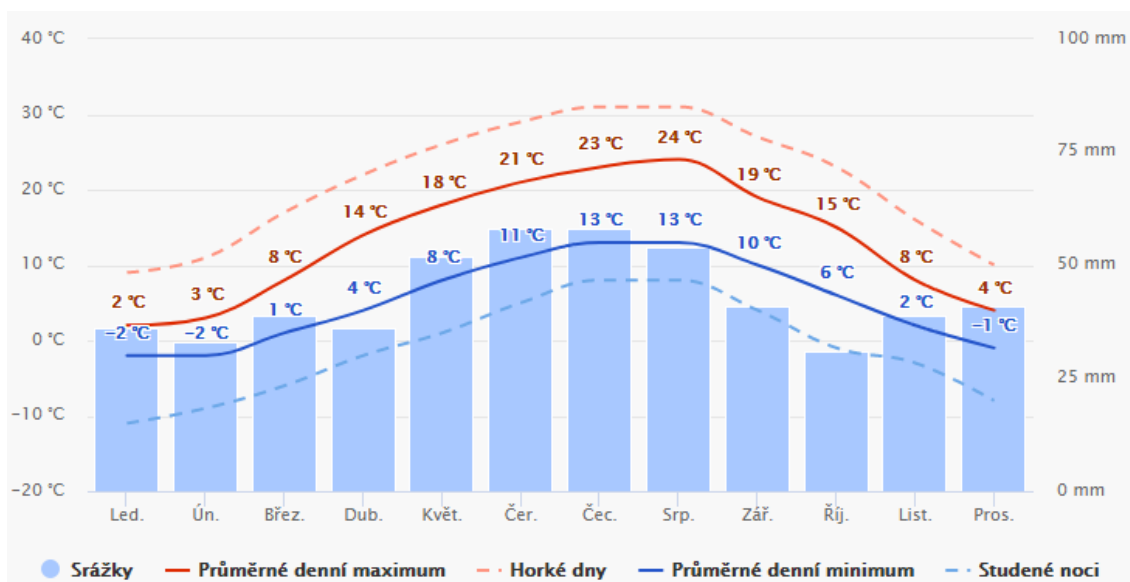
|                |   |
|----------------|---|
| proskené stěny | - izolační dvojsklo, $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| okna           | - izolační trojsklo, $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

Hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí byly vypočteny v programu TEPLLO EDU a splňují požadavky dle normy ČSN 73 0540-2:2011. Dále je možno konstatovat, že obálka domu splňuje doporučená kritéria pro pasivní domy.

### 1.3. Klimatické podmínky

Z hlediska životního prostředí patří okres Plzeň-město z důvodu přítomnosti průmyslových podniků k nejméně zatíženým oblastem. V okrese Plzeň- město dochází překračování měrných emisí v porovnání s ostatními částmi republiky.<sup>1</sup> Z tohoto hlediska je uvažování nad rekuperační jednotkou s filtry správné řešení.

Teplotní podmínky v dané lokalitě jsou ovlivněny nadmořskou výškou 350 m.n.m. a umístěním stavby v lokalitě, která se svažuje od místních vodních toků (Úslava a lokální potok).



Obr 4. Průměrné roční teploty v lokalitě<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zdroj: Český statistický úřad <https://www.czso.cz/>

<sup>2</sup> Zdroj <https://www.meteoblue.com/>

## 2. VÝBĚR SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ

### 2.1. Popis technické místnosti

Technická místnost o rozměru 12,4 m<sup>2</sup> se nachází v přízemí objektu, orientována na severní stranu. Její rozměry jsou dostatečné pro umístění technologie vnitřního bazénu, zásobníků teplé užitkové vody, rozdělovače pro podlahové teplovodní vytápění a zdroje vytápění, ať již se bude jednat o elektrický kotel, plynový kondenzační kotel nebo vnitřní část tepelného čerpadla.

### 2.2. Vstupní údaje

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Zastavěná plocha                         | 316,8 m <sup>2</sup>  |
| Byt 1 NP                                 | 206,6 m <sup>2</sup>  |
| Byt 2 NP                                 | 303,3 m <sup>2</sup>  |
| Bazén                                    | 110,2 m <sup>2</sup>  |
| Celková plocha                           | 620,1 m <sup>2</sup>  |
| Celkový objem                            | 2352,4 m <sup>3</sup> |
| Průměrná vnitřní výpočtová teplota       | 20 °C                 |
| Vnější výpočtová teplota                 | - 15 °C               |
| Počet dní se sněhovou pokrývkou          | 42 (průměr)           |
| Počet ledových dní ( $T_{\max} < 0$ )    | 22                    |
| Počet tropických dní ( $T_{\max} > 30$ ) | 17                    |
| Nadmořská výška                          | 356,4 m. n. m.        |

### 2.3. Výpočet tepelné ztráty objektu

Výpočet tepelné ztráty objektu byl proveden dle ČSN EN 12831. Kompletní výpočet, který byl vypočten pomocí programu Microsoft Excel je uveden v příloze TEPELNÉ ZTRÁTY. Intenzita výměny vzduchu v obytných prostorech byla stanovena na 0,5 1/hod a v hygienickém zázemí a prostoru vnitřního bazénu na 1,5 1/hod. Tepelná ztráta větráním byla vypočtena s úvahou, že objekt bude osazen rekuperační jednotkou při účinnosti  $\eta=80\%$ .

Bilance tepelných ztrát:

|                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Tepelná ztráta Byt 1NP                | 4,2 kW         |
| Tepelná ztráta Byt 2NP                | 4,3 kW         |
| Tepelná ztráta Bazén                  | 7,7 kW         |
| Celková tepelná ztráta větráním       | 3,3 kW         |
| Celková tepelná ztráta prostupem      | 12,9 kW        |
| <b>Celková tepelná ztráta objektu</b> | <b>16,3 kW</b> |

## 2.4. Výpočet roční potřeby tepla na vytápění

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění (denostupňová metoda) dle ČSN EN 13790.

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 * Q_c * \varepsilon * D}{t_{is} - t_e} = \frac{24 * 16245 * 0,735 * 3727}{19 - (-15)} = 31\,412\,230 \text{ Wh/rok}$$
$$= 31,41 \text{ MWh/rok}$$

kde:  $Q_c$  tepelná ztráta objektu [W]  
 $t_{is}$  průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]  
 $t_e$  vnější výpočtová teplota [°C]  
 $D$  počet denostupňů [K.den]

$$D = (t_{is} - t_{e,s}) * d = (19 - 3,6) * 242 = 3727 \text{ [K.den]}$$

kde:  
 $t_{i,s}$  průměrná teplota v budově [°C]  
 $t_{e,s}$  průměrná venkovní teplota v otopném období [°C]  
 $d$  počet dnů za rok s teplotou < 13°C, tj. počet dní otopného období

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_i * \varepsilon_t * \varepsilon_d}{\eta_o * \eta_r} = \frac{0,8 * 0,9 * 1}{1 * 0,98} = 0,735$$

kde:

|          |  |
|----------|--|
| $e_i$    | nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem<br>(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 v provozu (1,0)                 |
| $\eta_o$ | účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy                              |
| $\eta_r$ | účinnost rozvodu vytápění (0,95 – 0,98 podle provedení)                        |

## 2.5. Výběr zdroje tepla

Mezi základní druhy zdrojů tepla pro moderní rodinné domy tepelné čerpadlo, elektrický kotel, kotel na tuhá paliva (dřevní štěpka, dřevěné pelety či brikety, dřevo apod.) nebo plynový kondenzační kotel. Tato kapitola pojednává o porovnání technické proveditelnosti těchto zdrojů, zhodnocuje jejich ekonomickou náročnost, životnost a na základě těchto údajů vybírá nejkomfortnější a nejekonomičtější variantu tepelného zdroje.

Zdroje, které budou porovnávány:

- Kondenzační plynový kotel
- Elektrický kotel
- Tepelné čerpadlo (vzduch-voda)
- Kotel na biomasu (peletky)

### 2.5.1. Technická proveditelnost – plynový kotel

Lokalita, kde bude umístěn rodinný dům, umožňuje vybudování plynovodní přípojky. Plynovodní řad je orientován jižním směrem od objektu a probíhá 3,2 m od hranice pozemku. Navrhují plynovodní přípojku DN50, uloženou min. 800 mm pod povrchem. Hlavní uzávěr plynu (HUP) lze realizovat v rámci oplocení objektu. Technická místnost je vhodná pro umístění jednoho nástěnného kondenzačního plynového kotle, jednoho TUV pro každou bytovou jednotku a vhodná pro umístění technologie bazénu. Odvod spalin lze řešit komínovým tělesem (např. koaxiálním nerezovým komínem BOKRA o průměru 80/125 mm), které bude umístěno v technické místnosti vedle kondenzačního kotle. Komín bude vyústěn nad střešní rovinu.

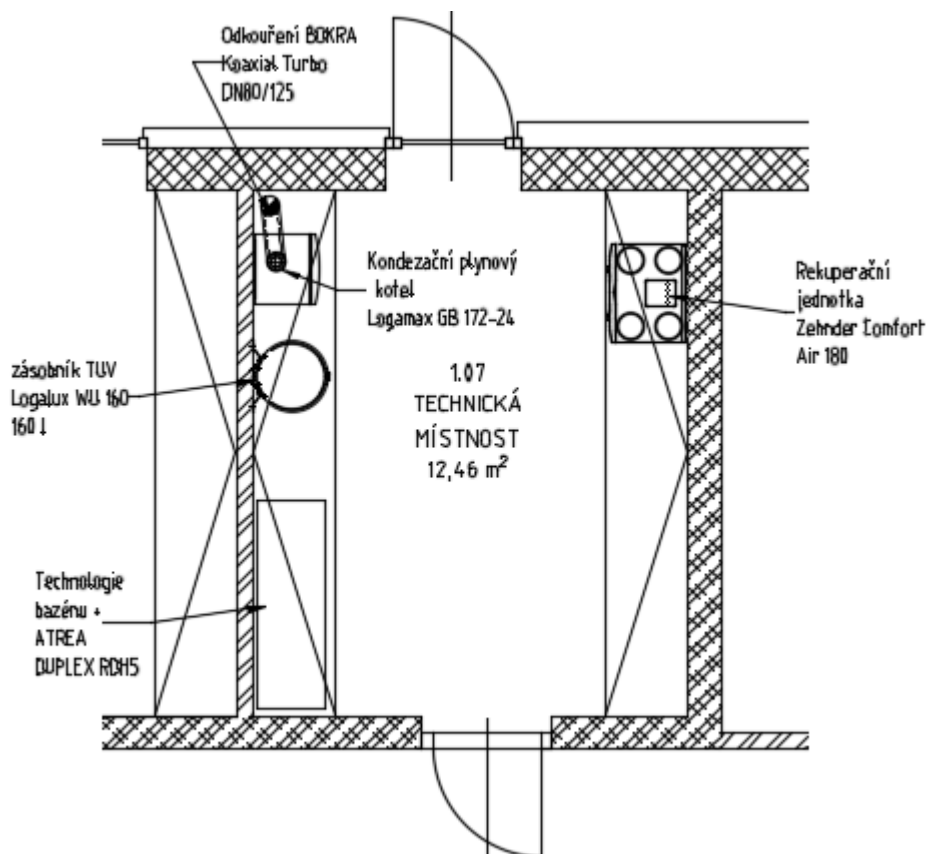


Schéma 1. Technická místnost s plynovým kondenzačním kotlem

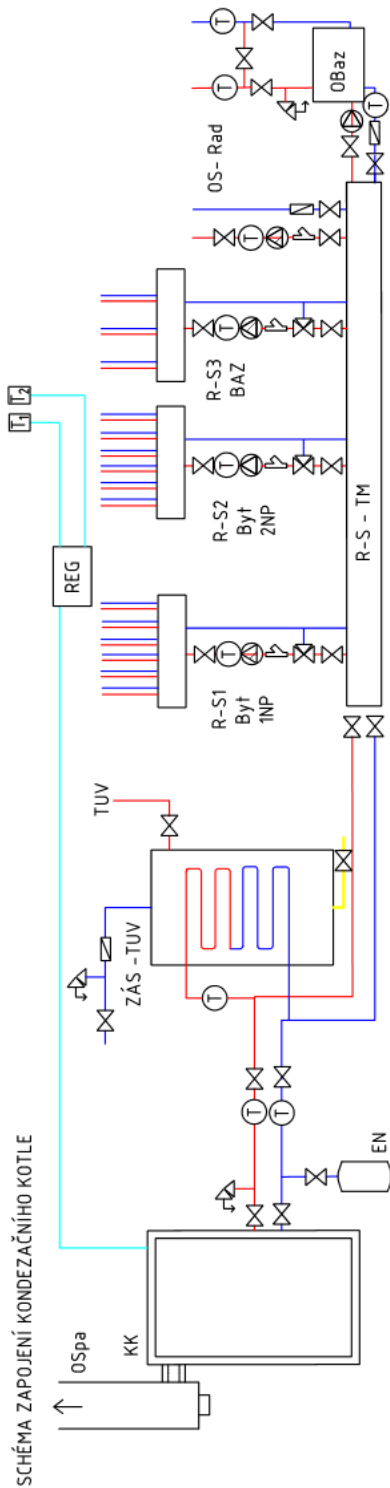


SCHÉMA ZAPOJENÍ KONDEZAČNÍHO KOTLE

- KK - KONDEZAČNÍ KOTEL LOGAMA BUDERUS 172 24kW
- OSpa - BOKRA KOAXIAL TURBO DN 80/125
- REG - REGULACE (T1, T2 - ekvitermní čidla)
- ZÁS-TUV - ZÁSOBNÍK TUV DRAŽICE OKCE 160 Z
- R-S-TM - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ TECHNICKÁ MÍSTNOST IVAR CS 501 NS
- R-S1 - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ REHAU HKV-D PRO BYT 1NP
- R-S2 - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ REHAU HKV-D PRO BYT 2NP
- OS - OTOPNÁ SOUSTAVA RADIÁTORY
- OBaz - OHŘEV BAZÉNU

- Zpětný ventil
- Teploměr
- Uzavírací armatura
- 3cestný směšovací ventil
- oběhové čerpadlo
- pojistný ventil
- filtr pevných částic

Schéma 2. Technická místnost s plynovým kondenzačním kotlem



## 2.5.2. Ekonomická proveditelnost – plynový kotel

Propočet pořizovacích nákladů:

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Kondenzační plynový kotel            | 42 000 Kč <sup>3</sup>       |
| Odvod spalin (komínové těleso)       | 25 000 Kč <sup>4</sup>       |
| <u>Přípojka DN50, délka 19,8 m</u>   | <u>76 600 Kč<sup>5</sup></u> |
| Celkové pořizovací náklady (vč. DPH) | 143 600 Kč                   |

Roční náklady na spotřebu zemního plynu při ceně 1,4 Kč/kWh činí 43 976 Kč/rok<sup>6</sup>. Avšak je nutné při užití plynového kotle uvažovat vnější faktor pohyblivé ceny zemního plynu, na kterou propočet nereaguje. Dále je nutné započítat odhadovanou životnost plynového kotle cca 20 let.

### Výhody:

- Kondenzační kotel není náročný na obsluhu
- Regulovatelnost kotle (plynulá regulace hořáku)
- Vysoká účinnost kotle

### Nevýhody:

- Nutnost zřízení přípojky plynu
- Závislost ČR na dodávkách zemního plynu z jiných zemí a možné zvýšení ceny v budoucnu
- Nutnost zřízení odvodu spalin – komín
- Pravidelné revize kotle
- Pravidelné revize spalinové cesty

---

<sup>3</sup> Zdroj: <http://www.buderus.cz/produkty/kotle/nastenne-kondenzacni-kotle/>

<sup>4</sup> Zdroj: <http://kominy-schiedel.cz/>

<sup>5</sup> Zdroj: [http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu\\_2017.html](http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2017.html)

<sup>6</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/>

### 2.5.3. Technická proveditelnost – elektrický kotel

Technická místnost nabízí pohodlné umístění elektrického kotle. Výhodou elektrického kotle jsou jeho malé rozměry a nízká hmotnost. Elektrokotel je díky své technické jednoduchosti nenáročný na údržbu. Umístění elektrického kotle popisuje zákres do technické místnosti.

Z legislativních požadavků pro novostavby však nelze uvažovat elektrický kotel, jako jediný zdroj vytápění. Daný objekt by nezískal PENB (průkaz energetické náročnosti budovy) a následně tedy ani stavební povolení. Proto je nutné při této variantě uvažovat začlenění dalšího zdroje tepla, jako například krbová kamna.

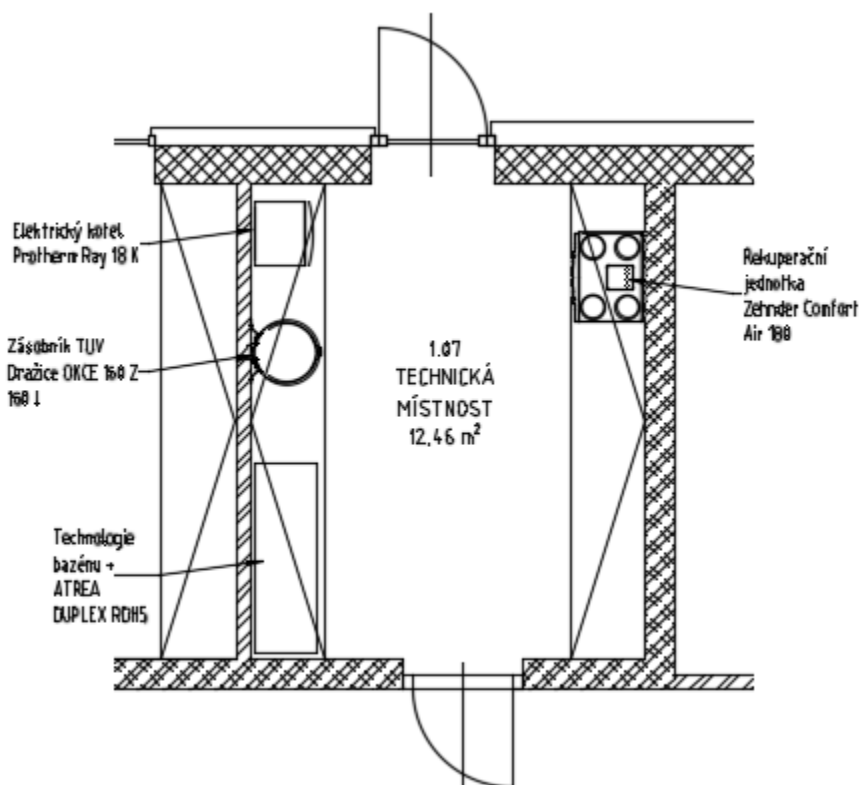
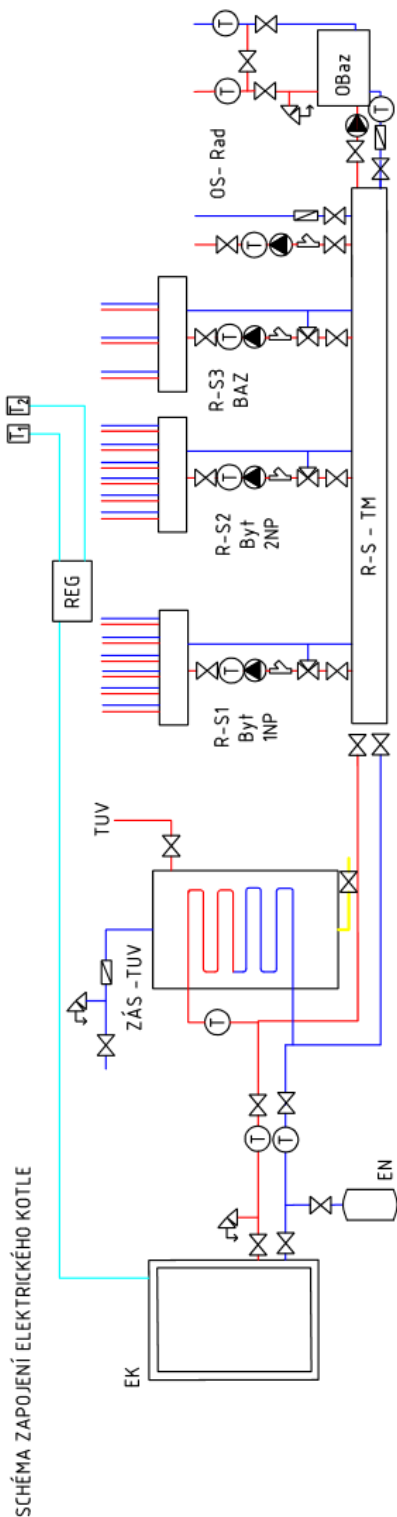


Schéma 3. Technická místnost s elektrickým kotlem



EK - ELEKTRICKÝ KOTEL PROTHERM RAY 24K 24kW  
 REG - REGULACE (T1, T2 - ekvitermní čidla)  
 ZÁS-TUV - ZÁSOBNÍK TUV DRAŽICE OKCE 160 Z  
 R-S-TM - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ TECHNICKÁ MÍSTNOST IVAR CS 501 NS  
 R-S1 - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ REHAU HKV-D PRO BYT 1NP  
 R-S2 - ROZDĚLOVAČ SBĚRAČ REHAU HKV-D PRO BYT 2NP  
 OS - OTOPNÁ SOUSTAVA RADIÁTORŮ  
 OBaz - OHŘEV BAZÉNU

Zpětný ventil  
 Teploměr  
 Uzavírací armatura  
 3cestný směšovací ventil  
 oběhové čerpadlo  
 pojistný ventil  
 filtr pevných částic

Schéma 4. Schéma zapojení - elektrický kotel

#### 2.5.4. Ekonomická proveditelnost – elektrický kotel

Propočet pořizovacích nákladů:

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Elektrický kotel                      | 40 000 Kč <sup>7</sup>       |
| Krbová kamna/krb*                     | 30 000 Kč                    |
| <u>Odvod spalin (komínové těleso)</u> | <u>25 000 Kč<sup>8</sup></u> |
| Celkové pořizovací náklady (vč.DPH)   | 124 000 Kč                   |

\*Legislativní nutnost při vytápění elektrickým zdrojem tepla

Roční náklady na spotřebu elektřiny při ceně 2,33 Kč/kWh v tarifu Přímotop činí 73 188 Kč/rok<sup>9</sup>. Dále je nutné započítat odhadovanou životnost elektrického kotle cca 15 let.

#### Výhody:

- Bez nároků na obsluhu
- Malé rozměry a nízká hmotnost
- Bez potřeby zřízení komínového tělesa
- Vysoká účinnost kotle
- Snížení ceny elektřiny u ostatní spotřebičů (levnější sazba elektřiny)

#### Nevýhody:

- Větší hlavní jistič
- Vysoká cena na provoz
- Nutnost zřízení sekundárního zdroje pro vytápění
- Vyšší investice do el. rozvaděče

---

<sup>7</sup> Zdroj: <https://www.protherm.cz/>

<sup>8</sup> Zdroj: <http://kominy-schiedel.cz/>

<sup>9</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/>

### 2.5.5. Technická proveditelnost – tepelné čerpadlo

Technická místnost je orientována směrem k venkovním neobytným zónám. Umístění venkovních částí jednotek tepelného čerpadla nenarušuje vzhled budovy ani aktivity osob v rámci pozemku. Technická místnost poskytuje svými rozměry dostatečnou plochu pro umístění vnitřní části tepelného čerpadla a akumulční nádoby pro akumulaci přebytečného tepla a snížení zátěže kompresoru jednotky čerpadla.

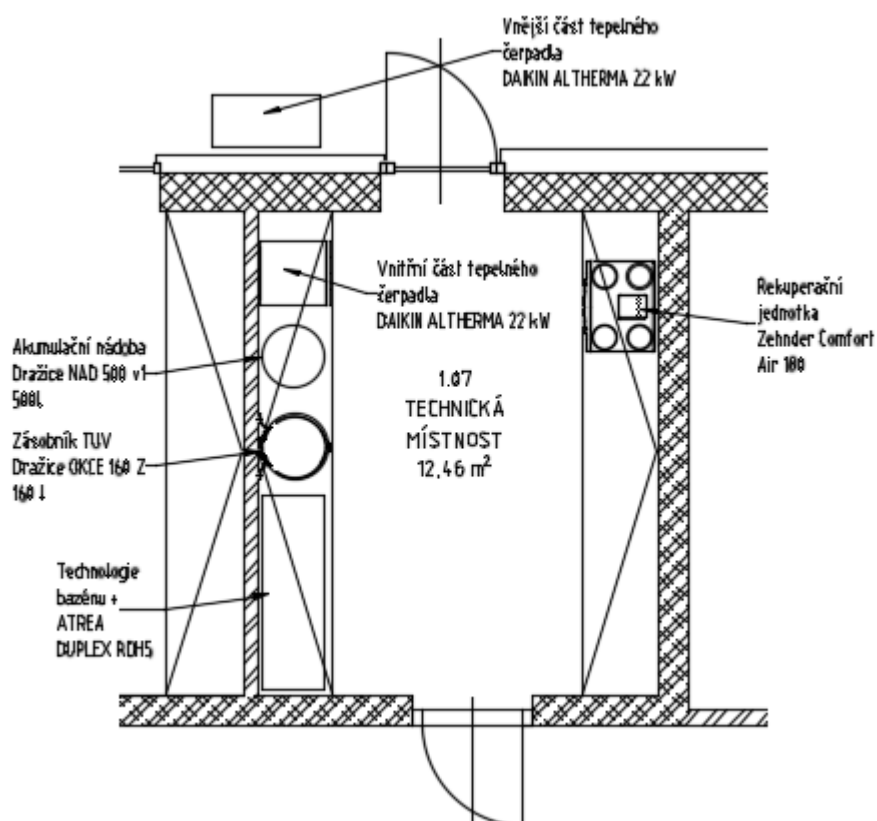


Schéma 5. Technická místnost s vnitřní částí tepelného čerpadla

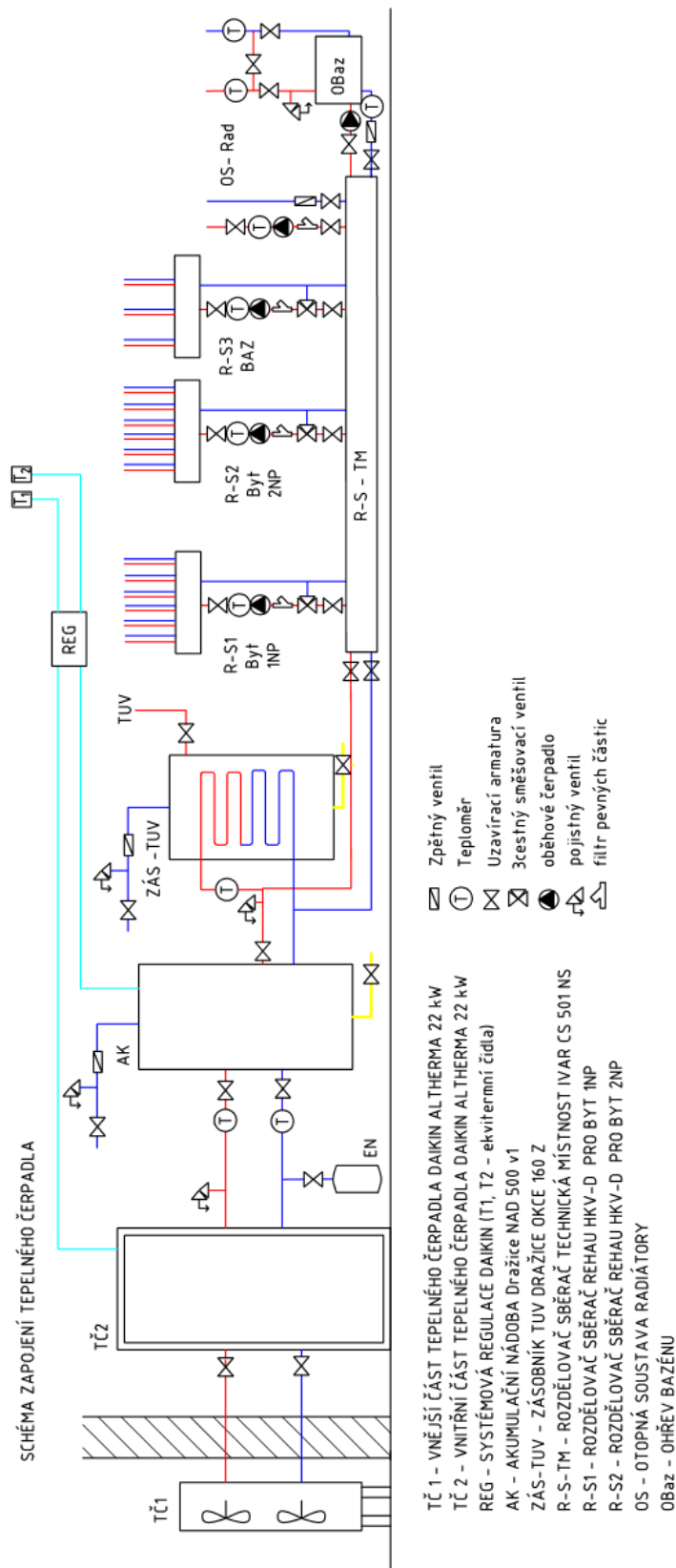


Schéma 6. Schéma zapojení tepelného čerpadla

### 2.5.6. Ekonomická proveditelnost – tepelné čerpadlo

Propočet pořizovacích nákladů:

|  |                  |
|--|------------------|
| Tepelné čerpadlo (vnější jednotka) 22kW                  | 90 952 Kč        |
| <u>Tepelné čerpadlo (vnitřní jed.) 22kW + Aku.nádoba</u> | <u>92 500 Kč</u> |
| Celkové pořizovací náklady (vč.DPH)                      | 183 452 Kč       |

Roční náklady na spotřebu elektřiny při ceně 2,33 Kč/kWh v tarifu D57d činí 14 640 Kč/rok<sup>10</sup> Odhadovaná životnost kompresoru v jednotce 20 let.

#### Výhody:

- Nízké provozní náklady
- Není nutná obsluha
- Bez potřeby zřízení komínového tělesa
- Úspora elektrické energie pro ostatní spotřebu objektu
- Možné dotační programy

#### Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena
- Venkovní jednotka (estetika)
- Použití akumulární nádoby

---

<sup>10</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/>

### 2.5.7. Technická proveditelnost – kotel na biomasu

Při rozdělení technické místnosti pomocí příčky na dvě zóny ( špinavá zóna s kotlem na peletky a čistá zóna s VZT jednotkami a zásobníkem TUV) lze snížit riziko znečištění celé technické místnosti od zbytků paliva (peletek). Pozemek za stavbou poskytuje dostatečný prostor pro skladování biomasy, ať již se bude jednat o kusové dřevo, štěpku nebo pelety. Odvod spalin kotle na biomasu lze řešit pomocí komínového tělesa umístěného v rohu místnosti.

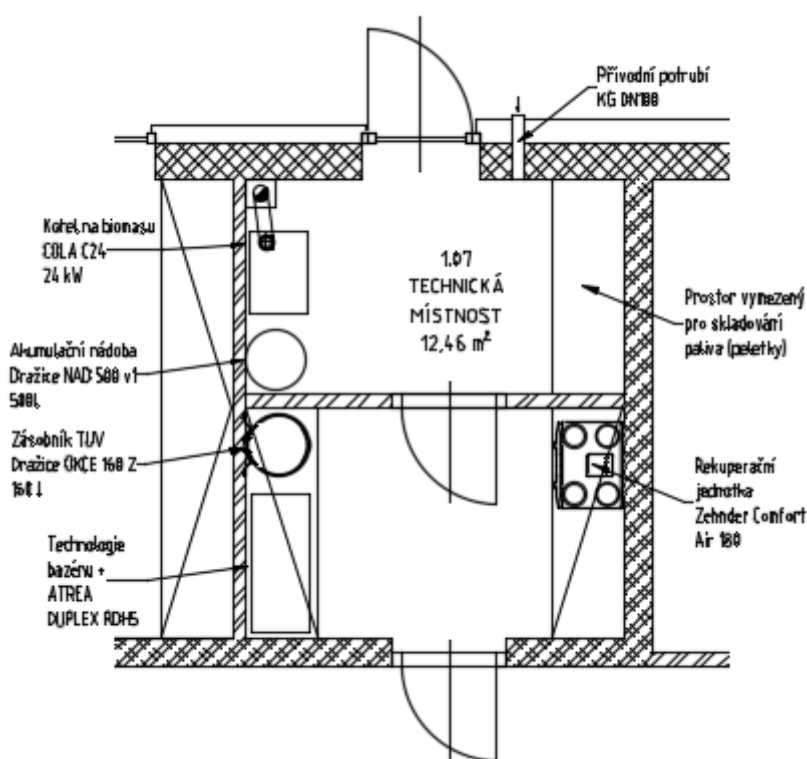


Schéma 7. Technická místnost s kotlem na biomasu



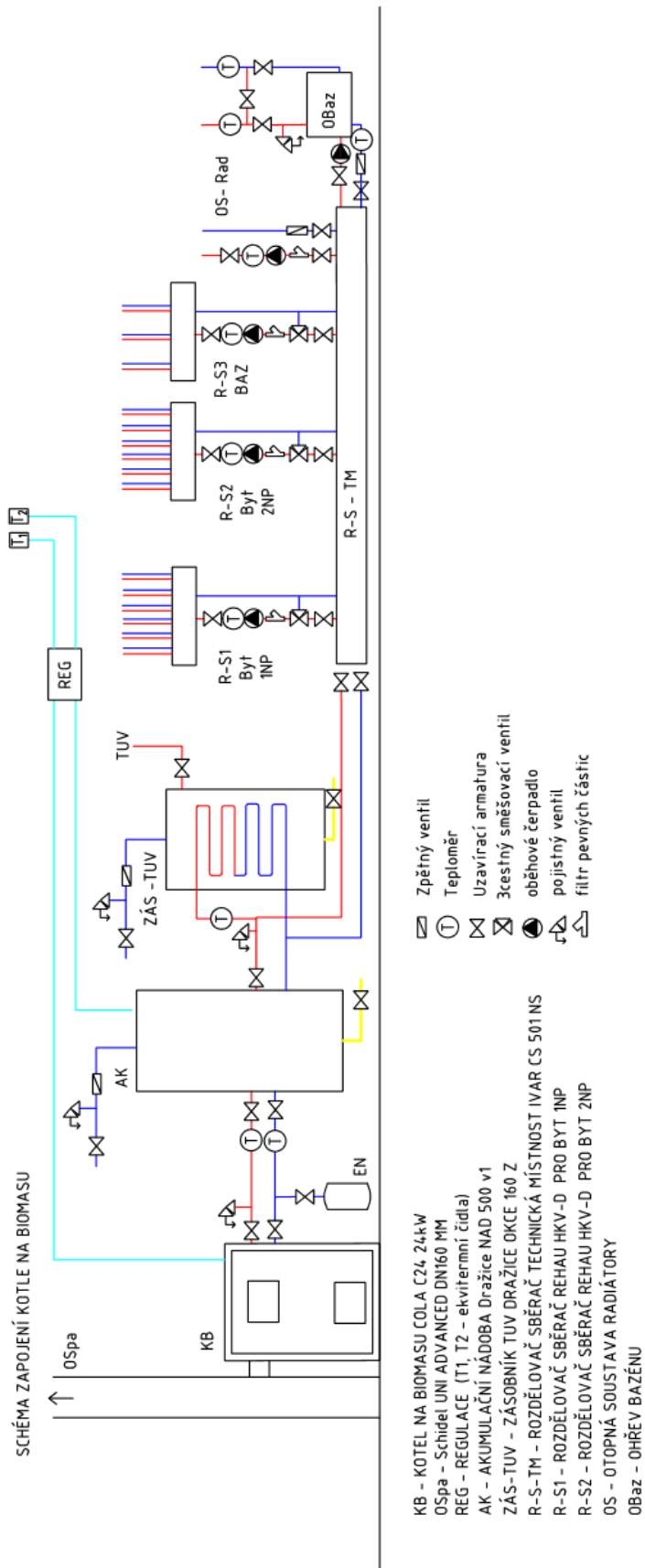


Schéma 8. Schéma zapojení kotle na biomasu

### 2.5.8. Ekonomická proveditelnost – kotel na biomasu

Propočet pořizovacích nákladů:

|                                       |                               |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Kotel na biomasu + ak. nádrž          | 115 000 Kč <sup>11</sup>      |
| <u>Odvod spalin (komínové těleso)</u> | <u>25 000 Kč<sup>12</sup></u> |
| Celkové pořizovací náklady (vč.DPH)   | 140 000 Kč                    |

Roční náklady na vytápění dřevem při ceně 1,17 Kč/kWh.

Odhadovaná životnost kotle 20 let.

#### Výhody:

- Ekologické vytápění
- Při pořízení automatického kotle – snížení nároků na obsluhu
- Nižší pořizovací náklady

#### Nevýhody:

- Skladování dřeva (pelet)
- Starost s objednávání paliva na rozdíl od plynu a elektřiny
- Nároky na obsluhu (doplňování pelet)
- Nutnost rozdělit technickou místnost
- Nutnost zřízení odvodu spalin – komín
- Pravidelné revize kotle
- Nutnost čištění komory hořáku (měsíčně)

---

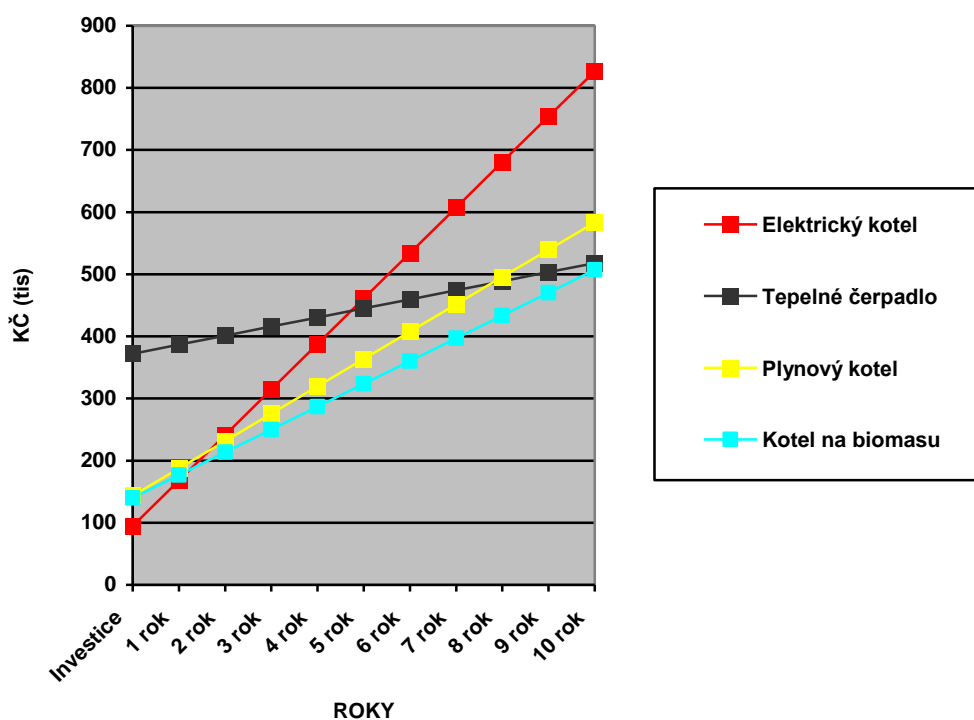
<sup>11</sup> Zdroj: <http://www.ekologicke-kotle.cz/ekologicke-kotle/>

<sup>12</sup> Zdroj: <http://kominy-schiedel.cz/>

### 2.5.9. Ekonomické porovnání zdroje tepla

Z ekonomického porovnání vyplývá, že při velikosti objektu a jeho spotřebě tepla na vytápění se investičně nejnákladnější tepelné čerpadlo provozem navrátí v porovnání s kondenzačním kotlem přibližně za 7,5 let. Z grafu vyplývá, že investičně nejméně nákladný elektrokotel se provozně nevyplácí. V časovém horizontu 10 let nejméně nákladným zdrojem tepla pro vytápění je kotel na biomasu, avšak jeho nedostatek v podobě velké náročnosti na údržbu je v porovnání s ušetřenou cenou paliva minimální. Tepelné čerpadlo využívá nižšího tarifu ceny elektřiny D57d a tudíž je možné konstatovat snížení ceny elektřiny i u ostatních spotřebičů v domácnosti. Ale nejen spotřebičů, například při dnešním nastoleném trendu elektromobility je možné snížit i provozní náklady automobilů a tím pádem zvýšení úspor. Tímto chci však poukázat na fakt, že nelze přesně vyhodnotit úsporu při použití daných zdrojů tepla v horizontu 10ti let. Tepelné čerpadlo je také výhodné z hlediska možného zapojení jednotky ATREA DUPLEX RDH5 k okruhu tepelného čerpadla.

**GRAF POROVNÁVAJÍCÍ EKONOMICKÉ HLEDISKO VÝBĚRU ZDROJE:**

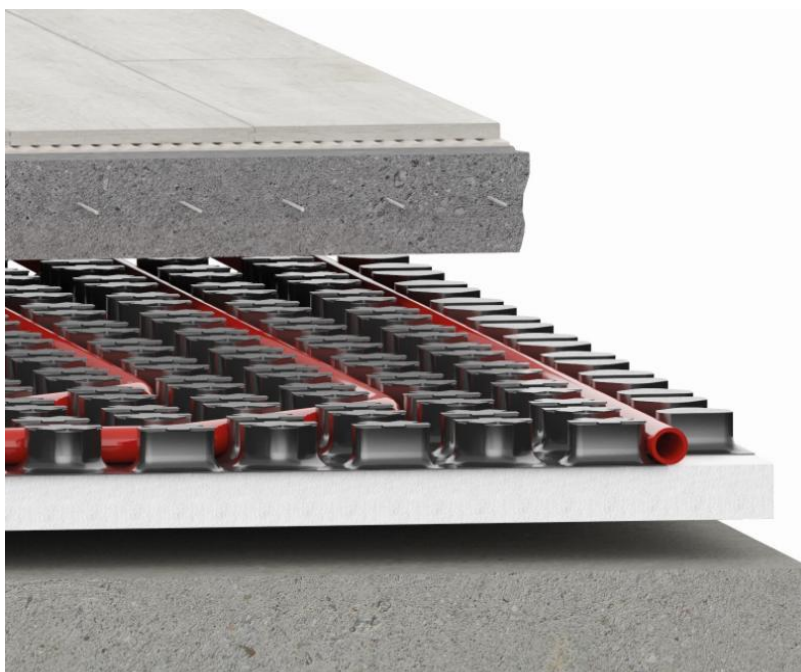


## 2.6. Tepelné čerpadlo

Finálním zdrojem tepla pro vytápění objektu bylo zvoleno tepelné čerpadlo v systému vzduch-voda. Zadaným podmínkám vyhovuje například tepelné čerpadlo Daikin Altherma o výkonu 22 kW<sup>13</sup>. Čerpadlo dosahuje COP faktoru (faktor, který udává poměr spotřebované el. energie přeměněné v teplo) 5,04. Vnitřní část tepelného čerpadla bude osazena v místnosti 1.07. Technická místnost, vnější část bude osazena na zpevněnou plochu před technickou místností na severní straně objektu.

## 2.7. Topný systém

Vytápění bude realizováno převážně pomocí podlahového topení. Podlahové topení bude umístěno ve všech obytných (netechnických) místnostech objektu (viz. výkresová dokumentace). V technických částech domu bude vytápění realizováno pomocí klasických deskových topných těles. V místnostech koupelen budou z důvodu zvýšení uživatelského komfortu osazeny svislá trubková tělesa umožňující dosoušení textilií.



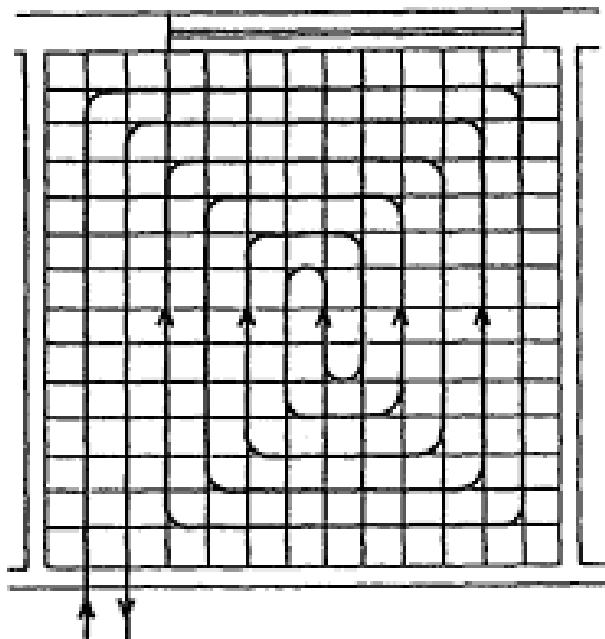
Obr 5.: Ilustrační foto topnářské trubky podlahového topení<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Zdroj: <http://klimatizaceprovas.cz/>

<sup>14</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz>

## 2.8. Podlahové vytápění

Při pokládce podlahového vytápění (topný trubic) bude použit tzv. mokrý způsob, kdy je otopný had zalit do betonové mazaniny nad tepelnou (zvukovou) izolaci v rámci těžké plovoucí podlahy. Podlahové topení bude kladeno ve tvaru plošné spirály, tak aby povrchová teplota podlahy na celé ploše byla co nejvíce rovnoměrná. Dalšími způsoby kladení otopného hada jsou například meandrový způsob, kdy teplota vody klesá v rámci rozložení hada v místnosti. Podlahové vytápění není třeba z hlediska jeho maximální 40 m<sup>2</sup> dilatovat. Pro podlahové vytápění se používají různé druhy trubic (nerez, měď, plast) z hlediska tvarování a cenové náročnosti budou použity trubky plastové.<sup>15</sup>



Obr 6.: Ilustrační schéma spirálovitého uložení otopných trubic<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Bašta, J.: Otopné plochy. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2001. - 328 s.

<sup>16</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz>

## 3. VĚTRÁNÍ OBJEKTU POMOCÍ REKUPERACE

### 3.1. Popis systému VZT rekuperace

V objektu budou osazeny dvě rekuperační jednotky. Jednotka Zehnder Comfort Air 160 v prvním podlaží bude umístěna v místnosti 1.07. Technická místnost ve svislé poloze (viz výkres). Druhá jednotka Zehnder Comfort Air 180 bude umístěna v druhém podlaží v místnosti 2.02. Domácí práce ve vodorovné poloze v podhledu. Rozvody vzduchotechniky jsou navrženy dle systému výrobce a budou vedeny v podhledu, který se svojí výškou 400 mm poskytuje dostatečný prostor pro vedení potrubí a jeho případné křížení. Rozvody potrubí budou realizovány z potrubí typu spiro DN 90mm.

Systém je navržený způsobem podtlakového (koupelny, WC) a přetlakového (pobytové místnosti) větrání, s výjimkou místnosti 1.06. Pokoj fitness, který je navržen jako rovnotlaký. V místnostech podtlakového větrání budou osazeny větrací mřížky v dolní části dveří.

Čerstvý vzduch je do místností přiváděn pomocí talířových ventilů. Odváděný vzduch je nasáván pomocí větracích mřížek nebo talířových ventilů.

Nasávací a výdechové otvory pro VZT potrubí jsou umístěny na severní fasádě objektu. Pro zamezení opětovného vstupu znečištěného vzduchu jsou tyto otvory umístěny s rozstupem 2,3 metru.

Odvod znečištěného vzduchu z místností kuchyní (1.08. + 2.06.) je řešen pomocí odtahových digestoří o výkonu min. 150 m<sup>3</sup>/hod a přímým prostupem přes střešní plášť. Pro zamezení vtoku kondenzátu zpět přes digestoř do kuchyně, bude potrubí osazeno uvaděčem kondenzátu.

Větrání vnitřního bazénu se zabývá samostatná kapitola 4. Vnitřní bazén.



ComfoAir 180



Tabulka místností s objemy větraného vzduchu pomocí rekuperace (1NP)

| Číslo místnosti                | Název              | Objem vzduchu (m <sup>3</sup> ) | Výměna vzduchu (m <sup>3</sup> /hod) |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Přiváděný vzduch (1NP)</b>  |                    |                                 |                                      |
| 1.08                           | Fitness pokoj      | 33,02                           | 33,02                                |
| 1.13                           | Pokoj pro hosty    | 40,50                           | 20,25                                |
| 1.16                           | Ložnice            | 38,27                           | 19,14                                |
| 1.17                           | Šatna              | 41,44                           | 20,72                                |
| 1.18                           | Obývací pokoj + kk | 116,8                           | 58,4                                 |
| Celkem 151 m <sup>3</sup> /hod |                    |                                 |                                      |
| <b>Odváděný vzduch (1NP)</b>   |                    |                                 |                                      |
| 1.09                           | WC                 | -                               | 30                                   |
| 1.14                           | Koupelna           | -                               | 60                                   |
| 1.15                           | Koupelna           | -                               | 60                                   |
| Celkem 150 m <sup>3</sup> /hod |                    |                                 |                                      |

Tabulka místností s objemy větraného vzduchu pomocí rekuperace (2NP)

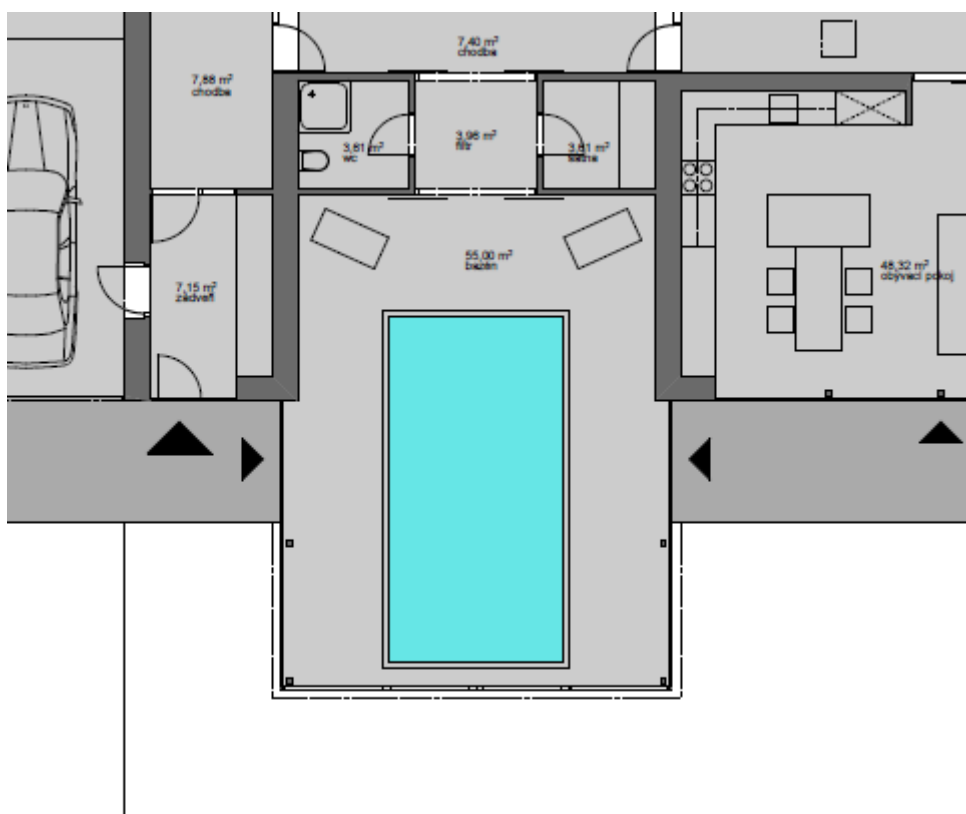
| Číslo místnosti                  | Název              | Objem vzduchu (m <sup>3</sup> ) | Výměna vzduchu (m <sup>3</sup> /hod) |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Přiváděný vzduch (2NP)</b>    |                    |                                 |                                      |
| 2.03                             | Pracovna           | 62,40                           | 31,20                                |
| 2.05                             | Dětský pokoj       | 58,16                           | 29,08                                |
| 2.06                             | Obývací pokoj + kk | 118,20                          | 59,10                                |
| 2.07                             | Ložnice            | 53,82                           | 26,91                                |
| Celkem 146,3 m <sup>3</sup> /hod |                    |                                 |                                      |

| Odváděný vzduch (1NP) |          |   |                                |
|-----------------------|----------|---|--------------------------------|
| 1.09                  | WC       | - | 50                             |
| 1.14                  | Koupelna | - | 90                             |
|                       |          |   | Celkem 140 m <sup>3</sup> /hod |

## 4. VNITŘNÍ BAZÉN

### 4.1. Popis vnitřního bazénu

V rámci objektu rodinného domu bude realizován vnitřní bazén. Bazén o ploše 19,2 m<sup>2</sup> a objemu 24,96 m<sup>3</sup> je situován v přízemí objektu. Přístup z pobytové části objektu je oddělen filtrační zónou, která má zamezit rozšíření bazénového oděru do ostatních částí objektu.



Obr.7: Výřez ze studie umístění bazénu v rámci objektu rodinného domu.



## 4.2. Vytápění vnitřního bazénu

Většinu obvodové stěny prostoru bazénu tvoří prosklené stěny. Z důvodu rizika vzniku kondenzace vody na prosklených částích konstrukce budou před těmito stěnami osazeny bazénové konvektory Korado Koraflex FK InPool o rozměrech 2200 x 200 x 110 mm o jednotkovém výkonu 483 W v počtu 8 kusů.

V podlaze bazénu bude umístěno podlahové topení v celkové ploše 29,6 m<sup>2</sup>. Podlahové topení bude realizováno z trubic REHAU RAUTHERM 17x2 mm o rozteči potrubí 150 mm a průtoku 1,9 l/min.

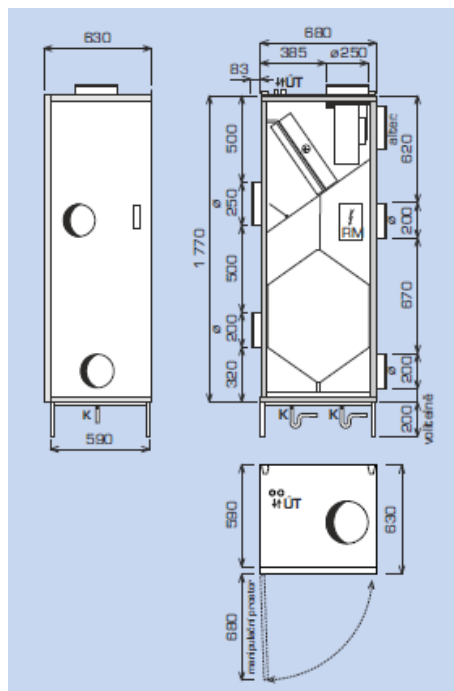
## 4.3. Větrání vnitřního bazénu

Pro udržení optimální relativní vlhkosti (60%) vzduchu a požadované dvojnásobné výměny vzduchu v hale bazénu, bude místnost větrána odvlhčovací recirkulační jednotkou určenou pro bazénové prostředí ATREA DUPLEX RDH5. Ze statických důvodů bude osazeno nerez spiro potrubí, které bude osazeno pod podhledem.

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Objem vzduchu v místnosti                            | 142,74 m <sup>3</sup>      |
| Požadovaná výměna vzduchu                            | 285,48 m <sup>3</sup> /hod |
| Max. výměna vzduchu poskytovaná navrženou jednotkou  | 590 m <sup>3</sup> /hod    |
| Orientační hodnota odpařené vlhkosti z vodní hladiny | 1056 g/hod <sup>17</sup>   |

---

<sup>17</sup> ESB 2 Větrání bazénů, Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.



Obr.8: Rozměrové parametry odvlhčovací VZT jednotky ATREA DUPKEX RDH5<sup>18</sup>

## 5. ZÁVĚR

Celý objekt rodinné vily je koncipován jako luxusní příměstské sídlo s vysokými energetickými nároky. Nejvíce energeticky náročnou částí objektu je vnitřní bazén, který má největší nároky na vytápění, větrání a dohřev teplé vody v bazénu. Cílem mého návrhu proto bylo navrhnout odpovídající systém vytápění (zdroj a topná tělesa) a větrání. V rešeršní části jsem se zaměřil na porovnání technické proveditelnosti, ekonomické vhodnosti a v neposledním případě náročnosti zdroje tepla na obsluhu uživatelem. Pro vytápění objektu jsem zvolil tepelné čerpadlo typu vzduch-voda, které je svým provozem v horizontu 10 let pro investora nejvýhodnější variantou. Dále jsem navrhl větrání pomocí rekuperace, kdy každý byt má svoji vlastní rekuperační jednotku. V rámci odvlhčení bazénu byla použita speciální jednotka pro vnitřní bazény. Větráním pomocí rekuperace se podařilo snížit tepelné ztráty větráním a docílit nižší spotřeby energií. Na rešerši navazuje projekt vytápění a větrání, dle vybrané koncepce.

<sup>18</sup> <http://www.atrea.cz/cz/bazeny-rd>