

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ ENERGETICKY SOBĚSTAČNÉ BUDOVY  
HEATING OF AN ENERGY SELF-SUFFICIENT BUILDING  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: Anna Tomyshch

Vedoucí práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Tomysch</u>	Jméno: <u>Anna</u>	Osobní číslo: <u>477886</u>
Zadávací katedra: <u>K11125 - Technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství - B3651</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb - 3608R008</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Vytápění energeticky soběstačné budovy</u>
Název bakalářské práce anglicky: <u>Heating of an energy self-sufficient building</u>

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte koncept TZB objektu rodinného domu, řešící zásobování teplem, elektřinou, vodou, likvidaci odpadních vod a větrání daného objektu, dokumentovaný grafickým schématem a průvodní zprávou. V grafickém schématu vyjádřete blokově řešení napojení na inženýrské sítě, zdroje, propojení energetických systémů a zón a koncové prvky. V průvodní zprávě navržené řešení stručně popište a odůvodněte volbu navržených systémů. Toto řešení rozpracujte ve formě rozšířené projektové dokumentace vytápění pro vydání stavebního povolení, obsahující technickou zprávu, výpočet roční potřeby tepla a tepelného výkonu, návrh dimenzí potrubí a otopných ploch, návrh zdroje tepla, půdorysy 1:50 až 1:100, schéma zapojení UT, schéma zapojení zdroje tepla, návrh pojistného a zabezpečovacího zařízení.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Petráš a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005

K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013

J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č. 1 - Společnost pro techniku prostředí 2008

Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021  
*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“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vytápění energetický soběstačné budovy“ vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze 19.02.2021

.....

Anna Tomyshch

## **Poděkování**

Ráda bych poděkoval panu prof. Ing. Karel Kabele, CSc. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu během studia

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce na téma „Vytápění energeticky soběstačné budovy“, je rozdělena na dvě části. První část popisuje základní koncept TZB pro danou budovu, řeší zásobování teplem, elektřinou, vodou, likvidaci odpadních vod a větrání daného objektu. V grafickém schématu je vyjádřeno blokově řešení napojení na zdroje, propojení energetických systémů a zón a koncové prvky. Toto řešení je pak rozpracováno v druhé části ve formě rozšířené projektové dokumentace vytápění pro vydání stavebního povolení, obsahující technickou zprávu, výpočet roční potřeby tepla a tepelného výkonu, návrh dimenzí potrubí a otopných ploch, návrh zdroje tepla, půdorysy 1:50 až 1:100, schéma zapojení UT, schéma zapojení zdroje tepla, návrh pojistného a zabezpečovacího zařízení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energeticky soběstačný dům, energetická bilance, administrativní budova, otopná soustava, zdroj tepla, tepelné ztráty, obnovitelné zdroje energie

## **ANOTATION**

This bachelor's thesis on the topic " Heating of an energy self-sufficient building" is divided into two parts. The first part describes the basic concept of BSE for the building, addressing the supply of heat, electricity, water, wastewater disposal and ventilation of the building. The graphic diagram expresses the block solution of connection to resources, interconnection of energy systems and zones and end elements. This solution is then developed the second part in the form of an extended heating project documentation for the issuance of a building permit, containing a technical report, calculation of the annual heat and heat demand, design of pipe and heating surface dimensions, design of the heat source, floor plans 1:50 to 1:100, diagram of the UT connection, diagram of the heat source connection, design of insurance and safety equipment.

## **KEY WORDS**

Energy self-sufficient building, energy balance, administration building, heating system, heat source, heat loss, renewable energy sources

# Obsah

---

A.	KONCEPT TZB .....	7
B.	PROJEKT VYTÁPĚNÍ .....	25
C.	<b>SEZNAM PŘÍLOH A VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE</b> .....	<b>43</b>
D.	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	43
E.	SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ .....	43
F.	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>44</b>

# **A. Koncept TZB**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Popis objektu .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Energetický soběstačná budova .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Obnovitelné zdroje .....	11
1.2.1.1 Biomasa .....	11
1.2.1.2. Slunečná energie .....	11
1.2.1.3. Vodní energie .....	11
1.2.1.4. Větrná energie.....	12
1.2.1.5. Geotermální energie .....	12
<b>2. ZÁKLADNÍ KONCEPT TZB .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Kanalizace .....</b>	<b>14</b>
2.1.1. Obecná informace .....	14
2.1.2 ČOV .....	14
2.1.3 Podzemní nádrž .....	15
2.1.4 Vnitřní rozvody .....	16
○ Splašková kanalizace.....	16
● Dešťová kanalizace .....	16
2.1.5 Zařizovací předměty .....	16
2.1.6 Materiál .....	17
2.1.7 Čištění kanalizace.....	17
<b>2.2 Vodovod .....</b>	<b>17</b>
2.2.1 Zdroj vody .....	17
2.2.2 Přípojka .....	18
2.2.3 Vnitřní rozvody .....	18
2.2.4 Příprava TV.....	18
2.2.5 Materiál, izolace .....	18
<b>2.3 Vzduchotechnika .....</b>	<b>19</b>
2.3.1. Obecná informace .....	19
2.3.2. Prvky pro odvod vzduchu .....	19
2.3.3. Prvky pro přívod vzduchu .....	20
2.3.4. Převáděcí otvory.....	20
2.3.5. Materiál potrubí .....	20
<b>2.4 Elektřina .....</b>	<b>21</b>
2.4.1 Návrh panelů a baterie .....	21
2.4.2 Zdroje elektřiny.....	22
2.4.3 MPPT solární regulátor .....	22
2.4.4. Měníč/nabíječ.....	22
<b>2.5 Vytápění .....</b>	<b>22</b>
2.5.1. Typ soustavy .....	22
2.5.2. Zdroj tepla.....	23
2.5.3. Spotřebiče tepla.....	23
2.5.5. Doplňující zařízení .....	23
<b>3. ZÁVĚR.....</b>	<b>24</b>



# 1. Úvod

Tato práce zohlední některé varianty alternativních zdrojů energie spolu s jejich provedením, ekonomickým porovnáním, a konečným vhodným návrhem pro vybraný objekt. Bude také vyplněn kompletní výpočet tepelných ztrát, návrh otopných těles, výpočet tlakových ztrát. Takže bude proveden návrh pomocných zařízení, která potřebujeme pro spolehlivé fungování soustavy

Výkresová část bakalářské práce představuje projekt návrhu vytápění administrativní budovy pro vybranou variantu. Projektová dokumentace je zpracovaná ve formě rozšířené projektové dokumentace vytápění pro vydání stavebního povolení. Na základě výpočtů a identifikace vhodných prvků systému byl navržen systém, který zajistí v budově vytápění. Součástí projektu je návrh vhodného zdroje tepla, otopných těles a výpočet tlakových ztrát v závislosti na dimenzi potrubí. Projekt je navržen podle platných předpisů a norem.

## 1.1 Popis objektu

Objekt [24] slouží jako administrativní budova s třinácti kanceláři pro cca 20 pracovníků, zasedací místností pro 25-30 osob, archivem, šatnou pro terénní oblečení a prostorem technického zázemí. Součástí administrativní budovy je i dvoupokojový inspekční pokoj s hygienickou buňkou s možností vaření.

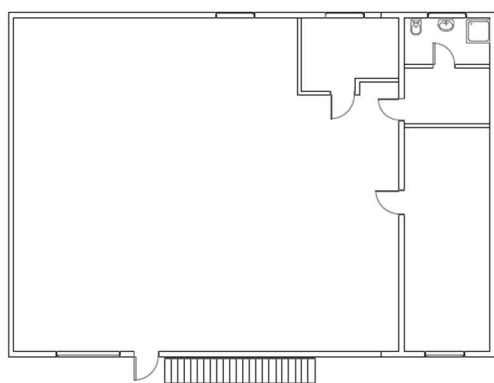
Umístění objektů a ploch pro parkování vychází z přirozené konfigurace terénu. Návrh maximálně respektuje polohy vzrostlých stromů. Hmotové řešení administrativní budovy vychází z klasického nízkoenergetického konceptu - jednoduchý, minimálně členěný tvar - kvádr s poměrem stran 1:2, delší stranou orientován k jihu. Dominantu hmoty tvoří dvoupodlažní prosklená vstupní hala chráněná vznášejícím se zastřešením překlenujícím v šíři haly celou hmotu objektu. Zastřešení lehce spočívá na šikmých sloupech symbolizujících kmeny stromů - masivní kmeny hrubě opracované s viditelnými suký. Hmotu zastřešeného venkovního únikového schodiště je zakomponována do celkového jednoduchého objemu. V jihozápadní části se ve hmotě domu projevuje suterén ve formě kamenného soklu.

V maximální možné míře je použito dřevo. Na nosnou konstrukci objektu, opláštění obvodových stěn, teras i v interiéru. Jako obklad jsou na většině fasády navrženy impregnované smrkové palubky skládané na sraz (se zkosenou hranou a minimální mezerou). Hmotu únikového schodiště je opláštěná dřevěnými hranoly. Tento motiv se opakuje v pruzích i na severní a východní fasádě. V interiéru je, kromě viditelných nosných prvků, použito dřevo i v masivní konstrukci schodiště v hale a v podhledech - na dýhovaných dřevotřískových deskách. Barevný akcent fasády tvoří exteriérové látkové stahovací rolety v oranžové barvě. Montážní truhlík rolet je skrytý za dřevěný obklad fasády.

Majitelem objektu je Lesy České republiky, s. p. Stavba se nachází v obci Dobrá Voda u Českých Budějovic.

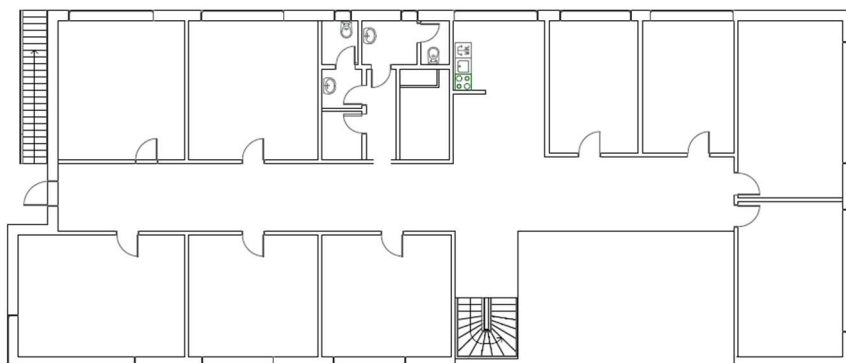


Obr. 1. Pohled na pozemek

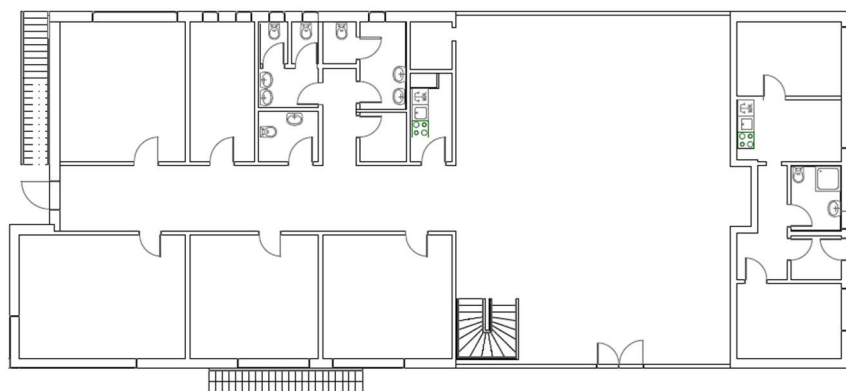


Obr. 2. Schematický půdorys 1.PP

Obr. 3. Schematický  
půdorys 1.NP



Obr. 4. Schematický  
půdorys 2.NP



## 1.2 Energetický soběstačná budova

Energeticky soběstačný dům (dál ESB) [20] nemá potřebu dodávek energie ze zdrojů mimo budovu. Většinou se jedná se o domy, které se nachází v nezastavěných oblastech, tudíž napojení na energetické sítě by nebylo možné, což je případ zadané budovy. ESB maximálně využívá energie obnovitelných zdrojů, jako je voda, biomasa, sluneční energie.

### 1.2.1 Obnovitelné zdroje

#### *1.2.1.1 Biomasa*

Můžeme říct že biomasa [23] je přeměněná slunečná energie, zachycená rostlinami a uložena ve formě chemické energie. Největší výhodou daného zdroje je jeho minimální vliv na množství CO<sub>2</sub> v ovzduší při spalování. Jedním z faktorů, který ovlivňuje kvalitu biomasy, je obsah vody, která má přímý vliv na výhřevnost. Čerstvá biomasa má velký obsah vody a ta má velké výparné teplo. Před spalováním je proto třeba biomasu vysušit. Všeobecně se doporučuje snížit vlhkost pod 30 % a za optimální se považuje vlhkost do 20 %. Pro účely lisování briket nebo pelet je třeba surovinu vysušit na ještě nižší obsah vody.

Biomasu používáme k topení nejčastěji ve formě kusového dřeva. Dřevo je poměrně dostupné a levné, nicméně topidla na spalování kusového dřeva jsou poměrně náročná na obsluhu a obtížně se reguluje jejich výkon. Jednou z možností řešení tohoto nedostatku je využití akumulčních nádrží, které přebytečné teplo uloží na pozdější dobu a umožní tak kotli pracovat celou dobu v optimálním režimu.

#### *1.2.1.2. Slunečná energie*

Sluneční záření [22] patří mezi nejčistší a nejdostupnější zdroje energie na Zemi. Slunce je zdrojem zářivé energie v celém rozsahu spektra od nejmenších vlnových délek rentgenového a ultrafialového záření, až po metrové délky záření rádiového.

Základním principem FV článku je fotoelektrický jev, při němž jsou elektrony uvolňovány z látky v důsledku absorpce elektromagnetického záření látkou. Absorpce je způsobena interakcí světla (fotony) s částicemi hmoty (elektrony a jádry). Pro funkci FV článku je zásadní, aby foton ze slunečního záření uvolnil v látce elektron a vznikl pár elektron – díra. V kovech ovšem dojde k jejich okamžité rekombinaci, které je potřeba zabránit a vzniklý náboj tedy odvézt z článku. Pro tento účel se využívá polovodičů, ve kterých jsou elektrony a díry separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu.

#### *1.2.1.3. Vodní energie*

Využití vodní energie [21] patří k jednomu z nejstarších způsobů získávání energie pro potřeby člověka. Vodní energie patří ke stále se obnovujícím obnovitelným zdrojům z důvodu neustálého koloběhu vody v přírodě. Nejprve

voda stéká z vyšších nadmořských výšek a přitom postupně uvolňuje svou potenciální energii. Po vyčerpání energie se vrací do moří, kde je nejnižší potenciální energie vody. Původní energii získá voda působením slunečního záření, jehož důsledkem dochází k vypařování vody. Voda se následně ve formě deště nebo sněhu vrací zpět do míst s vyšší potenciální energií a tento koloběh se pravidelně opakuje.

#### *1.2.1.4. Větrná energie*

Vítr vzniká jako důsledek nerovnoměrného ohřevu zemského povrchu slunečním zářením. Od ohřátého zemského povrchu se ohřívá i přilehlá vzduchová vrstva. Protože teplý vzduch má nižší měrnou hmotnost než studený vzduch, má snahu stoupat směrem vzhůru. Tento děj je ovlivněn střídáním dne a noci a rotací Země. Tímto způsobem vznikají v atmosféře tlakové rozdíly, a sice tlakové níže a tlakové výše. Vyrovnáním tlakových rozdílů pak vzniká vítr, který proudí od tlakové výše k tlakové níži.

Větrné motory [22] jsou zařízení sloužící k přeměně kinetické energie větru na mechanickou energii. Jsou základním prvkem větrných elektráren, které mechanickou energii získanou větrným motorem dále transformují v elektrickou energii.

#### *1.2.1.5. Geotermální energie*

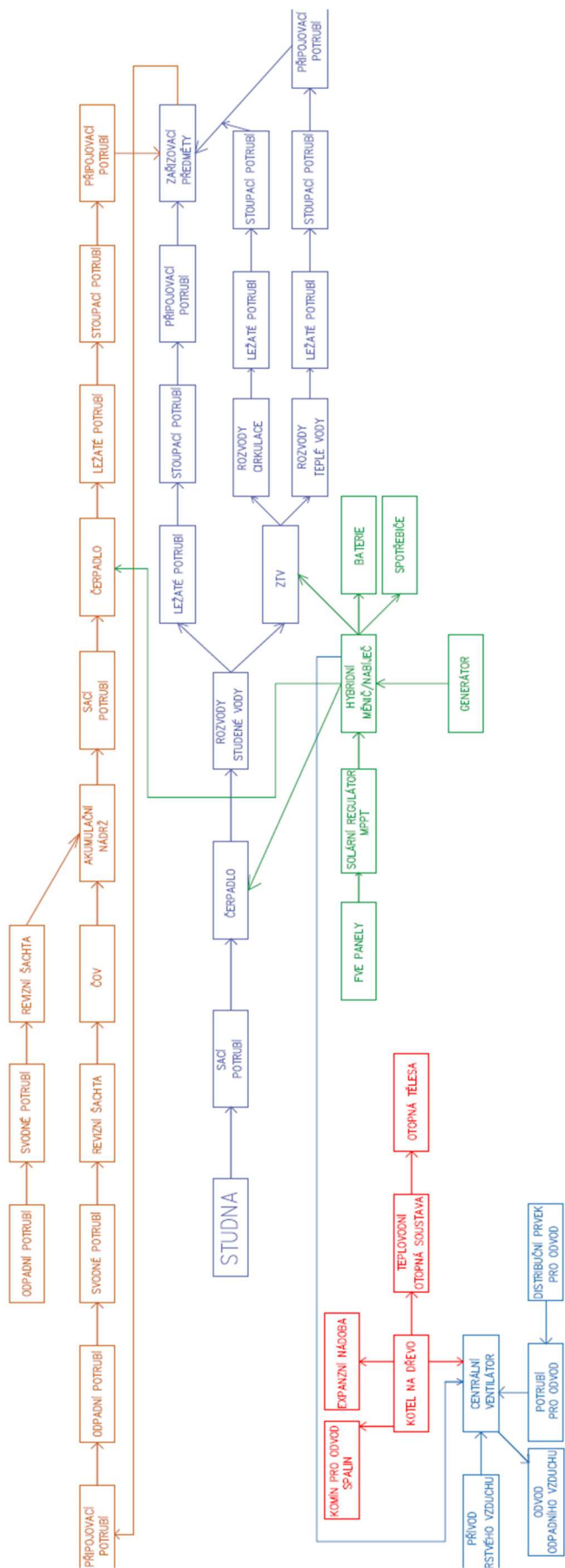
Teplo, respektive energii zemské kůry [22], jsme schopni využít pouze omezeně. Jelikož plošná hustota energie je příliš malá (dříve zmiňovaných 57 mWm<sup>2</sup>), není její využití technologicky jednoduché. Systémy založené na využití nízkopotenciální energie jsou zatím nejrozšířenějším způsobem získávání energie ze země. Jejich konstrukce je rozdílná, ale většinou se jedná o tepelná čerpadla.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které umí využívat nízkopotenciální energii. Samotné zdroje nízkopotenciálního tepla mohou být různé. Podle využívaného zdroje nízkopotenciálního tepla můžeme tepelná čerpadla rozdělit na tři základní systémy:

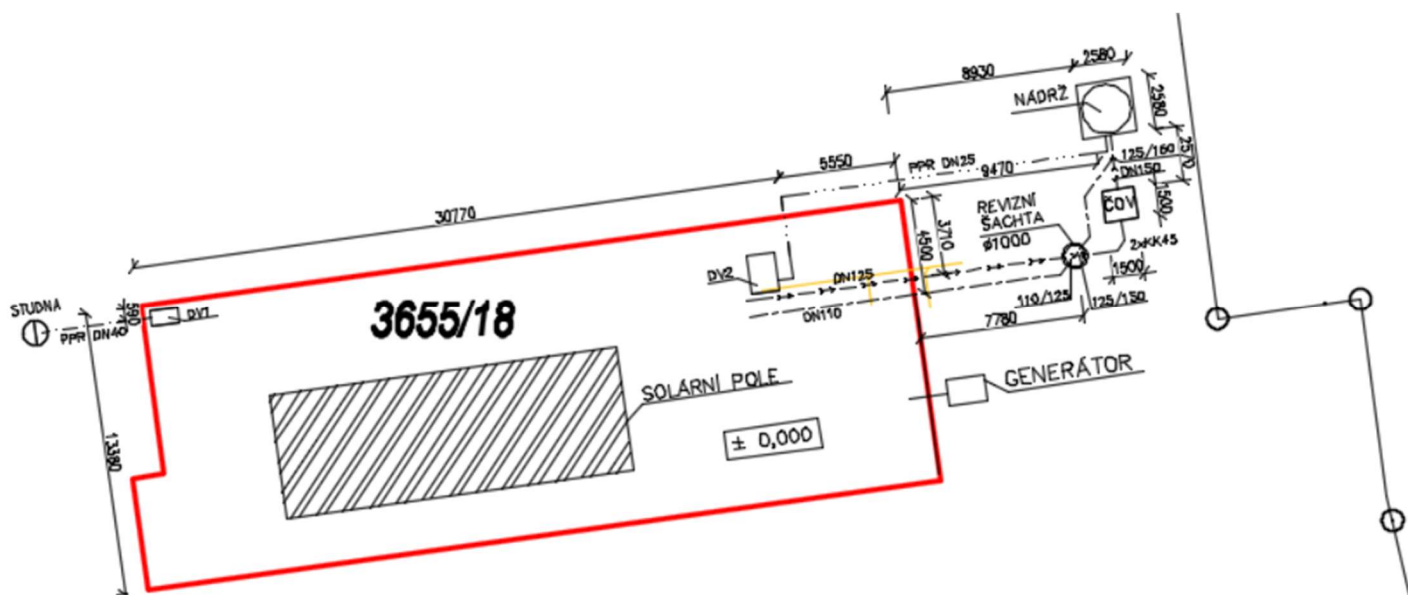
- země – voda,
- voda – voda,
- vzduch – voda.

Systémy tepelných čerpadel jsou rozděleny podle druhu nízkopotenciálního zdroje tepla pro tepelné čerpadlo a podle média, kterému je teplo předáváno pro vytápění. Zvláštním typem tepelného čerpadla jsou systémy vzduch – vzduch, které můžeme označit jako klimatizační jednotky.

## 2. Základní koncept TZB



Obr. 5. Schéma konceptu TZB systému



Obr. 6. Situace

## 2.1 Kanalizace

### 2.1.1. Obecná informace

Odpadní vody budou čištěny biologickou čistírnou a dále budou vypouštěny do nádrže s dešťovkou. Dešťovka bude zadržována v podzemní nádrži a po přečištění bude využívána pro splachování. Pro rozvody vody z této nádrže slouží extra stoupačka ve vnitřních šachtách.

### 2.1.2 ČOV

Čističky odpadních vod [25] patří k modernímu a ekologickému řešení likvidace odpadních vod. Pomocí čističky odpadních vod můžeme vyčistit splaškové odpadní vody. Tedy ty, které vyprodukuje v kuchyni, koupelně, při praní nebo úklidu. Na rozdíl od septiků a žump mají nízké provozní náklady. O domácí čističku odpadních vod je ale nutné pečovat.

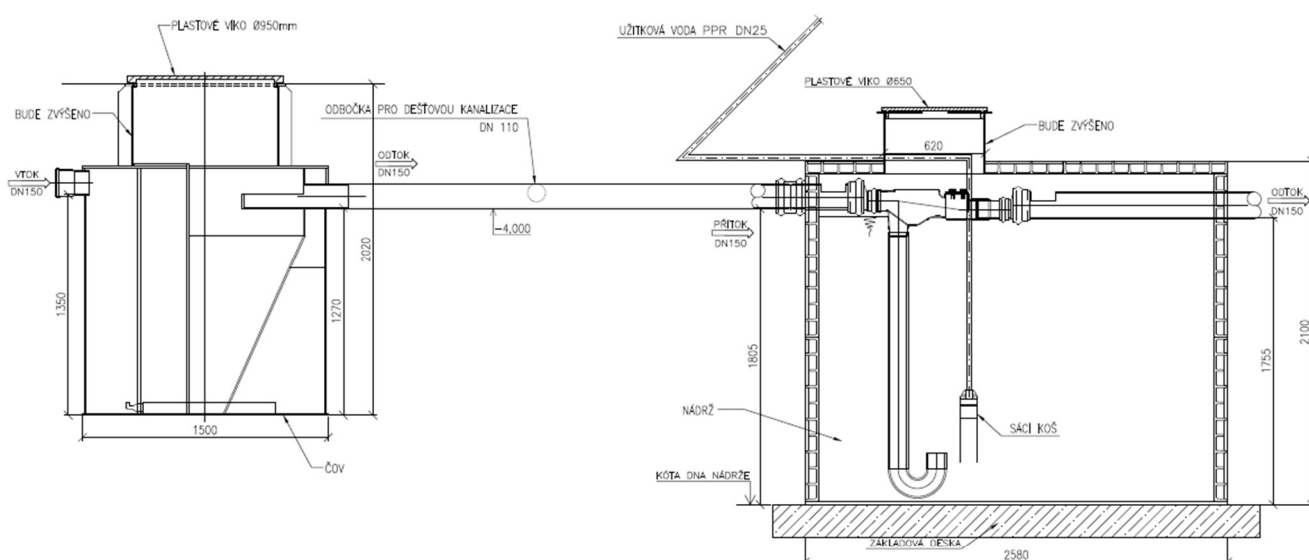
Domácí čistička odpadních vod funguje aerobně biologickým způsobem, což v praxi znamená, že rozkládá nečistoty díky mikroorganismům živeným kyslíkem. Čistící proces můžeme rozdělit do tří fází. V té první dojde k hrubému předčištění, kdy se od odpadní vody oddělí hrubé nečistoty. Následně se proces přesune do druhé části nádoby, kde se aerobně vyčistí a oddělí kal. Domácí čistička odpadních vod ke svému provozu potřebuje elektrickou energii. Ta se využije hlavně na provoz dmyhadla, které do čištěné vody vhání vzduch.

Majitelé domácí čističky musejí počítat s nutnou údržbou. Občas je nutné zkontrolovat pH vody, přičemž lze kontrolu provádět pomocí samozabarvovacích testovacích papírků. Pravidelně se také vysypává koš, jenž zachycuje pevné části. Jednou za půl roku se provádí odkalení. Na tento úkon je potřeba mít dobré vybavení, v opačném případě je nutno obrátit se na odborníky, kteří odkalení provedou.

Domovní ČOV AS-VARIOcomp 8K je dimenzována pro průměrný průtok cca 1,20 m<sup>3</sup>/den (tj. 6-10 osob). Technologie je osazena ve válcové nádrži z PP o průměru 1480 mm a výšce 1520 mm s válcovým vstupním komínkem prům.950 x 500 mm s pochůzným poklopem. Celková výška 2020 mm. Hmotnost 260 kg. Vtok i odtok je upraven na připojení na PVC DN 150 mm. Výška vtoku Vv=1350 mm, výška odtoku Vo=1270 mm od základové desky. Součástí dodávky je i dmychadlo s instalovaným příkonem 80 W. Umístění dmychadla mimo nádrž ČOV je možné do vzdálenosti 7 m.



Obr. 7. Domovní ČOV AS-VARIOcomp 8K



Obr. 8. Zapojení ČOV a nádrže

### 2.1.3 Podzemní nádrž

Domácí retenční nádrž [26] je velký zásobník na dešťovou vodu. Obvykle umožňuje uskladnit několik metrů krychlových vody. Retenční nádrže si u svého domu budují především majitelé větších zahrad. Retenční nádrž na dešťovou vodu je zpravidla umístěna pod zemí. Její stavba probíhá tak, že se vykope odpovídající jáma, na jejíž dno se umístí betonová základová deska. Nádrž se pak na místo usadí pomocí jeřábu nebo hydraulické „ruky“ nákladního auta a poté se současně napouští vodou a zasypává hlínou. Na povrchu zůstává poklop pro čištění a případné čerpání vody.



Obr. 10. AS-REWA ECO 4 EO

Pro akumulace a využití dešťové a očištěné vody byla navržena hranatá nádrž (2580x2580x2100 mm) AS-REWA-KOMBI-ECO-ER10 o objemu 10 000 l. Vtok i odtok je upraven na připojení na PVC DN 150 mm. Výška vtoku  $V_v = 1855$  mm, výška odtoku  $V_o = 1705$  mm od základové desky. Tento typ nádrže pro akumulaci vody je vybaven filtrem srážkové vody AS-PURAIN (bez zpětné klapky) a zklidněním proudu nátokové vody. Uvnitř nádrže bude umístěn sací koš a sada pro přídatné čerpání RM-ECO-LP.

#### 2.1.4 Vnitřní rozvody

##### ○ *Splašková kanalizace*

- Připojovací potrubí

Připojovací potrubí je navrženo z trubek HT PP různých dimenzí v závislosti na požadavcích připojovacího zařizovacího předmětu. Potrubí je vedené mezi stěnou a předstěnou místnosti, která je ve vzdálenosti 150 mm. Potrubí je vedené ve sklonu 3%.

- Odpadní potrubí

Svislé odpadní potrubí je navrženo z trubek HT PP DN 110. Je vedeno v instalatérských jádrech a kotvené upevňovacími objímkami ve vzdálenostech udanými od výrobců potrubí. V 1.PP jsou všechny svislé potrubí opatřeny čistící tvarovkou 110 a to ve výšce 1,2m nad podlahou.

- Větrací potrubí

Odvětrávání svislého odpadního potrubí je z trubek HT PP vyvedených 0,6m nad úroveň střešní roviny a ukončené větrací hlavicí. Na nevětrané odpadní potrubí je osazena HT odpadní zátka ve výšce 1,5 m od podlahy a také čistící tvarovka HT 110

- Svodné potrubí

Splaškové svodné potrubí je navrženo z PVC-KG. Potrubí je ve sklonu 3 %, jmenovitěho rozměru DN125.

- Dešťová kanalizace

Dešťová kanalizace je řešena jako gravitační. Odvodnění ploché střechy je řešeno pomocí 4 střešních vtoků, které budou napojeny na odpadní potrubí DN75. Dešťové svodné potrubí je navrženo z PVC-KG DN110 a je vedeno pod stropem 1.PP ve sklonu 3% a za hranou objektu sklon se mění na 13,5 %. V revizní šachtě dimenze se mění na DN 125. Čistící tvarovka je osazena v archivu.

#### 2.1.5 Zařizovací předměty

Zařizovací předměty jsou keramické, kovové a plastové. V 1.PP je umístěno 1x WC, 1x umyvadlo, 1xsprcha. V 1.NP je umístěno 5xWC, 6x umyvadlo, 2xdřez, 2x myčka nádobí, 1xsprcha, 1xvýtka. V 2. NP je umístěno 2xWC, 2x umyvadlo, 1xdřez, 1x myčka nádobí, 1xvýtka. Umístění ZP viz. Výkresová část



## 2.1.6 Materiál

- Spojování

Trubky a tvarovky HT plus [16] stejně jako tvarovky KG-systémů jsou spojovány násuvnými hrdly, jejichž těsné spojení s rovnými konci trubek zajišťují jazýčkové těsnící kroužky. Lepení trubek ani tvarovek se nedoporučuje. Jednotlivé trubky a tvarovky jsou vždy na jednom konci opatřeny hrdlem a těsnícím proužkem. Zbývající trubky bez hrdel je možné spojovat pomocí přesuvek, spojek dvouhrdlých a samostatných hrdel. Trubky je možné zkracovat buď pomocí speciálního řezáku na trubky nebo pilkou s jemným zubem. Je nutné zabezpečit, aby řez probíhal kolmo na osu potrubí. Řez je nutné začistit a vytvořit na něm úkos. Úkos je možné provést rovněž speciálním řezákem (úkos vznikne již při samotném řezu) nebo jemnou rašplí či pilníkem.

- Izolace

Potrubí bude bez izolace

## 2.1.7 Čištění kanalizace

Revizní šachty jsou na pozemku dvě. Plastová šachta je umístěna v hloubce založení 1,0 m a přístup k ní je z archivu prochází tudy splašková kanalizace, která je v základech. Betonová je umístěna v hloubce založení 4,0 m a 7,5 m od fasády budovy, prochází tudy splašková a dešťová kanalizace. Obsahují čisticí tvarovky. Čističi tvarovky také jsou umístěny 1,2 m od podlahy 1.PP na každém odpadním potrubí. U nevetraných odpadních potrubí čističi tvarovka je ještě navíc osazená 1,2 m nad podlahou v podlaží ve kterém je zaslepeno zátkou.

## 2.2 Vodovod

### 2.2.1 Zdroj vody

Zdrojem pitné vody je vlastní studna umístěna na pozemku a zajistí výpočtový průtok 0,83 l/s. Voda je do domu dopravována pomocí domácí vodárny GRUNDFOS JP 4-47 - samonasávací čerpadlo s ovládací jednotkou Press Control a s zabudovanou zpětnou klapkou a ochranou proti běhu nasucho.

Zdrojem užitkové vody je retenční nádrž AS-REWA-KOMBI-ECO-ER10. Voda je do domu dopravována pomocí domácí vodárny AS RAINMASTER ECO 10 + RM-ECO-LP (vodárna doplněná o sadu pro přídavné čerpání RM-ECO-LP), která je součástí dodávky nádrže. AS-RAINMASTER ECO [18] je plně automatická provozní a monitorovací jednotka s čerpadlem, ovládáním a s integrovaným automatickým doplňováním pitné vody. Jednotka bude instalována v šatně. Užitková voda je do jednotky čerpána z nádrže, přes nasávací hadici, a je dále rozvedena k toaletám. Pokud není v nádrži dostatek dešťové vody, jednotka AS-RAINMASTER ECO automaticky přepne na zásobování pitnou vodou.

### 2.2.2 Přípojka

Přípojka je vedena z východu v nezámrazné hloubce pod terénem. Její sklon je 1 %. Výpočtem dimenze přípojky byl určen rozměr 40 x 5,6 pro plastové potrubí PPR s rychlostí proudění vody 2 m/s a profil přípojky kruhový. Vzdálenost studny od místa průniku přípojky do objektu je 6 metrů. Přípojka užitkové vody je z plastových PPR trubek (25x4.2) a vedena od nádrže.

### 2.2.3 Vnitřní rozvody

Rozvod studené vody je veden do všech vnitřních šachet domu. Teplá voda je rozvedena dále do objektu, do šachet. Jak vedení teplé vody, tak cirkulace je osazováno vzájemně konstantní vzdálenosti cca 10 cm. V 1.PP jsou rozvody vedeny pod stropem. Veškeré instalace vedou ve vertikální poloze šachtami, to jak studená voda, tak voda teplá a cirkulace. V bytech je pak voda rozvedena ke spotřebičům dle půdorysu. Pro rozvody užitkové vody slouží extra stoupačka ve vnitřních šachtách.

### 2.2.4 Příprava TV

Příprava teplé vody je řešena centrálním rozvodem teplé vody. V suterénu je v technickém zázemí umístěn zásobníkový ohřivač vody o objemu 750 l. K zařízení je přivedena studená voda, z něj jsou pak vedeny rozvody teplé vody a cirkulace. Tyto rozvody jsou vedeny do instalačních šachet a dále vertikálně vedeny do jednotlivých pater a bytů, kde jsou dále rozvedeny k jednotlivým spotřebičům. Zařízení je dimenzováno pro potřeby 20 zaměstnanců viz výpočet zásobníku

Zásobník teplé vody je srovnatelný s uzavřeným kontejnerem, ve kterém je trubková spirála fungující jako topná spirála. Pitná voda proudí kolem potrubí, které obsahuje topnou vodu. Potrubní spirála nyní funguje jako výměník tepla, který přenáší teplo na užitkovou vodu. Přitékající studená voda se rovněž ohřívá, kdykoli je odebírána teplá voda. Je důležité, aby nádrž na teplou vodu měla velmi dobrou izolaci, aby se minimalizovaly tepelné ztráty a udržovala teplota alespoň 60 °C, aby se zabránilo tvorbě bakterií legionella

### 2.2.5 Materiál, izolace

Pro rozvody vody v objektech se používají kovové a plastové materiály. Do kovových patří trubky ocelové, litinové a měděné. Mezi plastové materiály patří trubky z polyvinylchloridů (PVC), polyetylen (PE), polypropylen (PP), polybuten (PB) a kompozitní (vrstvené) potrubí. Všechny vnitřní rozvody a přípojka budou udělány z PPR trubek PN 20. Potrubí bude bez izolace. Výhodou plastového potrubí je odolnost proti korozi a inkrustaci, vnitřní hladký povrch trubek, malá hmotnost, rychlá montáž, dobré hydraulické vlastnosti a vyšší životnost v závislosti na teplotě a tlaku vody. Nevýhodou je větší teplotní roztažnost, možnost montáže jen za určitých podmínek a řešení způsobu uchycení potrubí. Spojování bude provedeno pomocí svařování a spojek.

## 2.3 Vzduchotechnika

### 2.3.1. Obecná informace

Větrání v budově je řešeno jako centrální nucené podtlakové. Pro dopravu odváděného vzduchu slouží centrální ventilátor napojený na příslušné stoupací potrubí, který je umístěn zpravidla v nejvyšším místě budovy – v podkroví nebo na střeše. Ventilátor hradí tlakové ztráty vzduchovodu a systému distribuce vzduchu včetně tlumičů hluku a přívodních a odvodních prvků. Výhodou je poměrně vysoká účinnost centrálních ventilátorů (v porovnání s ventilátory decentralizovaného větrání). Jelikož je ventilátor zdrojem hluku, je nutné při návrhu centrálního podtlakového větrání přijmout příslušná protihluková opatření. Zejména je nutné zabránit šíření hluku směrem do stoupacího potrubí tak, aby nedocházelo k obtěžování obyvatel bytových jednotek. Rovněž je nutné posoudit šíření hluku do venkovního prostředí. Mezi výhody centrálního podtlakového větrání patří skutečnost, že nedochází k nežádoucímu přenosu pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami.

Vzduch se bude odvádět z hygienických zázemí pomocí ventilátorů a z kuchyní pomocí digestoří. Přívod vzduchu bude zajištěn přívodními větracími otvory integrovanými do výplní stavebních otvorů (oken) nebo zabudovanými v obvodových stěnách. Přívodní otvory se zpravidla umísťují pod okna za/nad otopná tělesa, případně pod strop nad okna. Do každé obytné místnosti lze vzduch přivádět přes větrací otvor, který může být osazen i kvalitním filtrem případně tlumičem hluku. Větrací otvory mohou být různého tvaru, např. kruhové, obdélníkové nebo úzké štěrbinové, a lze je opatřit regulací průtoku vzduchu. Ohřev venkovního vzduchu při podtlakovém větrání zajišťuje otopná soustava.

### 2.3.2. Prvky pro odvod vzduchu

Do koupelen a WC bude použity jednoduchý ventilátor s předním panelem, který vydrží až 40 000 hodin nepřetržitého provozu a má vysoký průtok vzduchu (115 m<sup>3</sup>/h). Ventilátor je určený pro montáž na stěnu nebo do stropu: Motor ventilátoru je osazený kuličkovými ložisky, a proto není problém ho namontovat v jakékoli poloze při zachování všech jeho vlastností.

V kuchyni budou instalovány digestoří s průtokem 330 m<sup>3</sup>/h. Vybaven je kovovým tukovým filtrem, pro jehož šetrné odmaštění je možné využít myčku nádobí.

Centrální ventilátor je umístěn na ploché střeše budovy a má odsávací výkon kolem 2000 m<sup>3</sup>/h

### 2.3.3. Prvky pro přívod vzduchu

Větrací štěrbinu slouží k ovládnání množství venkovního vzduchu přiváděného do místností a to buď manuálně nebo automaticky v závislosti na rychlosti větru, teplotním rozdílu nebo relativní vlhkosti vzduchu v interiéru tak, aby byl vzduch přiváděn jen tehdy, je-li to skutečně potřeba. K dispozici jsou následující typy štěrbin:

- Okenní – využívající dutinu mezi rámem a křídlem okna
- Okenní – vkládané mezi sklo a horní část rámu křídla
- Okenní – pro zabudování do rámu okna nebo okenního křídla
- Stěnové – pro zabudování do obvodové stěny

V objektu budou použity prvky okenní, které využívají dutinu mezi rámem a křídlem okna. Tyto prvky nejčastěji pracují na principu, kdy ve spodní části okna vstupuje venkovní vzduch do komory mezi rámem a křídlem, stoupá vzhůru do horizontální komory nad křídlem, odkud se přes větrací klapku dostává do interiéru (např. Regel-air). Při větší rychlosti větru se klapka automaticky zavírá. Cestou mezi rámem a křídlem se vzduch částečně předežívá. U oken se středovým těsněním se k těmto účelům využívá vnější komora.

### 2.3.4. Převáděcí otvory

Musí být zajištěn také přívod vzduchu i do místností, ve kterých nejsou okna, a to pomocí převáděcích otvorů:

- spáry pode dveřmi
- dveřní mřížky
- průchozí stěnové ventily s akustickou izolací

V objektu budou použity dveřní mřížky a spáry pode dveřmi

### 2.3.5. Materiál potrubí

Pro rozvody a stoupačí potrubí bude použito kruhové spiro potrubí z pozinku – jedná se o kruhové potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu v tloušťce 0,5 - 1,2 mm. Spojovat potrubí lze pomocí vsuvky. Spoj je možné zajistit samořeznými šrouby. Zavěšení se provádí pomocí kovových objímek s gumou SBOG. Standardní výrobní délka 3m. Určeno pro statický tlak -750 Pa/ +2000 Pa

Montáž: Spiro potrubí a tvarovky se spojí vzájemným zasunutím do sebe. Pro spojení dvou trub se používá spojka vnitřní a pro spojení dvou tvarovek se používá spojka vnější. Pro dosažení úplné těsnosti vzduchovodu a pevnosti spojů doporučujeme přelepit všechny spoje hliníkovou samolepící páskou ( ALU páskou).

## 2.4 Elektřina

Z důvodu že v dané místnosti vybudování elektrické přípojky znamená vynaložení vysokých nákladů je vhodné využít principu ostrovního fotovoltaického systému. Ostrovní fotovoltaický systém (označovaný také jako off-grid) je typický tím, že není připojený na síť a obsahuje baterie neboli akumulátory.

### 2.4.1 Návrh panelů a baterie

[19] Elektrická energie dodaná fotovoltaickým systémem  $E_{FV,sys}$  [kWh/rok]

$$E_{FV,sys} = \frac{H_{T,rok} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf}}{G_{ref}}$$

•  $H_{T,rok}$  - roční dávka slunečního ozáření [kWh/m<sup>2</sup>.rok] dopadající na fotovoltaický systém

- $P_{pk}$  - špičkový výkon FV systému [kW],
- $f_{perf}$  - činitel výkonnosti fotovoltaického systému [-],
- $G_{ref}$  - referenční sluneční ozáření rovné 1 kW/m<sup>2</sup>

Návrh: Suntech STP 360S-B60/Wnhb

1)  $P_{pk} = 0,360$  kW

2) Roční dávka slunečního ozáření  $H_{T,rok}$

Tab. 1. Měsíční dávka slunečního ozáření

Měsíc	$H_{T,m}$ [kWh/m <sup>2</sup> .měsíc]
01	32,73
02	70,78
03	119,57
04	147,33
05	128,82
06	161,1
07	182,89
08	188,13
09	111,83
10	78,29
11	63,9
12	70,48
$\Sigma$	1355,85

kWh/m<sup>2</sup>.rok

$H_{T,rok} = 1355,85$  kWh/m<sup>2</sup>.rok

3) Činitel výkonnosti fotovoltaického systému

$f_{per} = 0,7$  – nevětrané moduly

$$4) E_{FV,sys} = 1355,85 \cdot 0,36 \cdot 0,7 = 341,67 \text{ [kW/rok]}$$

Spotřeba elektřiny – 7,279 MWh/a (výpočet pomocí programu Energie).

### Návrh:

23 panely Suntech STP 360S-B60/Wnhb = > výkon elektrárny  $\approx$  7,85 kWp

Baterie: Solární baterie LG Resu 10 => Lithiová baterie 9,8kWh

### 2.4.2 Zdroje elektřiny

Budova bude mít 2 zdroje elektřiny. Prvním bude vlastní fotovoltaická elektrárna o instalovaném výkonu 7,85 kWp, doplněná extrémně trvanlivým a kvalitním lithium-fosfátovým bateriovým úložištěm GWL s kapacitou 9,8 kWh. Panely budou umístěny na střeše budovy.

Náhradním zdrojem je benzinový generátor, který v případě kdy bude nedostatek slunečního svitu, zapne se a dobíjí baterie.

### 2.4.3 MPPT solární regulátor

Regulátor řady EPsolar XTRA 10A 100V [28] má funkci omezené ochrany nabíjecího proudu a nabíjecího výkonu, stejně jako automatické snížení výkonu při vysokých teplotách: ochrana zajišťuje stabilitu systému i při překročení jmenovitého výkonu FV a při překročení teplotních podmínek. Třída ochrany IP32 a izolovaný komunikační port RS485 dále zlepšují spolehlivost řídicí jednotky při různých aplikačních podmínkách. Regulátory série XTRA zahrnují samoadaptivní třístupňový algoritmus nabíjení, který účinně prodlužuje životnost akumulátoru a výrazně zlepšuje výkon systému. Také má rozsáhlou elektronickou ochranu pro přebíjení, výboj, polaritu FV a baterie, reverzní polaritu atd., aby byla zajištěna udržitelnost a trvanlivost off-grid solární soustavy. Technická specifikace viz. příloha č. 2

### 2.4.4. Měnič/nabíječ

MultiPlus/Quattro [17] je připojen k baterii a přes AC1 výstup dodává energii spotřebičům. Na AC vstup můžeme napojit generátor, který může být startován i automaticky na základě požadavku z měniče nebo ručně. Jakmile se nastartuje generátor, jednotka dodává energii do AC výstupu 1 a 2 a současně nabíjí baterie spolu se solárními panely. Jakmile se generátor vypne, pak je energie opět dodávána z baterie/solárních panelů. Jednotka má dva výstupy pro zátěž – první výstup je funkční stále, druhý výstup pouze když běží generátor.

## 2.5 Vytápění

### 2.5.1. Typ soustavy

Otopná soustava v objektu je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 60/50°C. Rozvody topné vody jsou realizovány z měděné trubky o rozměrech 12×1,0 - 42×1,5 mm, vedené pod

stropem v suterénu, volně jako stoupací potrubí, v podlaze k otopným tělesům. Soustava je uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou. Tato expanzní nádoba zajišťuje stálé vyplnění soustavy vodou s dostatečným přetlakem a zároveň vyrovnává změny tlaku způsobené ohřátím otopné vody. Proti nepřipustnému překročení tlaku je do soustavy vložen pojistný ventil. Podrobný popis viz.

Technická zpráva

### 2.5.2. Zdroj tepla

Zdrojem pro vytápění a přípravu TV v objektu je zplynovací kotel na kusové dřevo – DOKOGEN DC30GD [4](výkon 29,8kW). Kotel se vyznačuje speciálním topeništěm, které je z obou stran vyloženo keramickými tvarovkami, ve spodní části opatřené otvory pro přívod přehřátého primárního vzduchu, zplynovací tryskou s otvory pro přívod sekundárního vzduchu a spodní spalovací komorou s kulovým keramickým prostorem. Zadní spalinový kanál je vybaven trubkovým výměníkem.

Zplynování dřeva (obrácené hoření) s následným spalováním dřevního plynu v keramickém spalovacím prostoru zaručuje optimální vyhoření všech spalitelných látek. Dodávka vzduchu a spalovací proces jsou řízené odtahovým ventilátorem. To umožňuje rychlé roztopení kotle a dobré spalování již od zátopy. Teplota plamene je 1 000 – 1 250 °C.

### 2.5.3. Spotřebiče tepla

Jako otopné plochy v kancelářích, zasedací místnosti a obytných prostorách jsou použity otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE Economic LKE se spodním připojením na otopnou soustavu. Jako otopné plochy v kuchyních jsou použity otopná desková tělesa KORADO Radik VK se spodním připojením na otopnou soustavu. Pro vytápění haly jsou použity fasádní konvektory, které jsou zabudovány přímo do ocelové konstrukce prosklené stěny a podlahové vytápění. V místnostech hygienického zázemí jsou navržena otopná trubková tělesa KORALUX Linear MAX se spodním krajním připojením na střed tělesa. Specifikace viz. Technická zpráva

### 2.5.5. Doplnující zařízení

Kompaktní rozdělovač a sběrač [5] tvoří rozhraní mezi sekundárním teplovodním okruhem zdroje tepla (výměníku, kotle apod.) a jednotlivými větvemi topného systému. Zdroj tepla je na KRS připojen přes vyrovnávač dynamických tlaků. Těleso KRS je složeno ze dvou komor z ocelových trubek, umístěných za sebou. Přední komora tvoří rozdělovač topné vody, zadní sběrač.

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [8] zajistí vytvoření hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu bez zásahu do hydraulické stability primárního okruhu. Eliminuje se přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy.

Expanzní nádoba [9] je uzavřené tlakové nádoby vyráběné z antikorozičního materiálu podle příslušných norem a homologované na určitý tlak. Princip funkce expanzní nádoby spočívá v jejím rozdělení membránou, kdy na jedné straně je plyn. Druhou stranou se připojí k potrubí s kapalinou, která vlivem zahřátí zvyšuje svůj objem, tlačí na membránu a stlačuje plyn. Ten poté pomáhá vyrovnat tlak v systému při poklesu teploty (snížení tlaku) kapaliny. Byla navržena expanzní nádoba o objemu 50 l.

Odvod spalin bude zajištěn komínem EKO PEKO Ø 150mm tl. izolace 35 mm. Těleso je umístěno uvnitř objektu a výška tělesa je předběžně odhadnuta na 7,5 m. Tříložkový systémový komín s pláštěm i vložkou z nerezové oceli a integrovanou izolací. Vnější plášť komínového systému EKO PEKO je z nerezové oceli AISI ČSN 17241 a vnitřní plášť z oceli AISI ČSN 17349.

Pro větrání kotelny byl navržen větrací otvor rozměru 220x220 mm

### **3. Závěr**

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit návrh vytápění administrativní soběstačné budovy. Pro větší informační hodnotu byly v návrhu vytápění použity otopné lavice. Cílem návrhu vytápění bylo vytvořit projektovou dokumentaci vytápění v daném objektu, zahrnující výpočet tepelných ztrát objektu, návrhu otopné soustavy, kotelny, jako zdroje tepla, rámcový návrh přípravy teplé vody a vypracování projektové dokumentace bez výpisu materiálu.

V návrhu vytápění bytového domu byly zvoleny otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE Economic LKE a jako zdroj tepla byl navrhnut zplynovací kotel na kusové dřevo – DOKOGEN DC30GD [4]. Pro přípravu teplé vody v objektu byl zvolen zásobníkový ohřivač teplé vody typu R2BC o objemu 750 l [6].



## **B. Projekt vytápění**

**Technická zpráva**  
**Projekt vytápění energetický soběstačné budovy**

Vypracoval: Anna Tomyshch  
LS 2020/2021

B. PROJEKT VYTÁPĚNÍ .....	25
TECHNICKÁ ZPRÁVA. PROJEKT VYTÁPĚNÍ ENERGETICKÝ SOBĚSTAČNÉ BUDOVY	26
1. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	28
1.1 Úvod .....	28
1.1.1 Popis objektu, jeho umístění a provoz .....	28
1.1.2. Základní údaje nového projektovaného zařízení .....	28
1.2 Podklady .....	28
1.3 Tepelná bilance .....	28
1.3.1 Klimatické údaje místa stavby .....	28
1.3.2 Tepelné výkony.....	29
1.3.3 Roční potřeba tepla a paliva.....	31
a. Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody.....	31
b. Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda.....	31
c. Celková roční potřeba tepla.....	32
d. Roční potřeba paliva.....	32
1.4 Zdroj tepla.....	32
1.4.1 Výpočet výkonu zdroje tepla.....	32
a. Výkon potřebný na vytápění .....	33
b. Výkon potřebný pro přípravu teplé vody (pro kontinuální ohřev).....	33
1.4.2 Popis zdroje tepla .....	33
1.4.3 Zásobník TV .....	34
1. Výpočet přípravy TV .....	34
2. Popis ZTV .....	35
1.4.4 Expanzní nádoba .....	35
a) Předběžný návrh expanzní nádoby .....	35
b) Popis expanzní nádoby.....	36
1.4.5 Kompaktní rozdělovač a sběrač.....	36
1.4.6 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků.....	37
1.4.7. Oběhové čerpadlo .....	37
1.4.8 Odvod spalin – komín.....	37
1.4.9 Větrání kotelny.....	38
1.5 Otopná soustava.....	39
1.5.1 Typ soustavy.....	39
1.5.2 Vedení rozvodů .....	39
1.5.3 Materiál, spojování.....	40
1.5.4 Izolace, kotvení.....	40
1.5.5 Vypouštění, napouštění a odvzdušnění soustavy .....	40
1.6 Spotřebiče tepla.....	40
1.6.1 Otopné plochy.....	40
1.7 Regulace .....	41
1.8 Závěr .....	41
C. SEZNAM PŘÍLOH A VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE .....	43
D. SEZNAM OBRÁZKŮ .....	43
E. SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ .....	43
F. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	44

# 1. Technická zpráva

## 1.1 Úvod

### 1.1.1 Popis objektu, jeho umístění a provoz

Objekt slouží jako administrativní budova s třinácti kanceláři pro cca 20 pracovníků, zasedací místností pro 25-30 osob, archivem, šatnou pro terénní oblečení a prostorem technického zázemí. Součástí administrativní budovy je i dvoupokojový inspekční pokoj s hygienickou buňkou s možností vaření. V maximální možné míře je použito dřevo na nosnou konstrukci objektu, opláštění obvodových stěn, teras i v interiéru. Majitelem objektu je Lesy České republiky, s. p.

Projekt je standardně rozdělen na výkresovou a textovou část. V textové části jsou řešeny výpočty tepelných ztrát objektu, návrh otopných ploch, potřeba tepla, návrh zásobníku teplé vody, počet a výkon kotle, návrh pojistného zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoby), energetická bilance. Výkresová část obsahuje výkresy půdorysů všech podlaží v měřítku 1:50, svislý rozvinutý řez otopnou soustavou v měřítku 1:100, půdorys kotelnou a řez kotelnou a funkční schéma zapojení kotle a ZTV na otopnou soustavu.

### 1.1.2. Základní údaje nového projektovaného zařízení

Otopné plochy:

- Fasádní konvektory s přirozenou konvekcí KORASPACE
- Otopná desková tělesa KORADO RADIK VK
- Otopná trubková tělesa KORALUX LINEAR MAX
- Otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE Economic LKE

Otopná soustava:

Dvoutrubková teplovodní otopná soustava s teplotním spádem otopné vody 60/50°C v kombinaci s podlahovým vytápěním v hale budovy

Materiál potrubí: měď, AL/PE-XC 16x2,0, vícevrstvá trubka s hliníkovou vložkou

Zplynovací kotel na dřevo – ATMOS DOKOGEN DC30GD

Zásobník teplé vody - R2BC 500

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků FLEXBALANCE ECOPLUS C 1 ½

Expanzní nádoba REFLEX NG 18/6

Kompaktní rozdělovač a sběrač

## 1.2 Podklady

Výkresová dokumentace: stavební půdorysy 1.PP, 1.NP a 2.NP

## 1.3 Tepelná bilance

### 1.3.1 Klimatické údaje místa stavby

Administrativní budova se nachází v obci Dobrá Voda u Českých Budějovic. Venkovní výpočtová teplota pro otopné období je -15°C. Počet dní v otopném období je pro teplotu

zahájení vytápění, (dále zvanou  $t_{em}$ ),  $t_{em} = 13^{\circ}\text{C}$  stanoven na 244 dní. Vnitřní výpočtové teploty místností jsou stanoveny dle normy ČSN EN 12831:

- kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny -  $20^{\circ}\text{C}$
- vytápěné vedlejší místnosti (chodby, hlavní schodiště, klozety aj.) –  $15^{\circ}\text{C}$
- hala –  $18^{\circ}\text{C}$
- obytné místností , ložnice, kuchyně –  $20^{\circ}\text{C}$
- koupelna –  $24^{\circ}\text{C}$

### 1.3.2 Tepelné výkony

Pro návrh výkonu otopných ploch a zdroje tepla byl proveden výpočet tepelných ztrát objektu pomocí programu RAUCAD TechCon, vymodelováním objektu a nastavením zadaných parametrů stavebním konstrukcím.

Základní údaje pro výpočet:

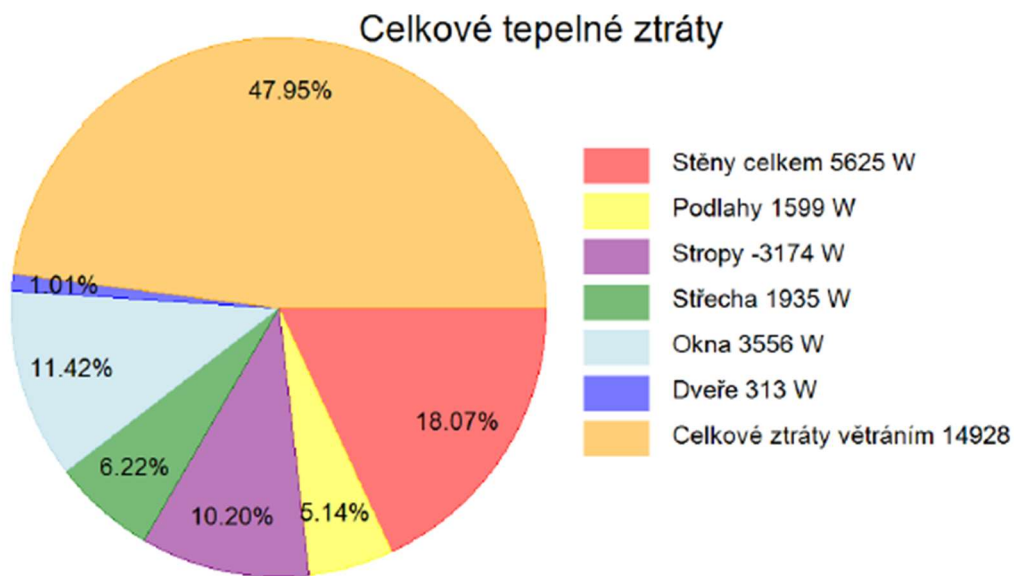
- Oblastní venkovní výpočtová teplota (České Budějovice – 384 m n.m.)  $t_e = -15^{\circ}\text{C}$
- Vnitřní výpočtové teploty místností: viz výkresová část
- Součinitele prostupu tepla základních stavebních konstrukcí:

Tab. 1 Tabulka konstrukcí

Označení	Název	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Doporučený součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]
SO1	Obvodová stěna	0,13	0,20
SO2Z	Stěna nevytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,33	0,60
SN1	Stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,23	0,50
SN2	Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do $5^{\circ}\text{C}$ včetně	1,80	1,80
SN3	Prosklená vnější stěna	0,70	1,20
PDL1Z	Podlaha temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,33	0,60
PDL2Z	Podlaha vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,22	0,30
PDLH1	Strop vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,22	0,50
STR1	Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do $5^{\circ}\text{C}$ včetně	1,45	1,45
SCH	Střecha plochá a šikmá se sklonem do $45^{\circ}$ včetně	0,14	0,16

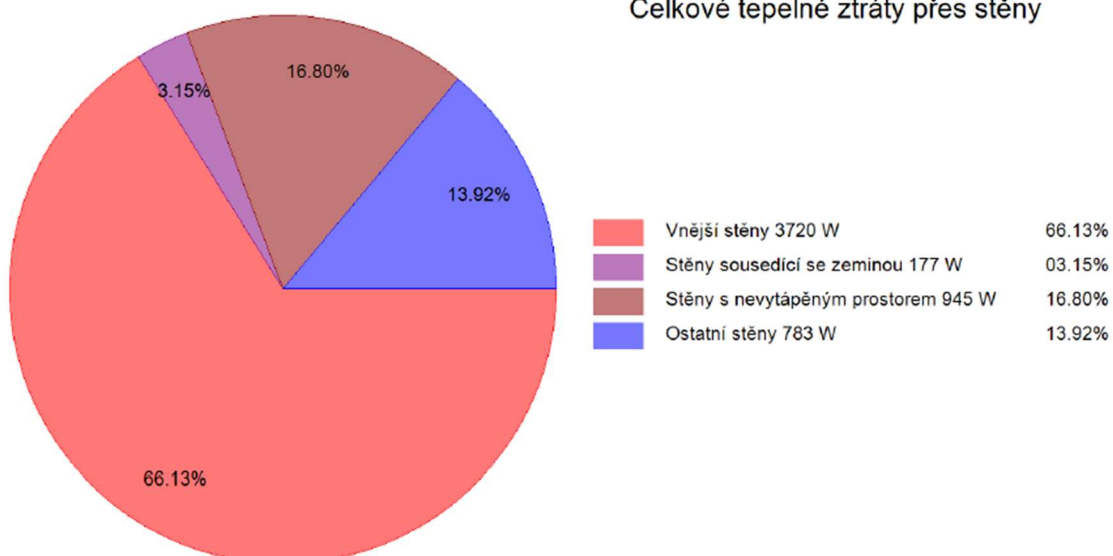
O	Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	0,70	1,20
DO	Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	0,90	1,20
DN	Dveřní výplň otvoru uvnitř objektu	2,30	2,30

Součinitele prostupu tepla vyhovují požadovaným i doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla pro posuzované konstrukce dle ČSN 730540-2:2011 Celková tepelná ztráta objektu činí  $Q_c = 17\,987\text{W} \approx 18\text{ kW}$  Z toho návrhová tepelná ztráta prostupem tepla  $Q_t = 24\,782\text{ W}$ . Tepelná ztráta větráním  $Q_v = 14\,928\text{ W}$ . Podrobný výpočet je uveden v přílohách viz příloha č.1 - Tepelné ztráty.



Obr  
1.

Celkové tepelné ztráty



Obr 2. Celkové tepelné ztráty přes stěny

### 1.3.3 Roční potřeba tepla a paliva

a. Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55-t_{svl}}{55-t_{svz}} \cdot (N - d) \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_{TV,d}$  ... denní potřeba tepla na přípravu TV =  $E_{2p}'$  [Wh]

$$E_{2p}' = E_{2t}' + E_{2z}' = V_{2p}' \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) + 0,5 \cdot V_{2p}' \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 1,2 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) + 0,5 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 94,2 \text{ Wh}$$

d ... počet dnů za rok s teplotou < 13°C, tj. počet dní ot. období (244)

0,8 ... součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě

$t_{svl}$  ... teplota studené vody v létě (15°C)

$t_{svz}$  ... teplota studené vody v zimě (10°C)

N ... počet pracovních dní soustavy v roce (252)

$$Q_{TV,r} = 94,2 \cdot 244 + 0,8 \cdot 94,2 \cdot \frac{55-15}{55-10} \cdot (252 - 244)$$

$$Q_{TV,r} = 23\,520 \text{ kWh} = 23,5 \text{ MWh}$$

b. Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{is} - t_e} \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_c$  ... tepelná ztráta objektu (24,782) [kW]

$t_{is}$  ... průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]

$t_e$  ... vnější výpočtová teplota (-15) [°C] – dle oblasti

D ... počet denostupňů [K.den]

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \cdot d \text{ [K.den]}$$

kde:  $t_{i,s}$  ... průměrná teplota v budově (18) [°C]

$t_{e,s}$  ... průměrná venkovní tep. v otopném období (3,8)

d ... počet dnů za rok s teplotou <13°C (244)

$$D = (18 - 3,8) \cdot 244 = 3465 \text{ K/den}$$

$\varepsilon$  ... opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infiltrací [-] (0,7-0,8)

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_0 \cdot \eta_r} \text{ [-]}$$

kde:  $e_i$  ... nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem (0,8)

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

$e_d$  ... zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu (0,8)

$\eta_0$  ... účinnosti obsluhy resp. možnosti regulace soustavy (0,9)

$\eta_r$  ... účinnost rozvodu vytápění (0,95)

$$\varepsilon = 0,6$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot 24 \cdot 8,0 \cdot 6,3465}{18 - (-1)} = 37\,497,6 \text{ kWh/rok} = 37,5 \text{ MWh/rok}$$

c. Celková roční potřeba tepla

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r} \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_r$  ... celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé 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]

$$Q_r = 37,5 + 23,5 = 61 \text{ MWh/rok}$$

d. Roční potřeba paliva

$$B_R = \frac{Q_r \cdot 3600}{\eta \cdot H} \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

kde:  $Q_r$  ... roční potřeba tepla celkem (VYT+TV) [Wh/časový úsek] tj. [Wh/rok]

$\eta$  ... roční účinnost zařízení  $\eta = 0,913$

$H$  ... výhřevnost paliva  $H_{ZP} = 14,62 \text{ [MJ/m}^3\text{]}$

$$B_R = \frac{61 \cdot 3600}{0,8 \cdot 14,62} = 16\,451,8 \text{ m}^3\text{/rok}$$

## 1.4 Zdroj tepla

### 1.4.1 Výpočet výkonu zdroje tepla

Návrh výkonu kotlů provádíme na tzv. přípojnou hodnotu, tj. tu vyšší z hodnot  $Q_{PŘÍP}$ .



$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * Q_{VYT,h} + 0,7 * Q_{VET,h} + Q_{TV,h} \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT,h} + Q_{VET,h} \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2}) \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * 24,8 + 0 + 3,9 = 21,26 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,2} = 24,8 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max(21,26; 24,8) = 24,8 \text{ kW}$$

a. *Výkon potřebný na vytápění*

$$Q_{VYT,h} = Q_c \text{ [W]}$$

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

$Q_c$  ... tepelná ztráta objektu [kWh]

$$Q_{VYT,h} = 24,8 \text{ kWh}$$

b. *Výkon potřebný pro přípravu teplé vody (pro kontinuální ohřev)*

$$Q_{TV,h} = \frac{E_{2p}}{24} \text{ [W]}$$

kde:  $E_{2p}$  ... potřeba tepla odebraného z ohříváče [Wh]

$$Q_{TV,h} = \frac{94,2}{24} = 3,9 \text{ kW}$$

## 1.4.2 Popis zdroje tepla

Zdrojem pro vytápění a přípravu TV v objektu je zplynovací kotel na kusové dřevo – DOKOGEN DC30GD. Kotel se vyznačuje speciálním topeništěm, které je z obou stran vyloženo keramickými tvarovkami, ve spodní části opatřené otvory pro přívod předehřátého primárního vzduchu, zplynovací tryskou s otvory pro přívod sekundárního vzduchu a spodní spalovací komorou s kulovým keramickým prostorem. Zadní spalínový kanál je vybaven trubkovým výměníkem.

Zplynování dřeva (obrácené hoření) s následným spalováním dřevního plynu v keramickém spalovacím prostoru zaručuje optimální vyhoření všech spalitelných látek. Dodávka vzduchu a spalovací proces jsou řízené odtahovým ventilátorem. To umožňuje rychlé roztopení kotle a dobré spalování již od zátopy. Teplota plamene je 1 000 – 1 250 °C.

Obrácené spalování a keramický spalovací prostor umožňují prakticky dokonalé spalování s minimem škodlivých exhalací. Kotle splňují limity pro Ekologický šetrný výrobek. Kotle spadají podle normy ČSN EN 303–5 do 5. třídy. Splňují nejnáročnější požadavky EU – EKODESIGN 2015/1189.

Na kotel je instalovaný spalínový termostat, který zajistí automatické vypnutí kotle po dohoření paliva

Obr 3. Technické údaje kotle

Typ kotle		DC30GD
Výkon kotle	kW	29,8
Předepsaný tah komína	Pa	20
Maximální pracovní přetlak vody	kPa	250
Hmotnost kotle	kg	466
Objem vody v kotli	l	105
Objem palivové šachty	dm <sup>3</sup>	120
Max. délka dřeva	mm	530
Průměr kouřového hrdla (kouřovodu)	mm	150/152
Účinnost	%	91,3
Teplota spalin při jmenovitém výkonu	°C	148

### 1.4.3 Zásobník TV

#### 1. Výpočet přípravy TV

a. Potřeba TV za časovou periodu  $V_{2p}$

Administrativní budova:  $V_{2p} = 0,06 \text{ (m}^3\text{/osob. den)} = 60 \text{ (l/osob. den)}$

$$V_{2p} = 0,06 \cdot 20 \text{ osob} = 1,2 \text{ m}^3\text{/den}$$

b. Potřeba tepla odebraného z ohřivače  $E_{2p}$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \text{ [Wh/den]}$$

$$E_{2p} = 31,4 + 62,8 = 94,21 \text{ kWh/den}$$

Teoretické teplo pro ohřátí množství  $E_{2t}$

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \text{ [Wh/den]}$$

kde:  $c$  ... měrná tepelná kapacita vody ( $4182 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$ )

$t_1$  ... teplota studené vody ( $10^\circ\text{C}$ )

$t_2$  ... teplota teplé vody ( $55^\circ\text{C}$ )

$\rho$  ... hustota vody ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$E_{2t} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 62,8 \text{ kWh/den}$$

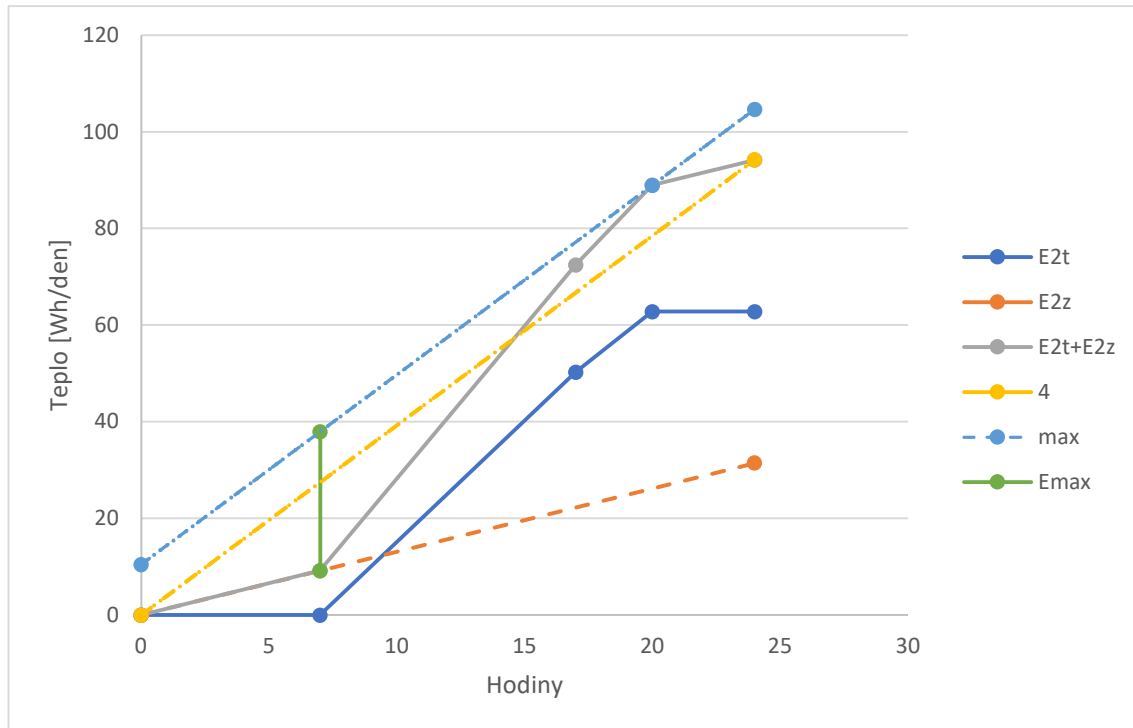
Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z \text{ [Wh/den]}$$

kde: z ... ztráta tepla při ohřevu = 0,5

$$E_{2z} = 0,5 \cdot 62,8 = 31,4 \text{ kWh/den}$$

$$\Delta E_{max} = 28,8 \text{ Wh/den}$$



Graf 1.

$\Delta E_{max}$

### c. Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{28,8}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - )} = 0,55 \text{ m}^3$$

**Navrhují zásobník s objemem 750 L pr. 950 mm**

## 2. Popis ZTV

Zásobník se dvěma integrovanými smaltovanými výměníky slouží pro přípravu teplé vody. Je dodáván včetně izolace a magneziové anody, která chrání vnitřní povrchy zásobníku proti korozi. Volitelně lze místo magneziové anody instalovat elektronickou anodu, V případě potřeby je možné do zásobníku instalovat elektrické topné těleso. Celkový objem zásobníku - 762 l, průměr 950 mm.

### 1.4.4 Expanzní nádoba

#### a) Předběžný návrh expanzní nádoby

Předběžný návrh byl proveden dle celkového objemu vody v soustavě. Uvažujeme cca 13l na 1kW. Velikost expanzní nádoby dle tabulky. Předběžně volíme nastavení pojišťovacího ventilu = 3,0 bar a výchozí tlak  $p_0 = 1,0$  bar. Výkon soustavy je 30kW, objem vody je tedy cca 390l. Z tabulky vychází objem nádoby 43,6l -> volíme dle výrobce nejbližší vyšší.

Tabulka pro předběžný návrh expanzní nádoby.

Nastavení pojistného ventilu	3,0 bar			2,5 bar			2,0 bar		
	Výchozí tlak p <sub>o</sub>	0,5 bar	1,0 bar	1,5 bar	0,5 bar	1,0 bar	1,5 bar	0,5 bar	1,0 bar
Celkový objem vodní soustavy	Expanzní objem nádoby								
(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)
25	2,1	2,7	3,9	2,4	3,4	5,9	2,8	5,0	
50	4,2	5,5	7,8	4,7	6,7	11,9	5,7	10,0	
75	6,2	8,2	11,7	7,1	10,1	17,8	8,5	15,0	
100	8,3	10,9	15,6	9,4	13,4	23,7	11,3	20,0	
125	10,4	13,6	19,5	11,8	16,8	29,6	14,1	25,0	
150	12,5	16,4	23,4	14,1	20,1	35,6	17,0	30,0	
175	14,6	19,1	27,3	16,5	23,5	41,5	19,8	35,0	
200	16,7	21,8	31,2	18,8	26,8	47,4	22,6	40,0	
225	18,7	24,5	35,1	21,2	30,2	53,3	25,4	45,0	
250	20,8	27,3	39,0	23,5	33,5	59,3	28,3	50,0	
275	22,9	30,0	42,9	25,9	36,9	65,2	31,1	55,0	
300	25,0	32,7	46,8	28,2	40,2	71,1	33,9	60,0	
325	27,1	35,4	50,7	30,6	43,6	77,0	36,7	65,0	
350	29,2	38,2	54,6	32,9	46,9	83,0	39,6	70,0	
375	31,2	40,9	58,5	35,3	50,3	88,9	42,4	75,0	
400	33,3	43,6	62,4	37,6	53,6	94,8	45,2	80,0	
425	35,4	46,3	66,3	40,0	57,0	100,7	48,0	85,0	
450	37,5	49,1	70,2	42,3	60,3	106,7	50,9	90,0	

**Návrh: REFLEX EXPANZNÍ NÁDOBA NG 50/6 - 50l, 6 bar**

*b) Popis expanzní nádoby*

Uzavřená expanzní nádoba. Její vnitřní prostor je membránou rozdělený na dvě části. V jedné je plyn (nejlépe dusík) a ve druhé části je voda. Připojovací hrdlo spojuje expanzní nádobu s potrubím otopné soustavy. Je konstruována jako ocelová nádoba válcového tvaru. Velikost (objem) nádoby se rovná 50 l. Max.provozní tlak: 6 barů. Průměr: 409 mm. Výška: 493 mm. Dimenze připojení: 3/4"

**1.4.5 Kompaktní rozdělovač a sběrač**

Kompaktní rozdělovač a sběrač tvoří rozhraní mezi sekundárním teplovodním okruhem zdroje tepla (výměníku, kotle apod.) a jednotlivými větvemi topného systému. Zdroj tepla je na KRS připojen přes vyrovnávač dynamických tlaků. Těleso KRS je složeno ze dvou komor z ocelových trubek, umístěných za sebou. Přední komora tvoří rozdělovač topné vody, zadní sběrač. Napojovací hrdla jsou dimenze 1 1/2" provedena z ocelových trubek závitových, ukončených vnějším závitěm. Hrdlo pro připojku topné vody ze zdroje tepla je do rozdělovače zaústěno shora, hrdlo zpětné vody ke zdroji tepla je zaústěno do sběrače zespoda. Hrdla pro napojení topných větví na rozdělovači i sběrači vychází shora. Komory rozdělovače a sběrače tak mají stejný průřez a uspořádání hrdel na KRS je prakticky libovolné. Vedle hrdel pro napojení zdroje tepla a jednotlivých topných větví je KRS vybaven závitovými hrdly 1/2" pro instalaci vypouštěcích / plnicích kohoutů. Na stěně rozdělovače i sběrače (z čelní strany) je šikmo vzhůru umístěn návarek G1/2" pro instalaci termomanometru, případně dvojice návareků pro samostatný teploměr a manometr. Šikmé umístění je voleno s ohledem na přehlednost prvků instalovaných na sběrači, který je v zákrytu s rozdělovačem. KRS je

konstruován na provozní tlak PN 6. Komory rozdělovače a sběrače vyrobeny z bezešvých trubek z konstrukční oceli. Hrdla jsou z ocelových bezešvých trubek závitových ČSN 42 5710. Výrobek je tlakově zkušěn na těsnost a nepropustnost za studena zkušebním přetlakem 1,0 MPa.

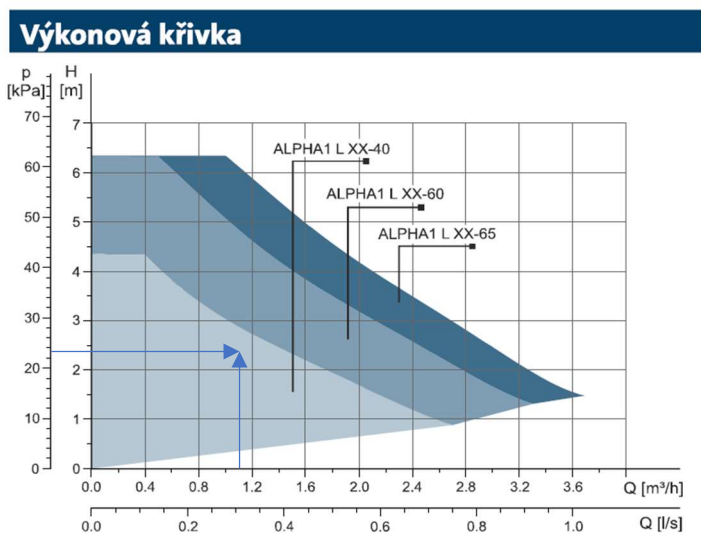
#### 1.4.6 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků zajistí vytvoření hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu bez zásahu do hydraulické stability primárního okruhu. Eliminuje se přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy. Plní funkci odlučovače vzduchu a plynů - je vybaven automatickým odvzdušňovacím ventilem. Hydraulický vyrovnávač rovněž zachycuje kaly. Pro jejich odkalení je ve spodním dně instalována odkalovací armatura.

#### 1.4.7. Oběhové čerpadlo

Oběhové čerpadlo je navrženo pro nejnepříznivější okruh s tlakovou ztrátou cca 23kPa a požadovaný objemový průtok otopné vody je 1,1 m<sup>3</sup> /h. Oběhové čerpadlo bude umístěno na přívodním potrubí nad rozdělovačem/sběračem pro každou větev.

**Návrh: GRUNDFOS ALPHA1 L 15-40 130mm R1/2 230V**



Obr. 4. Pracovní graf čerpadla

#### 1.4.8 Odvod spalin – komín

Předběžně byl navržen komín EKO PEKO Ø 150mm tl. izolace 35 mm. Těleso je umístěno uvnitř objektu a výška tělesa je předběžně odhadnuta na 7,5 m. Tříšložkový systémový komín s pláštěm i vložkou z nerezové oceli a integrovanou izolací. Vnější plášť komínového systému EKO PEKO je z nerezové oceli AISI ČSN 17241 a vnitřní plášť z oceli AISI ČSN 17349. Integrovaná tepelná izolace z minerální vlny snižuje ztráty ochlazením spalin a zamezuje tzv. tepelným mostům. Systém se díky použití kvalitní nerezové oceli vyznačuje vysokou odolností a nízkou hmotností. Jednotlivé díly jsou jednoduše spojeny zasunutím a pojištěny spojovací objímkou, tím se zkracuje čas montáže a zlevňuje celkové provedení stavby.

## 1.4.9 Větrání kotelny

### 1. VĚTRÁNÍ KOTELNY

#### a. Přívod vzduchu pro spalování

$$V_s = B_H \cdot V_{SI} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

kde:  $B_H$  ... hodinová spotřeba paliva = 11,32 [m<sup>3</sup>/h]

$$B_H = [ (3,6 \cdot P) / (Q_n \cdot \eta) ] \cdot 100 = 8,03 \text{ [kg/h]}$$

P – požadovaný výkon zdroje v kW

$\eta$  – provozní účinnost zdroje

$V_{SI}$  ... skutečné množství vzduchu pro spalování  $V_{SI} = 10,3$  [m<sup>3</sup>]

$$V_{SI} = [0,5 + 0,242 \cdot Q_n] \cdot n = 8,1 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$Q_n$  - výhřevnost paliva – MJ/kg

n - přebytek vzduchu - volíme 2

$$V_s = 11,32 \cdot 8,03 = 90,98 \text{ m}^3\text{/h}$$

#### b. Minimální množství vzduchu $V_i$ na odvod škodlivin

$$V_i = i \cdot O \text{ [m}^3\text{/h]}$$

kde:  $V_i$  ... množství vzduchu pro odvod škodlivin [m<sup>3</sup>/h]

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

O ... vnitřní objem větraného prostoru kotelny [m<sup>3</sup>]

$$V_i = 0,5 \cdot 36,7 = 18,35 \text{ m}^3\text{/h}$$

#### c. Množství vzduchu na odvod tepelných zisků – výpočet pro letní a zimní období

$$V_z = 0,0025 \cdot \frac{Q_K}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

kde: 0,0025 ... kotlová ztráta

$Q_K$  ... výkon kotlů [W] – pro zimu max. výkon  $Q_{PRIP}$ , pro léto výkon pro TV, tedy  $Q_{TV,h}$

$\rho$  ... hustota vzduchu  $\rho = 1,2$  [kg/m<sup>3</sup>]

c ... měrná tepelná kapacita vzduchu  $c = 1010 \text{ [J/kg.K]} = 0,28 \text{ [Wh/kg.K]}$

$\Delta t$  ... rozdíl teplot vzduchu

$$V \text{ létě } (t_i - t_e) = (35^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) \dots \Delta t = 5\text{K}$$

$$V \text{ zimě } (t_i - t_e) = (5^\circ\text{C} - (-15^\circ\text{C})) \dots \Delta t = 20\text{K}$$

$$V_{Z,\text{léto}} = 0,0025 * \frac{3900}{1,2,0,28,5} = 5,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{Z,\text{zima}} = 0,0025 * \frac{24800}{1,2,0,28,20} = 9,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{max}} = \max(V_s ; V_i ; V_{Z,\text{zima}} ; V_{Z,\text{léto}}) = (74,5; 18,35; 5,8; 9,22) = 74,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny

$$S = \frac{V_{\text{max}}}{3600 \cdot v} \text{ [m}^2\text{]} \dots \text{ vypočteme velikost otvoru } A \times A \text{ [m]}$$

kde: S ... plocha větracího otvoru [m<sup>2</sup>]

$V_{\text{max}}$  ... maximální množství větracího vzduchu [m<sup>3</sup>/h]

V ... rychlost větracího vzduchu  $v = 1 \text{ [m/s]}$

3600 ... převod hodin na sekundy

$$S = \frac{90,98}{3600 \cdot 1} = 0,0252 \text{ m}^2$$

NAVRHUJI OTVOR **220 X 220 mm (0,484 m<sup>2</sup>)**.

## 1.5 Otopná soustava

### 1.5.1 Typ soustavy

Otopná soustava v objektu je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 60/50°C. Rozvody topné vody jsou realizovány z měděné trubky o rozměrech 12×1,0 - 42×1,5 mm, vedené pod stropem v suterénu, volně jako stoupačí potrubí, v podlaze k otopným tělesům. Pro vytápění většiny prostor jsou zvoleny otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE Economic LKE a v hale bylo provedeno podlahové vytápění. Soustava je uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou. Tato expanzní nádoba zajišťuje stálé vyplnění soustavy vodou s dostatečným přetlakem a zároveň vyrovnává změny tlaku způsobené ohřátím otopné vody. Proti nepřípustnému překročení tlaku je do soustavy vložen pojistný ventil.

### 1.5.2 Vedení rozvodů

Potrubí je vedeno od rozdělovače/sběrače volně pod stropem ke svislým rozvodům. Svislé rozvody jsou volně umístěny. K jednotlivým otopným tělesům je pak potrubí vedeno v

podlaze a stěně až k přípojovacím armaturám. V kotelně, která se nachází v suterénu, je umístěn zdroj tepla - kotel na dřevo – ATMOS DOKOGEN DC30GD. Kotel je napojen na přívod elektrické energie 230V, studenou vodu a komínové těleso, které se nachází uvnitř objektu v kotelně. Kotel je propojen přes HVDT s rozdělovačem/sběračem. Zásobník na TV je volně postaven na podlahu kotelny. Vzájemně je propojen přes rozdělovač/sběrač s kotlem na otopnou vodu. Ze zásobníku TV vede potrubí ke stoupačímu a cirkulačnímu potrubí teplé vody. Propojovací potrubí otopné vody mezi kotlem, rozdělovačem/sběračem a zásobníkem je měděné, dimenze dle přípojovacích poměrů nádob a kotle. Potrubí teplé vody ze zásobníku je PPR, svařované. Návrh dimenzí tohoto potrubí není předmětem řešení tohoto projektu. Okruhy otopné vody jsou navrženy celkem čtyři. První okruh je pro zásobník TV, druhý - čtvrtý okruh napojují otopná tělesa v celém objektu. Podrobné rozkreslení a popsání tras soustavy vytápění je zaneseno ve výkresové dokumentaci tohoto projektu.

### 1.5.3 Materiál, spojování

Rozvody jsou realizovány z měděného potrubí. Materiál těchto trubek je fosforem dezoxidovaná měď, která má dle ČSN EN 1057+A1 kvalitu Cu DHP. Trubka se zhotovuje z mědi o čistotě větší než 99,9%. Třída tvrdosti trubek je polotvrdá R250. Spoje jsou provedeny lisováním.

### 1.5.4 Izolace, kotvení

Veškeré rozvody otopné vody budou opatřeny tepelnou izolací tl. 25 mm. Materiál izolace je vysoce pružný izolační materiál s uzavřenou strukturou buněk vyznačující se vysokou odolností proti difúzi vodních par a nízkou tepelnou vodivostí. Materiál izolace je elastomerní pěna na bázi syntetického kaučuku. Tepelná izolace má samolepící povrch krytý PE folií, lepidlo je aktivováno tlakem při kontaktu s potrubím. Ležaté potrubí vedené pod stropem 1.PP se připevňuje ocelovými úchytkami která jsou kotvena po 1,5 m v délce. Úchyty mají zvukovou izolační vložkou, aby bylo zabráněno přenosu hluku stavební konstrukcí.

### 1.5.5 Vypouštění, napouštění a odvzdušnění soustavy

Celá otopná soustava je odvzdušňována pomocí odvzdušňovacích ventilů na otopných tělesech. Vypouštění je zajištěno kulovými kohouty s vypouštěním umístěnými na ležatých rozvodech v 1.PP

## 1.6 Spotřebiče tepla

### 1.6.1 Otopné plochy

Jako otopné plochy v kancelářích, zasedací místnosti a obytných prostorech jsou použity otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE Economic LKE se spodním připojením na otopnou soustavu. Napojení otopných těles je navrženo z podlahy pomocí přímého šroubení. Rozměry těles viz výkresová dokumentace. Pro montáž otopných těles jsou použity stojánkové konzoly, které se upevní na čistou podlahu. Všechna tělesa jsou připevněna 150 mm nad čistou podlahou a 50 mm od povrchu stěny místnostech.

Jako otopné plochy v kuchyních jsou použity otopná desková tělesa KORADO Radik VK se spodním připojením na otopnou soustavu. Napojení otopných těles je navrženo z podlahy pomocí přímého šroubení. Rozměry těles viz výkresová dokumentace. Pro montáž otopných



těles jsou použity stojánkové konzoly, které se upevní na čistou podlahu. Všechna tělesa jsou připevněna 200 mm nad čistou podlahou a 50 mm od povrchu stěny místnostech.

Pro vytápění haly jsou použity fasádní konvektory, které jsou zabudovaný přímo do ocelové konstrukce prosklené stěny. Teplý vzduch stoupající z konvektorů se mísí s padajícím studeným vzduchem a vytváří tepelnou clonu, která zajišťuje vyšší tepelnou pohodu vnitřních prostor a brání vzniku kondenzace na povrchu skel. Montáž bude provedena na vodorovném příčnících, mezi svislými nosníky. Hlavní nosná část ve tvaru U se přichytí na nosné prvky fasády. Dále se vloží otopný výměník a připojí se na topný systém. Posledním krokem je položení vrchní části a sešroubování všech částí. Po dohodě je možné provést konstrukční úpravy pro konkrétní instalaci. Zapojení bude provedeno pomocí regulačního šroubení. Rozměry tělesa: 3000x120x60. Budou osazený ve výšce +3,025 (výšková úroveň podlahy 2.NP)

V místnostech hygienického zázemí jsou navržena otopná trubková tělesa KORALUX Linear MAX se spodním krajním připojením na středu tělesa.

Otopná tělesa byla navržena pomocí vypočtené tepelné ztráty v místnosti programem RAUCAD TechCon, který umožňuje i optimální návrh těles.

## 1.7 Regulace

Regulace bude zajištěna pomocí integrovaného termoregulačního ventilu, který je osazen termostatickou hlavicí a přímým regulačním šroubením na přívodu a zpátečce. Regulace celé soustavy zajišťuje ekvitermní regulátor ATMOS ACD 01 kotle v závislosti na venkovní teplotě, pokojové teplotě a čase. Tato regulace je schopna řídit i samotný kotel s ventilátorem s mnoha dalšími funkcemi. Akumulační nádoba na ohřev TV má

instalované teplotní čidlo propojené s kotlem, který při poklesu teploty TV pod 15°C automaticky nahřeje TV na 35°C a chrání tak soustavu před zamrznutím. Soustava je chráněna i před přehřátím a případnou havárií.

Regulace podlahového vytápění, je řešena pomocí pokojového termostatu, který bude ovládat elektromechanickou hlavicí v rozdělovači.

## 1.8 Závěr

Všechna zařízení budou připojena podle montážních návodů výrobců ke dni instalace. Jednotlivá zařízení smí obsluhovat jen kvalifikovaná osoba. Všechna montovaná zařízení budou před uvedením do provozu propláchnuta a odzkoušena. Proplachování se provádí za provozu čerpadel bez armatur, u kterých by vlivem nahromaděné nečistoty došlo k poškození. Na systému budou provedeny zkoušky tlakové a těsnosti, a na konci bude provedena topná zkouška dle ČSN 06 0310. Během níž bude topný systém zregulován – na tělech ventilů bude nastavena vnitřní regulace.

## **Předpisy a normy**

- ČSN EN 12 831 – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách - projektování a montáž
- ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách - příprava teplé vody – navrhování a projektování
- ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - funkční požadavky
- Vyhláška 193/2007 Sb. - Stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie
- ČSN EN 1057+A1 - Měď a slitiny mědi – Trubky bezešvé kruhové z mědi pro vodu a plyn pro sanitární instalace a vytápěcí zařízení

## C. Seznam příloh a výkresové dokumentace

- Technická zpráva s přílohami
  - Přílohy technické zprávy:
    - Příloha č. 1 – Výkresová dokumentace
      - Výkres č.1 - Půdorys 1.PP, rozvod vytápění, OT. tělesa M1:100
      - Výkres č.2 - Půdorys 1.NP, rozvod vytápění, OT. tělesa M1:100
      - Výkres č.3 - Půdorys 2.NP, rozvod vytápění, OT. tělesa M1:100
      - Výkres č.4 – Schematický rozvinutý řez otopnou soustavou M1:100
      - Výkres č.5 – Funkční schéma zapojení kotle na tuhá paliva M1:25
      - Výkres č.6 – Půdorys kotelny M1:25
      - Výkres č.7 - Řez kotelnou M1:25
        - Příloha č. 2 – Tepelné ztráty objektu a tlakové ztráty otopných větví

## D. Seznam obrázků

- *Obr. 1. Pohled na pozemek*
- *Obr. 2. Schematický půdorys 1.PP*
- *Obr. 3. Schematický půdorys 1.NP*
- *Obr. 4. Schematický půdorys 2.NP*
- *Obr. 5. Schéma konceptu TZB systému*
- *Obr. 6. Situace*
- *Obr. 7. Domovní ČOV AS-VARIOcomp 8K*
- *Obr. 8. Zapojení ČOV a nádrže*
- *Obr. 10. AS-REWA ECO 4 EO*

## E. Seznam použitých programů

- Microsoft Word 2016
- Microsoft Excel 2016
- Raucad Techcon
- AutoCad 21
- Teplo 2017 EDU
- Energie 2019 EDU
- SketchUp 2015

## F. Seznam použitých zdrojů

- [1] - <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [2] - KORADO, a.s.: *Desková otopná tělesa, RADIK VK* [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>
- [3] - PETRÁŠ, Dušan, Daniela KOUDELKOVÁ a Karel KABELE. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga group, 2004. ISBN 80-88905-97-4.
- [4] – ATMOS - Jaroslav Cankař a syn.: *Zplynovací kotle na dřevo – DOKOGEN* [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/zplynovaci-kotle-na-drevo-dokogen/>
- [5] - Racioterm s.r.o.: *KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ – SBĚRAČ* [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.racioterm.cz/katalog-produktu/vyrobky-racioterm/rozdelovac-sberac>
- [6] - Regulus spol. s r.o.: *Zásobník R2BC 750* [online]. [cit. 2021-04-26]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/zasobnik-r2bc-750>
- [7] - EKO Komíny, s.r.o.: *EKO PEKO* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://eko-kominy.cz/eko-peko/>
- [8] – Flamco CZ s.r.o.: *28379 - FlexBalance EcoPlus C 1 ½* [online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://flamcogroup.com/cz/catalog/distribuce-energie/hydraulicke-vyrovnacive/flexbalance-ecoplus-c-hydraulicky-vyrovnac-dynamicky-tlaku/flexbalance-ecoplus-c/28379/groups/g+c+p+a+nr+view>
- [9] - REFLEX CZ, s.r.o.: *Reflex expanzní nádoba NG 50/6 - 50l, 6 bar* [online]. [citace 2021-05-29]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/reflex-expanzni-nadoba-ng-50-6-50l-6-bar-p2658/>
- [10] JELÍNEK, Vladimír et al. *Technická zařízení budov 20: Vytápění přednášky*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-01-01938-1.
- [11] KABELE, Karel et al. *Energetické a ekologické systémy 1: Zdravotní technika, vytápění*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03327-9.
- [12] PETRÁŠ, Dušan et al. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Praha: Vydavatelství Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9.
- [13] VALENTA, Vladimír et al. *Topenářská příručka 3: Návod na projektování tepelných zařízení*. Praha: Vydavatelství Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-96028-13-2.
- [14] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Vydavatelství Grada publishing, 2010. ISBN 978-80-247-7308-7.
- [15] - *Rozvody teplovodních soustav a jejich materiály* [online]. 2013 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/rozvody-teplovodnich-soustav-amaterialy/>
- [16] - *KG systém OSMA - kanalizační trubky a tvarovky. Triker - Instalátorské potřeby, koupelny* [online]. [cit. 06.05.2021]. Dostupné z: <https://triker.cz/c-356/Kg-system-osma-kanalizacni-trubky-a-tvarovky/>
- [17] - *Měnič/nabíječ Victron Energy MultiPlus C 24V/800VA/16A-16A. Neosolar.* [online]. [cit. 06.05.2021]. Dostupné z: <https://eshop.neosolar.cz/menic-nabijec-victron-energy-multiplus-c-24v-800va-16a-16a>
- [18] - *PROVOZNI A MONITOROVACI JEDNOTKA AS-RAINMASTER ECO. ASIO – čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody.* [online]. [cit. 06.05.2021]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-rainmaster-eco>
- [19] - *Zjednodušený bilanční výpočet ročních přínosů fotovoltaických instalací. Tzb-info.cz: Fotovoltaika* [online]. TZB-info, 07.3.2016 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://oze.tzb->

[info.cz/fotovoltaika/13878-zjednoduseny-bilancni-vypocet-rocnich-prinosu-fotovoltaickych-instalaci](http://info.cz/fotovoltaika/13878-zjednoduseny-bilancni-vypocet-rocnich-prinosu-fotovoltaickych-instalaci)

- [20] - Jak stavíme dům na pozemku bez inženýrských sítí a jaké technologie používáme. *Český soběstačný dům*. [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.csdum.cz/cesky-sobestacny-dum-jak-stavime-dum-bez-siti-a-jake-technologie-pouzivame.html>
- [21] - Obnovitelné zdroje energie, energie vody a větru. Ústav fyziky a materiálové inženýrství univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_11.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_11.pdf)
- [22] - Obnovitelné zdroje elektrické energie. Petr Mastný. [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/cvut-2-oze.pdf>
- [23] – Biomasa. *Tzb-info.cz: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. TZB-info, 07.3.2016 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/biomasa>
- [24] - Lesy České republiky. archiweb. [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/lesy-cr>
- [25] Jak pracuje domácí čistírna odpadních vod. E.ON. [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/ekologie/voda-v-domacnosti/jak-pracuje-domaci-cistirna-odpadnich-vod>
- [26] - Co je a k čemu slouží domácí retenční nádrž? [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/ekologie/voda-v-domacnosti/co-je-a-k-cemu-slouzi-domaci-retencni-nadrz>
- [27] - Přívod spalovacího vzduchu ke spotřebičům. *DAMING – komínictví, komínové systémy, technické služby* [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.daming.cz/privod-spalovaciho-vzduchu-ke-spotrebicum/>
- [28] - MPPT solární regulátor EPsolar XTRA 10A 100V. *SVP solar, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/mppt-regulator-epsolar-100v-dc-10a-xtra-12-24v-max-130-260wp/>