

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

EFEKTIVITA ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ

BYTOVÉHO DOMU

Vypracoval:

Lukáš Olmr

Vedoucí Bakalářské práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Praha 2021

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

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

Příjmení: Olmr	Jméno: Lukáš	Osobní číslo: 468659
Zadávající katedra: K125, Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: R - Stavitelství		
Studijní obor: Realizace pozemních a inženýrských staveb		

**II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI**

Název bakalářské práce: Efektivita energetických systémů Bytového domu	
Název bakalářské práce anglicky: Energy efficiency of apartment buildings	
Pokyny pro vypracování: Teoretická část: Analýza systému vytápění pro zvolený Bytový dům. Porovnání systémů zdroje tepla. Analýza prováděna na základě nároků na vytápění a chlazení z hlediska nákladů a ekologického hlediska s přihlédnutím k návratnosti celé realizace pro nevhodnější výběr systému na řešený objekt.	
Praktická část: Výkresová část: Půdorysy a řezy pro projektovou dokumentaci vytápění v rozsahu stavebního povolení Výpočty: Tepelné ztráty, Bilance potřeby tepla a předběžný návrh dimenzí otopné soustavy	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K. Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010) D. Petráš a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005 prof. Ing. K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov, Vytápění - podklady pro cvičení, ČVUT 2013 J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008 server katedry TZB - tzb.fsv.cvut.cz	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2021	Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
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“.*

16.2.2021  
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



## Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení svého vedoucího bakalářské práce Ing. Stanislav Frolík, Ph.D. Dále také prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

Lukáš Olmr

.....

Jméno Příjmení



## **Poděkování:**

V první řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D. za odborné vedení, velmi přínosné rady a hlavně ochotný přístup ke konzultacím v momentálně nelehké době.

Velké díky také patří mé alma mater Českému vysokému učení technickému v Praze, za výbornou přípravu při bakalářském studiu.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti Viessmann, s.r.o. za přínosnou pomoc při řešení technických problémů a taktéž poskytnutým radám k některým normám a výpočtům.

V neposlední řadě chci také poděkovat rodině a kamarádům za neutuchající pomoc a podporu během celého mého studia.



- 1. Úvod**
- 2. Druhy vytápění**
  - 2.1. Typy zdrojů**
    - 2.1.1. Obnovitelné zdroje**
    - 2.1.2. Neobnovitelné zdroje**
- 3. Zdroje tepla pro vytápění**
  - 3.1. Kotle na tuhá paliva**
    - 3.1.1. Kotle na dřevo**
    - 3.1.2. Kotle na pelety**
    - 3.1.3. Kotel na uhlí a brikety**
    - 3.1.4. Kombinovaný kotel**
  - 3.2. Plynové kotle**
    - 3.2.1. Klasické plynové kotle**
    - 3.2.2. Kondenzační plynové kotle**
    - 3.2.3. Nízkoteplotní plynové kotle**
  - 3.3. Kotle na olej**
    - 3.3.1. Lehké a těžké topné oleje**
    - 3.3.2. Olejové nízkoteplotní a kondenzační kotle**
  - 3.4. Tepelná čerpadla**
    - 3.4.1. Co je to tepelné čerpadlo?**
    - 3.4.2. Rozdělení tepelných čerpadel**
  - 3.5. Elektrokotle**
  - 3.6. Solární Kolektory**
  - 3.7. Fotovoltaika**
  - 3.8. Druhy otopných soustav**
    - 3.8.1. Radiátory**
    - 3.8.2. Podlahové topení**
    - 3.8.3. Konvektory**
- 4. Řešení vytápění zvoleného BD**
  - 4.1. Obecný popis objektu**
  - 4.2. Technické parametry objektu – Tepelné Ztráty**
  - 4.3. Varianty topných systémů pro BD**
    - 4.3.1. Automatický kotel na pelety Atmos D80P**
    - 4.3.2. Kaskáda Vitodens 200-W**
    - 4.3.3. Kaskáda tepelných čerpadel Vitocal 300-G**
    - 4.3.4. Kaskáda Elektrokotlů EKCO.TM**
  - 4.4. Celkový souhrn a srovnání**
- 5. Diskuze a závěr**
- 6. Zdroje**



## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem vytápění bytového domu s pečovatelskou službou.

Hlavním cílem této bakalářské práce je návrh a hlavně posouzení co nejefektivnějšího zdroje vytápění pro námi řešený Bytový dům.

V prvotní části pojednáváme o analýze zdroje vytápění a TV pro získání základního přehledu a pestrosti zdrojů v dnešní době.

V části druhé, jsou zahrnuty výpočty a návrh variant pro námi řešený objekt bytového domu. Součástí projektu je výkresová dokumentace s předběžným návrhem dimenzí otopné soustavy.

## Klíčová slova

Druhy vytápění, návrh zdroje tepla, efektivita, ekonomičnost, tepelné ztráty, doba návratnosti, obnovitelné zdroje .

## Abstract

The bachelor's thesis deals with the topic of heating an apartment building with a nursing home.

The main goal of this bachelor's thesis is the design and especially the assessment of the most efficient source of heating for our apartment building.

In the initial part we discuss the analysis of heating sources and TV to obtain a basic overview of the diversity of heating today.

The second part includes calculations and design of variants for our apartment building. Part of the project is drawing documentation with a preliminary design of the dimensions of the heating system.

## Key words

Types of heating, heat source design, efficiency, economy, heat losses, payback time, renewable sources



## 1. Úvod

Pod vlivem tlaku dnešní doby, kdy se vyspělé státy snaží co nejekologičtěji a hlavně neekonomičtěji myslet, se začínají stavět ve velkém pasivní a nízkoenergetické domy. Vzhledem k většině času stráveného uvnitř budov je vnitřní klima důležitou složkou pro dobrý fyzický i psychický stav lidského těla. Vlivem polohy České republiky nacházející se v mírném podnebném pásu, je nutné udržovat vnitřní klima budovy vytápěním a to hlavně v zimním období. Mezi důležitou složkou návrhu systému TZB je také tepelná zátěž ve vnitřních prostorech, která se hlavně u velkých administračních staveb s velkými prosklenými plochami stává větším problémem než-li tepelná ztráta. V této bakalářské práci ovšem s tepelnou zátěží v interiéru neuvažujeme.

Cílem teoretické části Bakalářské práce je přiblížit čtenáři přehled jednotlivých zdrojů tepla určeného pro vytápění a jejich srovnání po ekologické a v dnešní době i ekonomické stránce. V praktické části bude pro předmětnou budovu této bakalářské práce, využijeme studentský návrh bytového domu s pečovatelskou službou, pro který bude navržen zdroj vytápění pro námi spočtenou tepelnou ztrátu objektu a vhodně zvolenou otopnou soustavu.

## 2. Druhy vytápění

### 2.1. Typy zdrojů

Energie potřebná pro běžné potřeby a komfort lidí, dále pohon aut, výrobu v továrních závodech, či energii potřebnou k záchraně lidského života lze získat více způsoby. Mezi základní druhy rozdělení získávání elektrické energie jsou obnovitelné a neobnovitelné zdroje.

#### 2.1.1. Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje jsou zdroje neustále se obnovující a nelze je nikdy za žádných okolností vyčerpat. Mezi obnovitelné zdroje energie patří především sluneční, větrná a vodní energie, biomasa a nově také např. výroba vodíku elektrolýzou a jeho přimíchávání do zemního plynu. *Další informace a podrobnosti jsou uvedeny v zákonu č.165/2012 Sb.. (1)*

#### 2.1.2. Neobnovitelné zdroje

Neobnovitelné zdroje jsou zdroje u kterých se očekává, že ve výhledu několika desítek, maximálně stovek let budou na naší

planetě vyčerpány.

Mezi základní neobnovitelné zdroje patří:

**Uhlí:** Uhlí je hořlavá černohnědá sedimentární hornina, která je získávána z hlubinných dolů (Černé uhlí), nebo povrchově (Hnědé uhlí).

**Ropa:** Ropa nazývaná též „černé zlato“, je přirozeně se vyskytující hořlavá kapalina skládající se především z uhlovodíků.

**Zemní plyn:**

Zemní plyn je směs uhlovodíků, kde hlavní složku zaujímá metan a poté ethan. Řadíme jej za neekologičtější z fosilních paliv a je považován za nejčistší zdroj energie vzhledem k nízké hodnotě zplodin CO<sub>2</sub> vznikající při jeho spalování.

Mezi další neobnovitelné zdroje patří např.: Jaderná energie, Lehké topné oleje a Rašelina, **(2)**

### 3. Zdroje tepla pro vytápění

Zdroje vytápění se v dnešní době liší jak způsobem získávání tepla, tak jeho distribucí. V následujících kapitolách bude shrnut nejzákladnější přehled o jednotlivých zdrojích tepla pro vytápění.

#### 3.1. Kotle na tuhá paliva

České domácnosti využívají pro vytápění, přípravu teplé vody, či vaření minimálně 700 tisíc kotlů a 500 tisíc kamen, krbů a sporáků na pevná paliva. I když neustále sílí tlaky na náhradu pevných paliv v domácnostech jinými zdroji tepla, je zřejmé, že v dohledné budoucnosti budou mít v tomto energetickém sektoru pevná paliva stále své nezanedbatelné (pevné) místo. Díky legislativnímu tlaku, ale i stále se zvyšujícímu obecnému podvědomí o nutnosti ochrany životního prostředí, lze v sektoru lokálního vytápění domácností již nějakou dobu pozorovat ústup od spalování uhlí. Statistické údaje naopak potvrzují neustálý nárůst zájmu o spalování biomasy. **(3)**

*Od 1. září 2022 ukládá zákon č. 201/2012 Sb. zákaz provozu starých ručně přikládaných kotlů na pevná paliva. Od roku 2022 pouze emisní třídy 4. a 5. **(4)***

##### 3.1.1. Kotle na dřevo

Kotle na dřevo patří historicky mezi nejvíce využívané kotle vzhledem k trvale udržitelnému lesnímu hospodářství a nízké



výkupní ceně je vytápění dřevem ekonomicky velmi výhodné. Palivo je do nich vkládáno ručně v surovém stavu a za pomoci exotermické reakce předá vzniklé teplo do teponosné látky nejčastěji vody tzv. média. Při spalování dřeva se uvolňuje pouze tolik CO<sub>2</sub>, kolik ho stromy přijaly během svého života. Vytápění dřevem je proto CO<sub>2</sub> neutrální. **(5)** Kotle v dnešní době dosahují hranice účinnosti kolem 90%. Mají zpravidla velký objem plnicího prostoru a díky regulaci odtahu spalin a přiváděného vzduchu za pomoci vzduchových klapek, lze docílit optimalizace nahřívání a vyhoření. Tyto kotle by měli být pro zajištění maximální efektivity napojeny na akumulční nádrže, které stabilizují případné výkonové přebytky a zhodnotí potenciál zvoleného zdroje vytápění.



**Vitoligno 250-S**

- 1 Dobře přístupné plnicí dveře pro plnění kotle na kusové dřevo shora
- 2 Ekvitermně řízená regulace
- 3 Směrem dolů kuželovitý plnicí prostor pro spolehlivé dodatečné sklouznutí paliva
- 4 Odplyňovací zóny s litinovým roštem z ušlechtilé oceli a samotvrdlým podstavcem
- 5 Velká, dobře přístupná nádoba na roštový popel
- 6 Spalinová komora z vysoce žáruvzdorného žárobetonu
- 7 Zásobník na popel pod výměníkem tepla
- 8 Spalinový ventilátor se sondou Lambda a čidlem spalinové teploty
- 9 Svislý trubkový výměník tepla
- 10 Čistící horní poklop
- 11 Zvýšení teploty zpátečky součástí dodávky (kotlová skupina) s čerpadlem kotlového okruhu, regulačním kotlovým ventilem, čidlem přívodu a zpátečky

Obr. 1. Průřez kotlovým tělesem Vitoligno 250-S

### 3.1.2. Kotle na pelety

Kotle na pelety jsou alternativou pro spalování kusového dřeva ve formě malých oválných válečků. **Co to jsou pelety?** Pelety se vyrábějí lisováním z odpadu při zpracování dřeva. Díky standardizované velikosti pelety umožňují plně automatické vytápění dřevem, bez štípání polínek i přikládání do kotle. **(6)** U kotlů se spalováním dřevěných pelet lze využít přídatného zásobníku pro automatické přikládání, za pomoci trubkového dopravníku do spalovací komory a zajistit tak její bezobslužnost. Pro tyto kotle je zásadní kvalita a nízká prašnost, která je hlídána normou **ČSN EN ISO 17 225-2**.



**Vitoligno 300-H a zásobník na peletky s otočnou komorovou násypkou, tepelný výkon 80, 99 a 101 kW**

- 1 Posuvný rošt
- 2 Spalovací komora odolná proti vysokým teplotám s odstupňovaným spalováním a regulovaným přívodem primárního a sekundárního vzduchu
- 3 Svislý výměník tepla s virbulátory
- 4 Plně automatické čištění výměníku tepla
- 5 Integrovaná regulace Ecotronic s asistentem pro uvedení do provozu
- 6 Zásobník na peletky s otočnou komorovou násypkou
- 7 Přívod paliva (volitelně vpravo nebo vlevo)
- 8 Pojízdný zásobník na popel
- 9 Plně automatické odpopelnění roštu a výměníku tepla

Obrázek č.2 Průřez kotle na pelety

### 3.1.3. Kotel na uhlí a brikety

Kotle spalující uhlí (černé, hnědé) a hnědouhelné brikety fungují na principu generátorového zplynování s použitím odťahového ventilátoru, který odsává spaliny z kotle (7).

#### Co to jsou brikety?

Briketa je mechanicky ztuhlý drobný hořlavý materiál. Má formu válečků, nebo také kvádrů a kostek. Tvar pro spalování není podstatný. Brikety jsou díky slisovávání biomasy velmi ekologickým palivem. Pro tento druh briket se využívá zejména sláma, seno a jiné stébelnatiny. Brikety se dají vyrábět i z recyklovaného papíru, kartónů, odpadu z výroby cigaret a znehodnocených bankovek. (8)



Obr. 3. Dřevěné brikety TURBO

### 3.1.4. Kombinovaný kotel

Kotel umožní spalování více druhů paliva. Preferují se kombinované kotle na dřevo a pelety, nebo kombinované kotle na dřevo a uhlí. Kombinovaný kotel využívá zplynovací funkci, díky níž odchází do komínu horký vzduch o teplotě 150-250°C. Co je to zplynovací funkce?

**Zplynovací funkce:** Jedná se o způsob spalování hořlavého materiálu. V první fázi (pyrolýze neboli též pyrolytické reakci) se 75 – 80% tuhého paliva promění za velmi vysoké teploty v plyn, který následně (spalováním) shoří. V praxi to znamená, že cca 20-25% dřeva odhoří typickým exotermním způsobem a zbytek shoří až po svém zplynění. **(9)**

### 3.2. Plynové kotle

Plynové kotle jsou dalším segmentem v tepelné technice spalujících v tomto případě nejčastěji zemní plyn, případně zkapalněný plyn. Zemní plyn je v Česku tradičním palivem, které se do Evropy dostává především z Ruska (29%), Norska (23%), stejný poměr připadá lokálním zdrojům zemního plynu a zbytek pochází z dalších zdrojů v ČR. **(10)** *Evropská Unie zavedla nařízení č.813 a 814/2013, ve kterých specifikuje konec výroby a prodeje nekondenzační techniky a nakládání s již instalovanými plynovými ohříváči do výkonu 400kW. Tímto krokem má dojít do roku 2020 k ročním úsporám energie ve výši 1900 PJ -> toto číslo je ekvivalentem spotřeby zemního plynu ČR za 6 let. **(11)***

#### Princip plynového kotle:

Kotel při spalování zemního plynu ohřívá horkým plynem/spalinami teplotonosnou látku ve výměníku, kterou dále distribuuje do otopné soustavy.

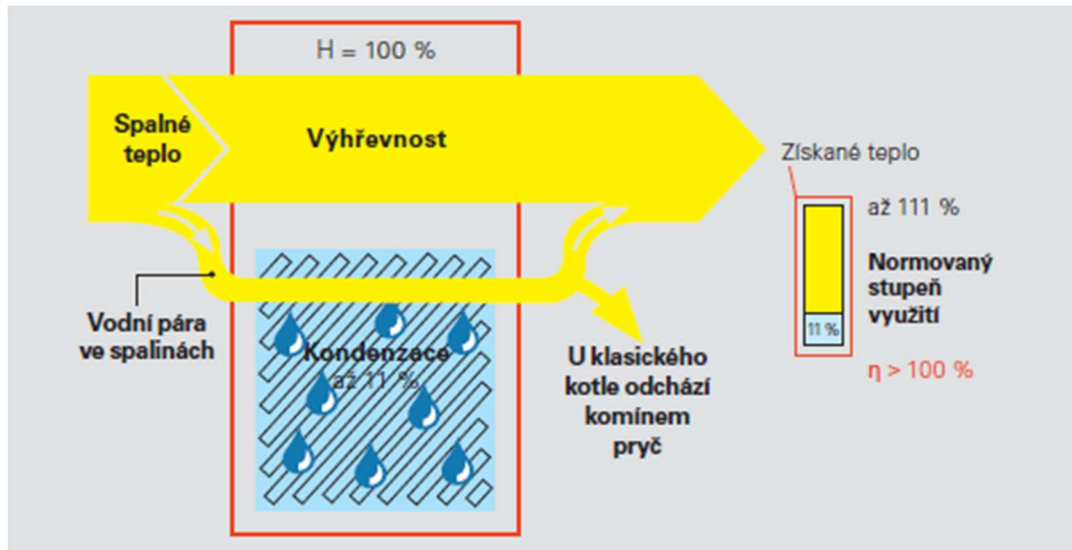
#### 3.2.1. Klasické plynové kotle

Jsou navrženy pro provoz se suchými spalinami. Nejvyšší teplota, která je u těchto zařízení povolena je hodnota nad 60°C. Teplota spalin se pohybuje mezi 120 – 180 °C. Při napojení na otopnou soustavu musí být za kotlem osazeno zařízení pro zajišťování dostatečně vysoké teploty vstupní vody (zpátečky), aby nedocházelo ke kondenzaci vlhkosti z vodní páry obsažené ve spalinách. Účinnosti těchto kotlů se pohybují kolem  $\eta = 90\%$  **(12)**

#### 3.2.2. Kondenzační plynové kotle

Kondenzační plynové kotle jsou dalším stupněm k efektivnosti využití tepla ze zemního plynu. Uvnitř kotle dochází ke kondenzaci vlhkosti z vodní páry obsažené ve spalinách. Ta se u klasických kotlů odvádí do ovzduší bez využití a odnáší sebou až 11% nevyužitou energii. Kondenzační kotel odebírá tuto energii ochlazením vodní páry ze spalin

ve speciálním výměníku a takto získané teplo používá pro ohřev topné vody a přípravu teplé vody. Nejvíce energie se získá při teplotách topné vody nižší než rosný bod spalin, který se pohybuje u zemního plynu kolem 57 °C dle nastavení přebytku vzduchu  $\lambda$  – lambda, optimální 1, ale běžně se dostáváme k číslu 1,3 násobek vzduchu => čím více vzduchu, tím nižší rosný bod. Při součtu takto získané energie a výhřevnosti zemního plynu se za optimálních podmínek dostáváme až k účinnosti 100% ( $H_s$  – Spalné teplo) a 111% ( $H_i$  – Výhřevnost) **(13)**



Obrázek č.4 Průběh kondenzace

Některé nové kotle umožňují spalování až 20% příměsi vodíku do zemního plynu – tím se sníží množství produkovaných emisí CO<sub>2</sub> až o 12%.

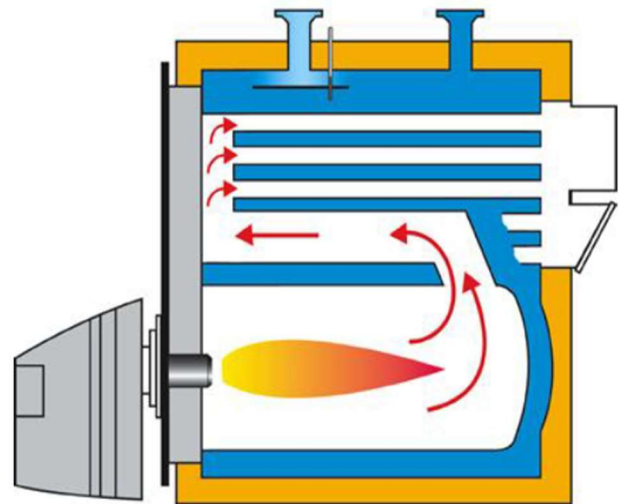
**VITODENS 242-F**

- 1** Hořák MatriX-Plus s regulací spalování  
Lambda Pro Control Plus
- 2** Výměník tepla Inox-Radial
- 3** Dotykový 7 nebo 3,5palcový displej
- 4** Internet Inside
- 5** Světelná lišta Lightguide
- 6** Expanzní nádoba (18 litrů)
- 7** Vysoce účinné čerpadlo
- 8** Smaltovaný nabíjecí zásobník teplé vody  
(objem 170 litrů) se solárním výměníkem tepla

Obrázek č.5 Průřez plynového kondenzačního kotle

### 3.2.3. Nízkoteplotní plynové kotle

Nízkoteplotní kotle jsou založeny na principu nižších teplot oproti kondenzačnímu, či klasickému. Pracují také se suchými spalinami, ovšem může docházet i ke kondenzaci, proto musí být teplosměnná plocha provedena z materiálu odolnému proti korozi. Kotle mají v sobě velký objem topné vody, pro lepší účinnost předání tepla přes nerezový výměník.



Obr. 6. Průřez nízkoteplotním kotlem

### 3.3. Kotle na olej

Kotle na oleje jsou velkou výhodou v místech, kde není možné připojení na veřejný plynovod. Kotle k ohřátí vody používají lehké nebo těžké topné oleje. Dalším plusem je i jejich snadné skladování, které umožňuje pohodlné předzásobení a bezproblémový kontinuální provoz.

**(14)**

#### 3.3.1. Lehké a těžké topné oleje

Lehké topné oleje jsou vyráběny zpracováním ropy a jejich používání je mnohem ekologičtější. Kotle na lehký topný olej mají třikrát vyšší výhřevnost než dřevo nebo uhlí. Těžké topné oleje jsou také ropným produktem. Ve srovnání s lehkými oleji však mají nižší čistotu a často se vyrábějí regenerací různých použitých odpadních olejů. Důležité je si uvědomit, že v jednom kotli nelze kombinovat či střídat oba typy olejů, a to hlavně kvůli různé konstrukci hořáků. Speciálním typem jsou i kotle na vyjetý olej a jiné těžké oleje, které majiteli dovolí využití většiny minerálních a rostlinných olejů. Mají speciální konstrukci a vhodné jsou zejména pro vytápění průmyslových prostor. **(15)**

#### 3.3.2. Olejové nízkoteplotní kotle a kondenzační kotle

Kotle využívající topné oleje místo zemního plynu mají stejný princip fungování. Kondenzační technika funguje stejně při spalování topných olejů jako při spalování zemního plynu. U těchto kotlů je rozdílem pouze hořáková technika.



U nízkoteplotních kotlů pracujeme se suchými spalinami, zde ovšem může také dojít ke kondenzaci a z tohoto důvodu jsou výměníky z korozivzdorné oceli s vyšší odolností proti většímu obsahu síry vzniklé při spalování.

### **3.4. Tepelná čerpadla**

Tepelná čerpadla jsou s nástupem využívání obnovitelných zdrojů nejvíce skloňovány při řešení čím vytápět, když bychom chtěli být ekologičtí s ohledem na životní prostředí. Kromě ekologické stránky věci, jsou tepelná čerpadla také velice atraktivní z pohledu ekonomické stránky.

#### **3.4.1. Co je to tepelné čerpadlo?**

Tepelné čerpadlo funguje na principu obrácené ledničky. Zatímco lednička odvádí teplo z vnitřního prostoru do vnějšího, přivádí si tepelné čerpadlo energii ze vzduchu, vody či země přes topný systém do obytné místnosti. Chladivo, které přenáší teplo odebrané z okolí, se komprimuje, aby se dosáhlo výstupní teploty potřebné pro rozdílné topné systémy.

##### 1. Vypařování

Chladivo v kapalně fázi se ohřívá energií z vnějšího prostředí přes výparník. Zdrojem může být země, voda, nebo vzduch. Se vzrůstající teplotou se chladivo odpařuje do plynného stavu-> přehřátá pára bez kapének.

##### 2. Komprese

Odpařené, ale stále studené chladivo v plynné fázi se pomocí el. poháněného kompresoru stlačuje a tím zvyšuje tlak a teplotu. Chladivo vystupuje z kompresoru ve stavu horkého plynu.

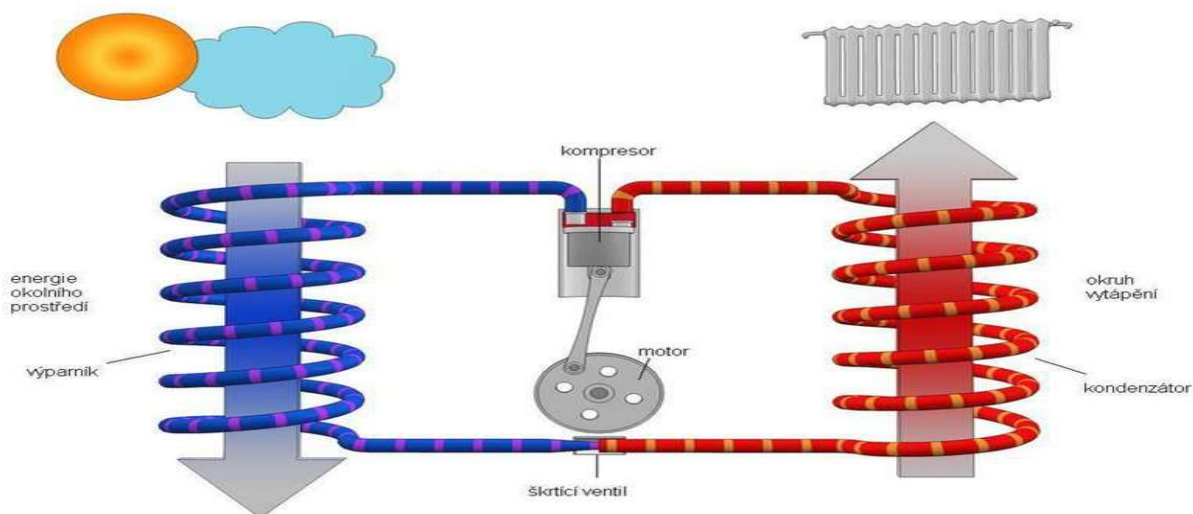
##### 3. Kondenzace

Horký plyn je tlačěn kompresorem do výměníku (kondenzátoru), kde předá svou energii do topné soustavy a opouští výměník již jako teplé chladivo, ale opět v kapalně fázi.

##### 4. Dekompese

Teplé chladivo v kapalně fázi při relativně vysoké teplotě (např. i 40°C) je vedeno k expanznímu ventilu, kde se rázem sníží

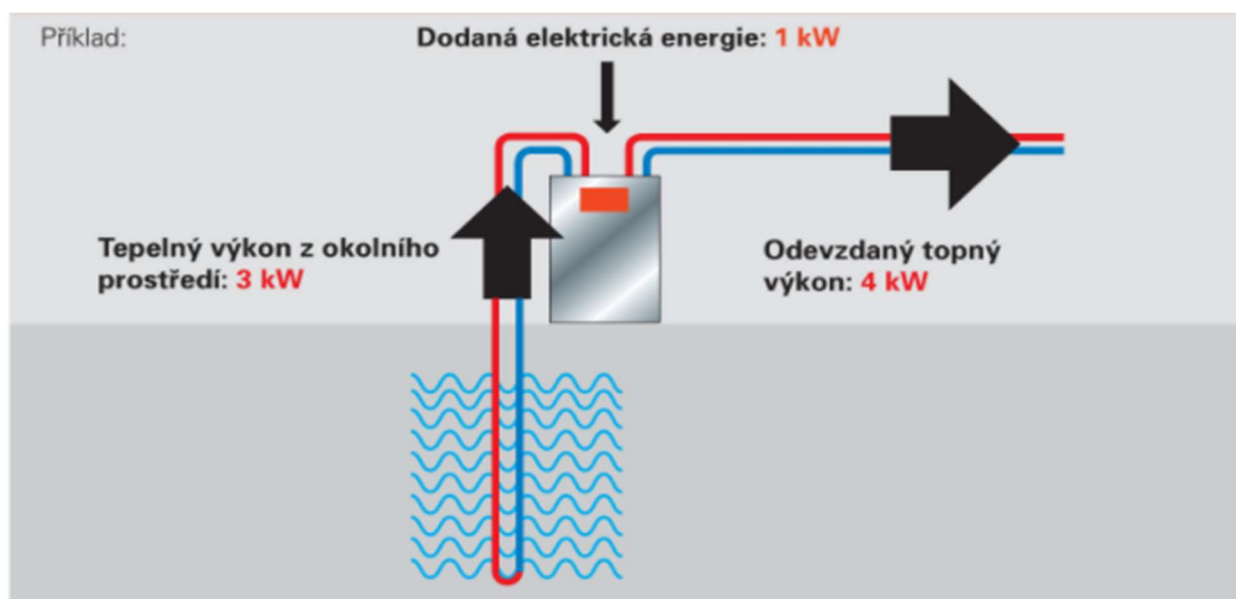
tlak. Tím se ovšem sníží i jeho teplota. Chladivo pokračuje opět zpět do výparníku, kde začíná tento cyklus znovu. **(16)**



Obrázek č.7 Princip funkce chladicího okruhu tepelného čerpadla

### COP - Coefficient of Performance:

Pro posouzení efektivity čerpadla se uvádí číslo COP (okamžitá účinnost, definovaná např. normou **ČSN EN 14511**, které vyjadřuje jeho potenciální účinnost. COP je laboratorní hodnota a od skutečné se může lišit faktory umístěním, osluněním, větrnými podmínkami aj. Z pravidla se číslo pohybuje mezi 2,5 – 5. Toto číslo udává ziskovost, kdy se z 1kWh elektrické energie získá 2,5 – 5kW topného výkonu.



$$\text{Výkonové číslo} = \frac{\text{Odevzdaný topný výkon}}{\text{Vynaložený elektrický příkon}} = \frac{4 \text{ kW}}{1 \text{ kW}} = 4$$

Obrázek č.8 Princip COP

Pro návrh a použití TČ je vhodné použít tzv. SCOP – sezónní hodnota, která se definuje dle normy **ČSN EN 14825** a blíží se realným podmínkám při provozu TČ.

### 3.4.2. Rozdělení tepelných čerpadel

Nejlepší zdroj tepla v konkrétním případě závisí na místních podmínkách a potřebě tepla. Tepelná čerpadla mohou využívat různé zdroje energie:

**Vzduch** – neomezená dostupnost a nejnižší investiční náklady, ale také největší výkyvy teplot, které určují výslednou efektivitu TČ.

**Země** – vysoká účinnost pomocí zemního kolektoru, zemní sondy, nebo zásobníku ledu. Tento způsob je velice stabilní, díky stabilním teplotám v zemi.

**Voda** – Velmi vysoká účinnost, nutno ovšem zohlednit kvalitu a kapacitu podzemní vody

**Odpadní teplo** – Závislé na dostupnosti, množství a úrovni teploty.  
**(17)**

#### Tepelné čerpadlo Vzduch – Voda:

V dnešní době nejčastějším druhem tepelného čerpadla, kdy získává potřebnou energii ze vzduchu přes výparník. Systém vzduch/voda nepotřebuje ke svému provozu žádné vrty, nebo zemní kolektory, stačí pouze dostatečný prostor k instalaci jednotky čerpadla. TČ Vzduch/Voda je ideálním tepelným čerpadlem do našich klimatických podmínek a je proto v ČR nejčastěji instalováno. U tepelných čerpadel Vzduch – Voda se dělí na 2 základní konstrukce. **Splitové** a **Monoblokové**.

**Splitové** tepelné čerpadlo se skládá ze dvou jednotek propojených chladivem a komunikačními kabely. Spojení vnitřní a vnější jednotky chladivem znamená, že teplo získané z vnějšího vzduchu je za pomoci chladiva předáno přes výměník ve vnitřní jednotce, která má v sobě zakomponovanou regulaci pro řízení potřeby tepla a jejího usměrnění.

**Monoblok** (Vnitřní/ Venkovní) oproti tomu může, ale nemusí mít „druhou,, jednotku. Veškerý proces s chladivem je prováděn již v první a do domu je vedeno pouze potrubí, které má v sobě teplou vodu. Potrubí je nutno důkladně izolovat proti zamrznutí. Monoblokové typy čerpadel se nedoporučují v oblastech s nižšími



zimními teplotami a zpravidla se jedná o místa ve vyšších nadmořských výškách. Je možné instalovat jednotky jak do vnějšího prostoru, tak i do vnitřního, pro které je nutno vytvořit nasávací otvor, aby dokázal pracovat s potřebným množstvím vzduchu. V dnešní době se velmi klade důraz na tiché provedení -> povinná studie/ měření hluku dle legislativy nařízení vlády č. 272/2011.

### Vzduch–voda pro venkovní instalaci



Ideální pro domy s větším odstupem od sousedních domů

### Vzduch–voda pro vnitřní instalaci



Ideální pro domy s menším pozemkem okolo

Obrázek č.9 Schéma Jednotek Vzduch - Voda

### Tepelné čerpadlo Země – Voda:

Tepelné čerpadlo země/voda získává tepelnou energii ze země, předává ji topné vodě, a výrazně tím šetří náklady na vytápění. Zisk tepla z půdy probíhá prostřednictvím vystrojených vrtů nebo vertikálně instalovaných plošných kolektorů pod plochou zahrady. Tepelná čerpadla země/voda mají celoročně vyšší účinnost, než vzduch/voda. Tento typ tepelného čerpadla patří k nejúčinnějším, je vhodný i do oblastí s mrazivým klimatem. Zemní vrty jsou běžně v délkách 100 – 150m, kde je celoročně stabilní teplota.

### Země–voda s plošnými kolektory



Ideální pro domy s velkým pozemkem

### Země–voda se zemním vrtem



Ideální pro domy s menším pozemkem

Obrázek č.10 Schéma plošného kolektoru s napojením na vnitřní jednotku

Plošný kolektor odebírá teplo z půdy. Kolektor odebere přibližně 2% energie z půdy níže než kolektor a 98% z půdy která se nachází nad kolektorem. Zemina nad kolektorem je ohřátá od slunečního svitu a dešťových srážek. Kolektor pracuje na principu tzv. podzemního slunečního kolektoru. **(18)** Kolektorem protéká teplotně stabilní kapalina tzv. Tyfocor -> jedná se o nemrznoucí kapalinu nejčastěji na bázi glykolu podobnou chladicí kapalině v autě. V závislosti na velikosti kolektoru a vlastnosti půdy se dá vyjádřit výkon kolektoru. Také závisí na vlhkosti půdy. Čím je půda vlhčí, tím více je v ní naakumulována sluneční energie a lépe ji přenáší do kolektoru.

### Tepelné čerpadlo Voda– Voda:

Tepelná čerpadla Voda/Voda pracují s přírodním zdrojem vody. Nejlépe podzemní, ve výjimečných případech povrchová. K tomuto účelu se využívá nejčastěji voda ze studny či vrtu. Odebíráme tuto vodu, necháme ji projít výměníkem tepelného čerpadla „výparníkem,, který z ní odebere část tepla a vypouštíme jí opět do vsakovacího studny, nebo vrtu Toto čerpadlo lze využít pouze v místech, kde jsou k tomuto typu příhodné podmínky. Dosahuje nejvyššího topného faktoru ze všech druhů tepelných čerpadel. Nevytváří téměř žádný hluk. Je ale energeticky náročnější kvůli „silnému čerpadlu“.

**(19)**

### Srovnání TČ:

#### Tepelná čerpadla Vzduch/Voda:

- + Cenová politika
- + Snadná instalace
- + Možnost chlazení
- + Instalace i na malém prostoru (za předpokladu přísunu dostatku vzduchu)
- Zpravidla o 25% vyšší náklady v průběhu provozu oproti ostatním druhům
- Hluk venkovní jednotky
- S nižšími venkovními teplotami se snižuje výkon, výpostní teplota i účinnost čerpadla
- Nutnost záložního zdroje



#### Tepelná čerpadla Země/Voda

- + Bezhlukový Provoz
- + 25% nižší náklady v průběhu provozu oproti Vzduch/voda
- + Dlouhá životnost čerpadla i ostatních komponentů
- + Přirozené chlazení NC



- Vysoké náklady na zemní práce
- Plocha kolektoru pro získání potřebného výkonu v závislosti na kvalitě a druhu půdy.
- Náročná instalace

#### Tepelná čerpadla Voda/Voda

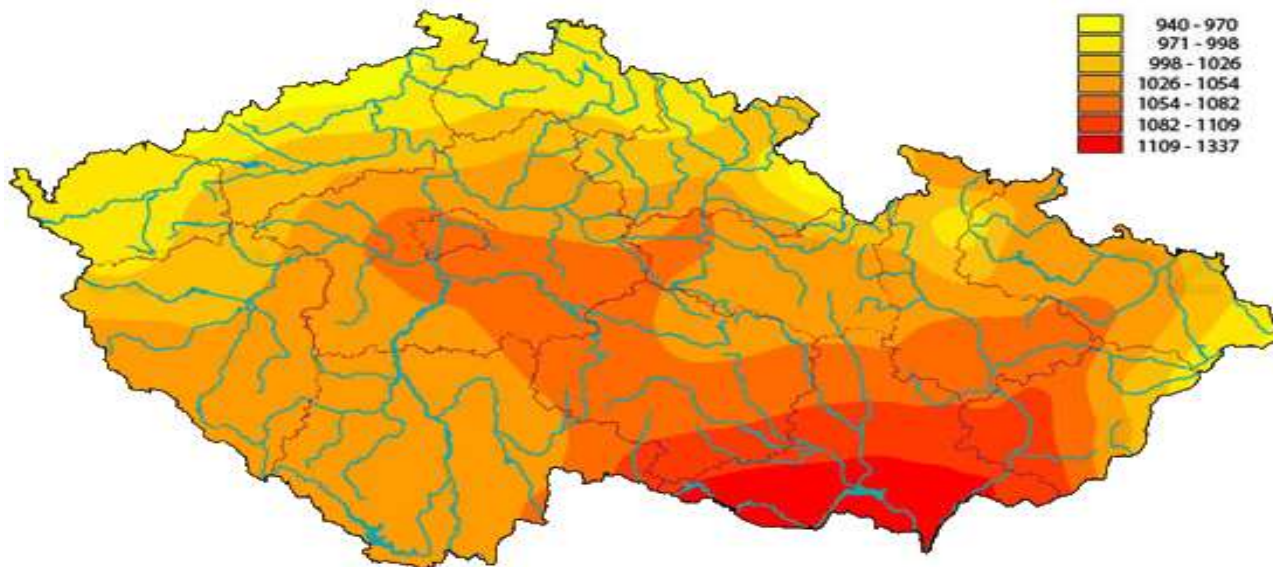
- + Bezhlukový Provoz
- + O 25-30% nižší náklady v průběhu provozu oproti Vzduch/voda
- + Nejvyšší účinnost oproti ostatním druhům
- Vysoké náklady na zemní práce
- Pouze pro lokality s dostatkem podzemní vody
- Přísná legislativa vzhledem k četným suchým létům
- Náročná instalace **(20)**

### 3.5. Elektrokotel

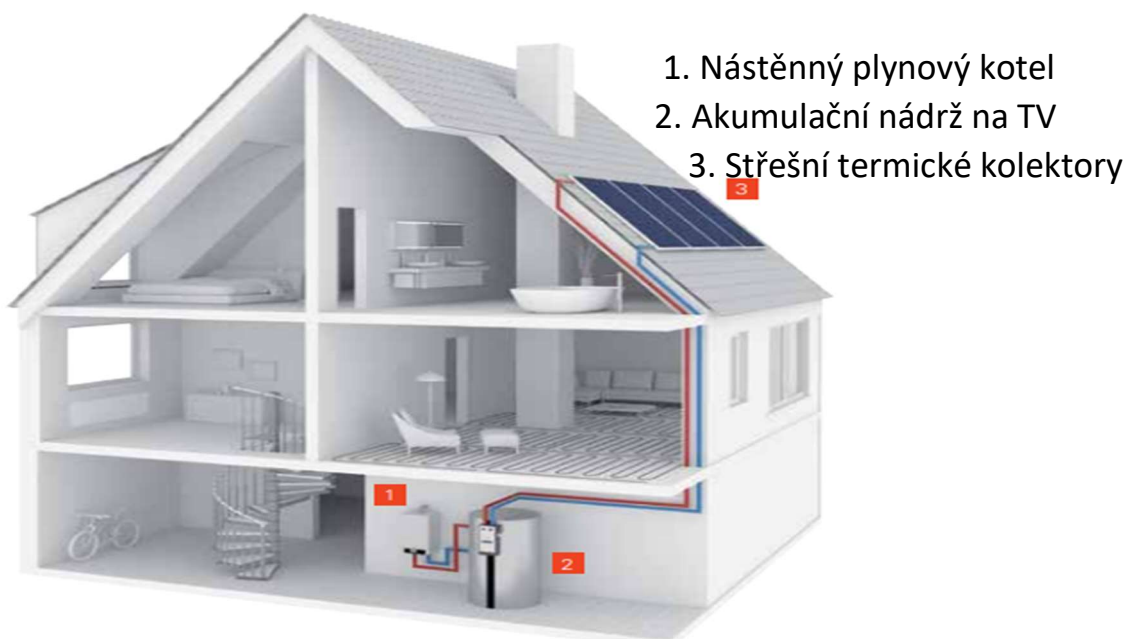
Zdroj jejíž tepelnou energii v něm získáváme transformací z elektřiny. Nízké pořizovací náklady a lepší sazba elektrického proudu dává možnost pořídit si ekologický zdroj vytápění těm, kteří nemají jinou možnost, než jít cestou elektrického topení např. v místech které není připojené k plynové rozvodné síti. Jsou také dokonalým řešením pro energeticky úsporné objekty. Účinnost v místě instalace se pohybuje cca 99%. Kotel přijme 1kWh elektrického proudu a přemění ji na 1kW tepelného výkonu.

### 3.6. Solární Kolektory

Třetina z celkové spotřeby energie ve střední Evropě se spotřebuje na vytápění budov. Výrazný potenciál úspory poskytuje ohřev pitné vody. Proto představují sluneční kolektory ve spojení se zásobníkem teplé vody v našich zeměpisných podmínkách hlavně v letních měsících zajímavou alternativu k provozu kotle. V přechodném období solární kolektory mohou v případě podpory vytápění dokonce nahradit v některých dnech i zdroj tepla jako takový. Ve střední Evropě každý rok slunce vyzáří průměrně 1000kWh na metr čtvereční, což energeticky odpovídá cca 100m<sup>3</sup> zemního plynu. **(21)**

Obrázek č.11 Mapa ziskovosti sluneční energie ČR na m<sup>2</sup>/rok

Teplonosnou kapalinu ohřívá v kolektorech slunce. Za pomoci absorbéru. Absorbér je prvek v kolektoru, který pomocí vysoce selektivní vrstvy přeměňuje sluneční energii a předává jí pomocí výměníku umístěného pod absorbérem teplonosné kapalině. Solární kolektory jsou spojeny s nepřímotopným akumulacním zásobníkem, který má v sobě trubkový výměník, díky kterému dokáže teplo přenášené z kolektorů pomocí oběhového čerpadla potrubím předat svojí energii teplé užitkové vodě v zásobníku. Pro dohřev v případě chladnějších dnů se stará jiný zdroj. Na obr. č. 12 je to nástěnný plynový kondenzační kotel. Lze také využít elektrickou topnou patronu, či jiný zdroj pro dohřev.



Obrázek č.12 Schéma solárních kolektorů , zásobníku a kotle

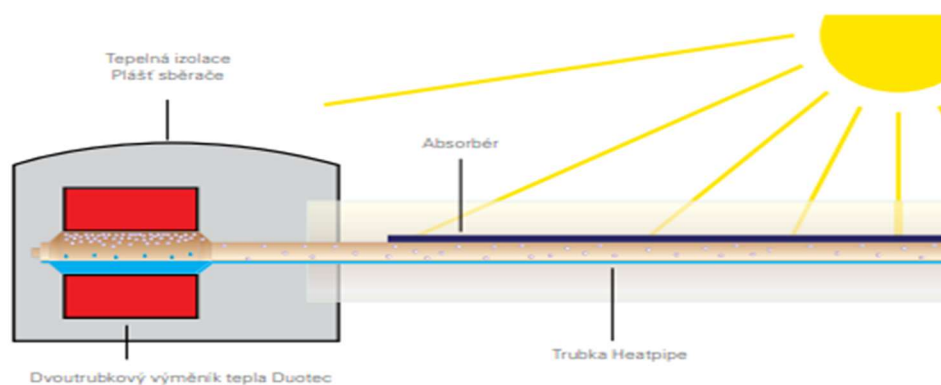
Roční úspory v případě aplikace solárních kolektorů ve spojení s kondenzačním kotlem mohou být až k hranici 60% na přípravu TV. V případě kombinace ohřevu pitné vody a vytápění lze dosáhnout úspory ve výši až 35%. Díky dnešní technologii lze využívat solární termické kolektory téměř na vše co je spojené s výrobou tepla. Např. ohřev bazénu a wellness.

### **Trubicové solární kolektory:**

Dražší než deskové, ovšem účinnější.

Vysoce selektivně povrstvené absorbery zachycující velmi mnoho sluneční energie a tím dosahují vysoké účinnosti. Vakuum v trubicích přitom zabezpečuje mimořádně účinnou tepelnou izolaci. Tím nedochází téměř k tepelným ztrátám mezi trubicemi a absorbérem. Absorbér je integrován do vakuové trubice, a tak je chráněn proti povětrnostním vlivům a znečištění a dlouhodobě zaručuje vysokou míru využití energie.

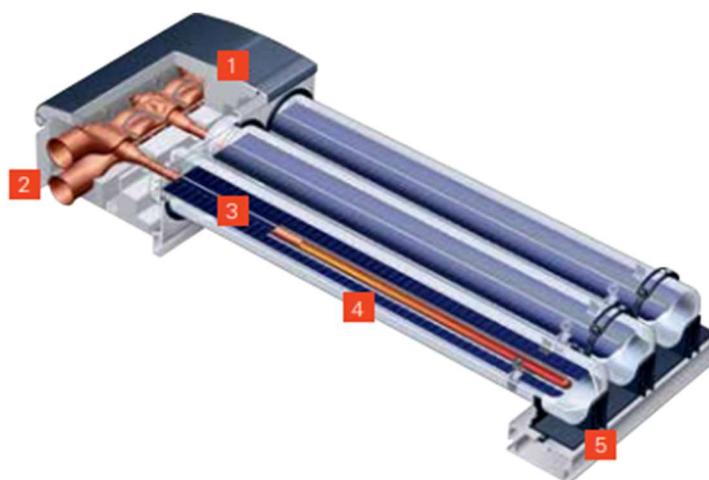
Při využití Heatpipe principu neproudí solární kapalina přímo přes trubice. Místo toho se v trubicce pod absorbérem odpařuje teplotné medium. Stejný princip jako u tepelného čerpadla, ale místo použití el. energie se které následně odevzdá teplo solární kapalině. Suché napojení heatpipe trubice do kolektoru a automatické teplotní odpojování u kolektoru zajišťují mimořádnou vysokou provozní bezpečnost. **(22)**



Obrázek č.13 Schéma absorberu Heat Pipe

**VITOSOL 300-TM**

- 1 Kryt kolektoru s vysoce účinnou tepelnou izolací
- 2 Dvoutrubkový výměník tepla Duotec
- 3 Plech absorbéru se selektivní vrstvou ve vakuové trubici
- 4 Heatpipe s vypnutím teploty ThermProtect
- 5 Spodní lišta s držákem trubice v barvě krytu

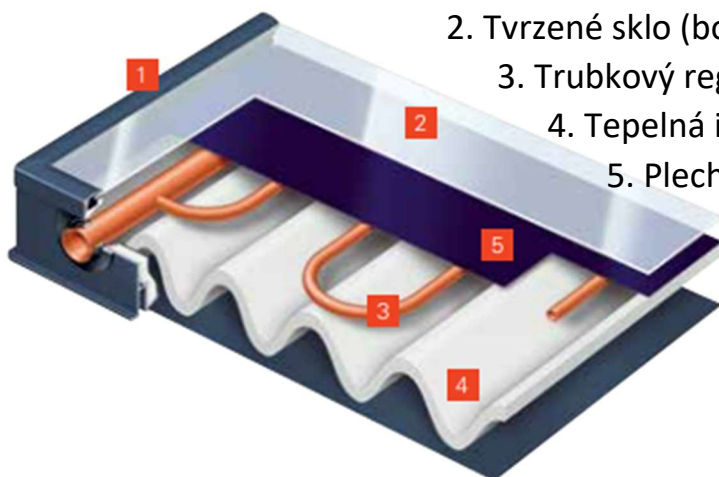


Obrázek č.14 Schéma trubicových kolektorů

**Deskové solární kolektory:**

Deskový kolektor je složen z pevného rámu (ocel, aluminium) po svém obvodě a zakryt tvrzeným sklem s nízkým obsahem železitých prvků. Pod sklem se nachází plech absorbéru, který je připevněn na výměník = meandrovitý tvar měděného potrubí vinutého po tepelné izolaci. Absorbér je plech nacházející se pod tvrzeným sklem, který vytváří ohřívanou plochu a lepší absorpci přijatého tepla. **(23)**

1. Obvodový hliníkový rám se zasklívací lištou
2. Tvrzené sklo (borosilikátové)
3. Trubkový registr
4. Tepelná izolace
5. Plech trubkového registru „Absorbér,,



Obrázek č.15 Schéma deskového kolektoru

**3.7. Fotovoltaika**

Další varianta využití slunečních paprsků k energetické úspoře popř. energetické soběstačnosti. Fotovoltaické panely slouží k výrobě elektrické energie. Princip přeměny slunečních paprsků na elektrickou energii popisuje tzv. fotovoltaický jev. V principu se jedná o to, když na fotovoltaické moduly

(nejčastěji z křemíku) dopadá světlo, uvolňují se elektrony. Na elektrických kontaktech se tím sbírají kladné resp. záporné nosiče náboje, přičemž mezi přední a zadní stranou fotočlánku vzniká stejnosměrné napětí. Tento fotoelektrický jev se objede zcela bez mechanických a chemických reakcí, a proto nepodléhá žádnému opotřebení a nevyžaduje žádnou údržbu. Dalším krokem k využití solární energie je tzv. měnič (střídač). Ze solárních panelů je vyráběn stejnosměrný proud, který se ale následně v měniči napětí mění na běžný střídavý proud (230 V, 50Hz) elektrické sítě. **(24)**

#### Fotovoltaika:

- + Bezhluchý Provoz
- + Účinnost 85% i po 25letech
- + Stále klesající cena
- + Nepřetržitý zisk elektrické energie v případě výpadku proudu
- + Vysoká spolehlivost a nízké náklady na údržbu
- + Snadná instalace
  
- Náklady na pořízení
- Účinnost u nových panelů 21%
- Klesající účinnost panelů (ročně o 0,8%)
- Náročné zapojení s ohledem na přebytky při malém odbytu a velkých ziscích

#### Řešení přebytků:

Přebytky jsou u fotovoltaiky to nejvíce ožehavé téma. Jak naložit s případnými přebytky, které jsme získali ze slunečního svitu? V dnešní době technologie dovoluje již efektivně nakládat s přebytky elektrické energie vyrobené v letním období.

##### 1) Využití přebytků do vody:

Jeden ze způsobů jak řešit přebytky je možnost využití elektrické energie k ohřevu TV za pomoci topné patrony v zásobníku. V letních dnech se tím vyřadí ohřev vody za pomoci zdroje tepla. I v zimních dnech se dá využívat sluneční energie k ohřevu pitné vody a topení ve spojení s elektrickým kotlem či tepelným čerpadlem. Toto řešení je, ale velmi závislé na aktuálním počasí v konkrétní den. (Oproti termickým kolektorům cca 1/3 účinnosti)

##### 2) Využití přebytků do baterií

Další ze způsobů jak řešit přebytky je využití přebytků v bateriích. V teplých a slunečných dnech, kdy není zapotřebí velké množství energie k vytápění a ohřevu TV lze tuto energii usměrnit do stacionárních Lithium-iontových baterií. Baterie budou využity v době kdy je požadavek na vyšší odběr elektrického proudu a není možné jej dostatečně zásobit přímo z fotovoltaických panelů.

- + Velká úspora elektrické energie
- + Nezávislost systému při výpadku elektrické energie a nedostatečném slunečním svitu
- Dražší pořizovací náklady
- Životnost baterií se pohybuje mezi 5-10 lety oproti životnosti FVE panelů, které se pohybují v horní hranici ke 30 letům.

### 3.8. Druhy otopných ploch

Otopné plochy jsou nedílnou součástí otopné soustavy. Jedná se o plochy předávající své teplo do okolí, ať už předáním tepla přímo do konstrukce nebo ohřátí okolního vzduchu a tím zajistit klima v místnosti. Nejčastěji používanou teplotonosnou látkou je voda, která s ohledem na ztráty místností má teplotu maximálně 75°C.

#### 3.8.1. Radiátory

V minulosti i dnes byly a budou nejvíce využívanou otopnou plochou jednoznačně deskové, nebo také článkové radiátory.

I dnes hojně využívané článkové radiátory jsou tvořeny z ocelového plechu, nebo litiny. Jak již název napovídá jsou tvořeny jednotlivými články spojovanými k sobě v závislosti na potřebě tepla v místnosti. Každý článek při známém teplotním spádu se dá vyjádřit výkonem. Podle tepelné ztráty místnosti lze spočítat přesný počet článků a tím navrhnout otopné těleso v místnosti.

#### Princip:

Přívod k radiátoru má podstatně vyšší teplotu nežli vratné potrubí. Teplotní spád zde dosahuje  $\Delta 20\text{K}$ . Ve starých zástavbách byla na tomto principu vytvořena cirkulace vody tzv. samotíž. -> Teplá voda stoupá vzhůru a chladnější naopak klesá níže. V dnešních podmínkách se samotížný rozvod využívá velmi výjimečně a spíše jen v rekonstrukcích.



Deskové jsou nejužívanějším typem. Jsou to hladké popř. zvlněné plechy, které se vyrábějí v typových rozměrech. Mají horní a dolní rozvodnou komoru, které jsou spojeny menšími svislými komorami pro správnou cirkulaci vody a rovnoměrné sálání tepla.

Těleso je složeno z 2 prolisovaných ocelových plechů o tl. 1,25 až 2mm, které jsou k sobě přivařeny. Těleso má v sobě malý objem vody a proto je jeho regulační doba velmi krátká. Deskové radiátory lze napojit jako VK – Ventil-Kompakt tj. spodní připojení se systémovým připojovacím dvoutrubkovým šroubením, nebo klasickým bočním připojením, kdy přívodní šroubení vratné větve jsou samostatné na pravé, nebo levé straně radiátoru. **(25)**

### 3.8.2. Plošné podlahové vytápění

Hitem posledních let je tzv. podlahové vytápění z důvodu praktičnosti, designu nebo pocitu „Teplé podlahy„. Podlahové vytápění se dělí na 2 základní typy. Teplovodní a Elektrické. Teplovodní, někdy též nízkoteplotní z důvodu nižších teplot než v klasických otopných soustavách jako jsou radiátory. Jak již název napovídá je teplovodní vytápění, které se skládá z potrubí v němž proudí voda tj. teplo vedeno vodou. Elektrické vytápění je složeno z folie nebo elektrických topných rohoží, které se ohřívají a předávají své teplo konstrukci, nad nimi a ta sálá teplo do okolního prostředí.

Velkými výhodami plošného/konvekčního vytápění jsou:

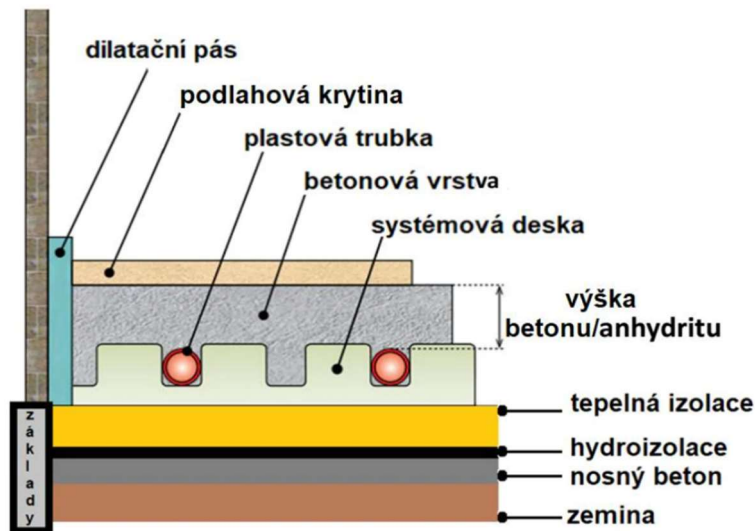
- + Nižší prašnost
- + lepší rozložení teplot, bez pocitu studených nohou
- + setrvačnost a akumulace tepla v nahřáté podlaze

#### Teplovodní:

Topná konstrukce skládající se z topného potrubí o průměrech 16 -20mm v závislosti na výrobci a nezbytného příslušenství, kterým je rozvodná skříň, ve které se nachází rozdělovač pro jednotlivé okruhy.

Lze také rozdělit na suchý a mokrý systém. Mokrý systém spočívá v tom, že podlahové potrubí zalijeme betonovou či

anhydritovou mazaninou a potrubí předává teplo přes celou plochu a finální krytinu do místnosti. Suchý systém je bez zálivky potrubí betonovou či anhydritovou mazaninou, ale pouze zaklopení deskami typu Cetris, či Fermacell. U tohoto systému je velmi malá dotyková plocha a proto se umísťují teplosměnné lamely, které rozvádí teplo z trubky do větší dotykové plochy. Teplosměnné lamely mohou být samostatné a vkládají se do systémových desek, nebo také mohou být již implementovány do desky při výrobě. **(26)**



Obrázek č. 16 Skladba podlahy sálavého nízkoteplotního vytápění

### Elektrické:

Elektrické využívá sálavý způsob šíření tepla. U elektrické podlahovky zabezpečují ohřev vytápěcí (odporové) kabely, rohože, nebo folie zabudované v podlaze a napojené na elektrickou síť. **(27)**

### 3.8.3. Konvektory

Jedná se o otopné těleso, které sdílí teplo prouděním tzv. konvekcí. Konvektory rozdělujeme dle umístění na skříňové, soklové a zapuštěné. U zapuštěného je těleso složeno z ochranné schránky, která se zabudovává do podlahy dále horní větrací mřížkou, kterou uniká teplo a výměník tepla. Funkcí výměníku je transportovat teplo z teplotně nosné látky do vzduchu proudícího do vytápěného prostoru. U konvektorů lze také zajistit zvýšení topného výkonu přidáním ventilátoru umístěného v tělese konvektoru. **(28)** Nevýhodou bývá potřeba vyšší teploty a nutnost použití ventilátoru = vyšší spotřeba a náročná údržba.



## 4. Řešení vytápění zvoleného BD

### 4.1. Obecný popis objektu

Předmětnou stavbou této práce je Bytový dům s pečovatelskou službou. Objekt se nachází v městské části Praha 12, na sídlišti v Modřanech v ulici Jordana Jovkova. Dům o 1 podzemním podlaží sloužící jako garážová stání, technické zázemí pro řešenou budovu a 5 nadzemních podlaží, které kromě přízemí slouží pro bytové účely. V přízemí je zázemí pro pečovatelskou službu. Na každém patře se nachází 6 bytových jednotek s různými typy dispozic. Objekt má pochozí zelenou střechu, na kterou se lze dostat z posledního patra, které je vyvýšené a nacházejí se tam také 2 bytové jednotky. Dům bude napojen na inženýrské sítě v dané oblasti vedeny v místní komunikaci .

### 4.2. Tepelně technické parametry objektu – Tepelné ztráty

Výpočet tepelných ztrát byl proveden ručním výpočtem v programu Excel a Teplo 2017 EDU dle normy ČSN EN 12831.

#### Pro výpočet tepelných ztrát zapotřebí: (29)

- a) Základní informace o objektu (Umístění, Roční průměrné venkovní teploty  $\theta_e$  a roční průměrné venkovní teploty  $\theta_{m,e}$ ).
- b) Stanovení teplot uvnitř objektu a jeho rozdělení na vytápěné a nevytápěné prostory.
- c) Zjištění informací o jednotlivých místnostech z hlediska geometrie i tepelných vlastností konstrukce, která tvoří její obálku.
- d) Výpočet Tepelných ztrát Prostupem
- e) Výpočet Tepelných ztrát Větráním
- f) Výpočet Celkové Tepelné Ztráty místnosti

a) Informace o objektu: Objekt se nachází v městské části Praha 12 na sídlišti v Modřanech. Roční průměrné venkovní teploty  $\theta_e$  a roční průměrné venkovní teploty  $\theta_{m,e}$  získáme z normy ČSN EN 12831.

ČSN EN 12831

Tabulka NA.1 Výpočtová venkovní teplota  $\theta_e$ , roční průměrná venkovní teplota  $\theta_{m,e}$

Místo (klimatická stanice)	výška nad mořem (m)	$\theta_e$ (°C)	Otopné období pro $\theta_{p,e} = 12^\circ\text{C}$		Otopné období pro $\theta_{p,e} = 15^\circ\text{C}$		Otopné období pro $\theta_{p,e} = 13^\circ\text{C}$	
			$\theta_{m,e}$ (°C)	d (počet dnů)	$\theta_{m,e}$ (°C)	d (počet dnů)	$\theta_{m,e}$ (°C)	d (počet dnů)
Benešov	327	-15	3,5	234	5,2	280	3,9	245
Beroun (Králov Dvůr)	229	-12	3,7	225	5,3	268	4,1	236
Blansko (Dolní Lhota)	273	-15	3,3	229	5,1	275	3,7	241
Písek	348	-15	3,2	235	5,0	284	3,7	247
Plzeň	311	-12	3,3	233	4,8	272	3,6	242
Praha (Karlovy)	181	-12	4,0	216	5,1	254	4,3	225
Prachatice	574	-18v	3,3	253	5,1	307	3,8	267
Přerov	212	-12	3,5	218	5,1	259	3,9	228
Příbram	502	-15	3,0	239	4,9	290	3,5	252

(pokračování)

Obrázek č. 17 Výpočtové venkovní teploty

Z této tabulky jsme zjistili klimatické podmínky pro oblast Prahy:

Venkovní teplota  $\theta_e = -12^\circ\text{C}$  a roční průměrná venkovní teplota  $\theta_{m,e}=4,3^\circ\text{C}$

b) Stanovení vnitřních návrhových teplot jednotlivých místností. Rozdělení na vytápěné a nevytápěné prostory. Pro zjištění teplot místností byla použita tabulka vycházející z normy ČSN EN 12831.

ČSN EN 12831

**NA.2 Výpočtová vnitřní teplota (viz. 6.2)**Základní hodnoty pro výpočtovou vnitřní teplotu  $\theta_{int,i}$  pro různé druhy prostorů jsou v tabulce NA.2**Tabulka NA.2 — Výpočtová vnitřní teplota**

Druh budovy/prostoru	$\theta_{int,i}$ °C
1 Obytné budovy	
1.1 trvale užívané	
obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20
kuchyně	20
koupelny	24
klozety	20
vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby, aj.)	15
vytápěná schodiště	10
1.2 občasné užívané (rekreační)	
- v době provozu	
obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20
kuchyně	20
koupelny	24
klozety	20
vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15
vytápěná schodiště	10
- mimo provoz	5
2 Administrativní budovy	
kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny, vytápěné vedlejší místnosti (chodby, hlavní schodiště, klozety aj.)	20
vytápěná vedlejší schodiště	15
haly, místnosti s přepážkami	10
3 Školní budovy	18
učebny, kreslírny, rýsovný, kabinety, laboratoře, jídelny	20
učební dílny	18
tělocvičny	15
šatny u tělocvičen	20
lázně a převlékárny	24
ordinace a ošetřovny	24
vytápěné vedlejší místnosti (chodby, schodiště, klozety, šatny jen pro svrchní oděv aj.)	15
mateřské školky	
- učebny, herny, lehárny	22
- šatny pro děti	20
- umývárny pro děti, WC	24
- izolační místnosti	22
4 Zdravotnická zařízení	
4.1 jesle	
- učebny, herny, lehárny	22
- šatny pro děti	20
- umývárny pro děti, WC	24
- izolační místnosti	22

(pokračování)

Obrázek č. 18 Výpočtové vnitřní teploty

**c)** Informace o geometrii zjištěny z projektu, který byl zvolen pro téma této práce a vychází ze studentské semestrální práce p. M. Ševely. Z projektu byly zjištěny informace o jednotlivých místnostech, včetně rozměrů a také skladby konstrukcí budovy. V programu TEPLLO 2017 od doc. Dr. Ing. Zbyňka Svobody byla spočítány součinitele prostupu tepla  $U$  [ $W/(m^2K)$ ], které potřebujeme ke správnému výpočtu tepelných ztrát.

## Výpis jednotlivých konstrukcí vč. výkresu skladby:

### Suterénní obvodová stěna přilehlá k zemině:

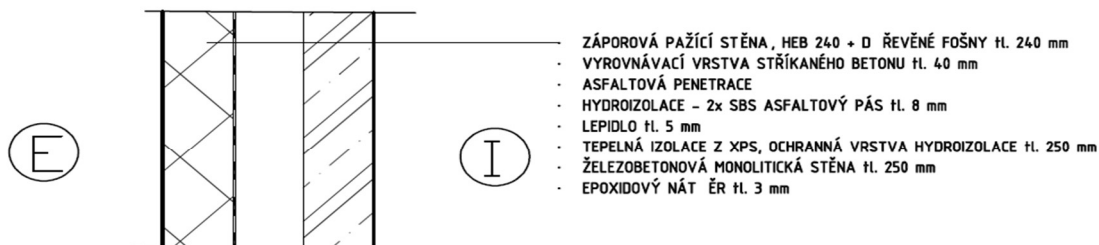
#### SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Ma,max[kg/m <sup>2</sup> ]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Obvodová Stěna v 1PP...	stěna	7.736	0.127	0.0234	ne	---

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.



Obrázek č. 19 Skladba suterénní obvodové stěny

### Stropní konstrukce mezi 1PP a 1NP:

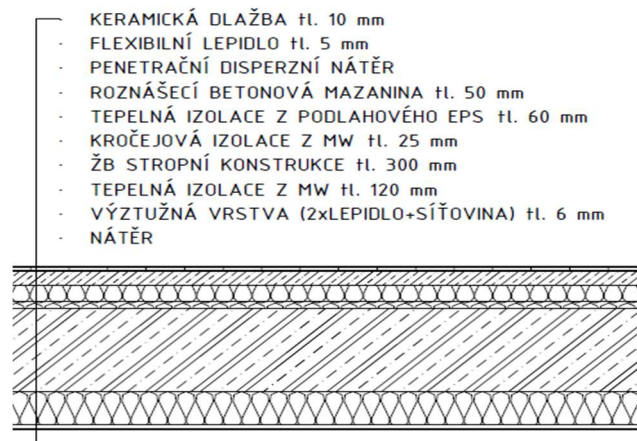
#### SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Ma,max[kg/m <sup>2</sup> ]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Strop nad 1PP...	strop	5.774	0.167	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.



Obrázek č. 20 Skladba stropní konstrukce mezi 1PP a 1NP

## Vnitřní nosná/dělicí ŽB stěna v 1PP:

### SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Vnitřní nosná stěna 1PP	stěna	0.144	2.477	33.5053	ne	---

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## Podlaha v 1PP přilehlá k zemině:

### SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Podlaha 1PP	podlaha	6.115	0.159	---	---	4.40

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## Obvodová Stěna:

### SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

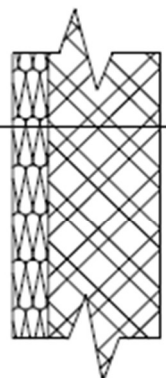
Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Obvodová Stěna...	stěna	8.394	0.116	0.0023	ano	---

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

- FASÁDNÍ SILIKONOVÁ OMÍTKA tl. 2 mm
- PENETRAČNÍ MÁTĚR
- VÝZTUŽNÁ VRSTVA (2x LEPIDLO+SÍŤOVINA) tl. 6 mm
- TEPELNÁ IZOLACE (+KOTVENÍ TALÍŘOVÝMI HMOŽDINKAMI) tl. 120 mm
- LEPIDLO tl. 5 mm
- KERAMICKÉ ZDIVO POROTHERM 38TB PROFÍ tl. 380 mm
- SÁDROVÁ OMÍTKA



Obrázek č. 21 Skladba obvodové stěny

**Vnitřní nosná/dělicí stěna tl. 300mm v 1NP-6NP:****SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ**

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Vnitřní nosná stěna 1N...	stěna	0.862	0.891	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

**Vysvětlivky:**

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

**Vnitřní dělicí AKU stěna tl. 150mm v 1NP-6NP:****SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ**

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Vnitřní Aku příčka 1NP...	stěna	0.547	1.239	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

**Vysvětlivky:**

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

**Vnitřní dělicí stěna tl. 100mm v 1NP-6NP:****SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ**

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Vnitřní dělicí příčka...	stěna	0.336	1.677	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

**Vysvětlivky:**

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

**Stropní konstrukce dělicí jednotlivá podlaží 1NP – 6NP:****SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ**

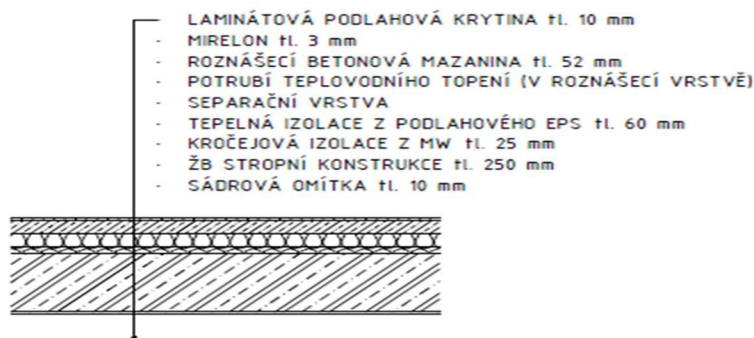
Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Strop 1NP...	podlaha	2.619	0.359	---	---	4.40

**Vysvětlivky:**

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.





Obrázek č. 22 Skladby stropní konstrukce v typickém podlaží

### Střešní konstrukce – Zelená Střecha:

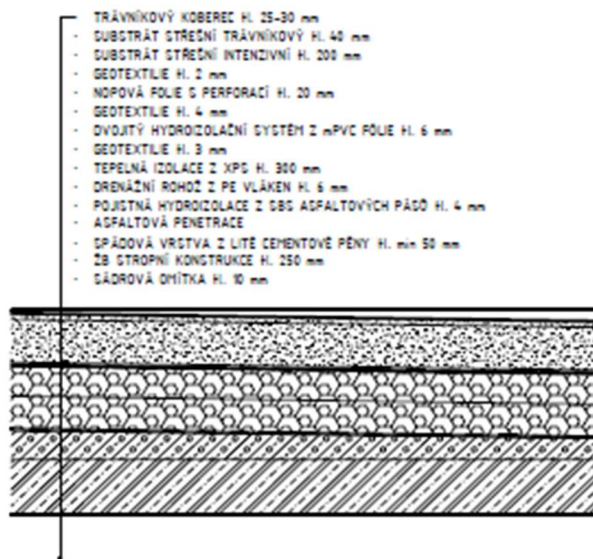
## SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Plochá Střecha...	střecha	10.400	0.095	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

**Vysvětlivky:**

- R tepelný odpor konstrukce
- U součinitel prostupu tepla konstrukce
- Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
- DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.



Obrázek č. 23 Skladba zelené střechy

#### d) Tepelná ztráta prostupem: (29)

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e)$$

$H_{T,ie}$  Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

$H_{T,iue}$  Měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

$H_{T,ig}$  Měrná tepelná ztráta do zeminy

- $H_{T,ij}$  Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou  
 $\Theta_{int,i}$  Výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru ve stupních Celsia ( $^{\circ}C$ )  
 $\Theta_e$  Výpočtová vnější teplota ve stupních Celsia ( $^{\circ}C$ ) -> Dle řešené oblasti

$$H_{T,ie} = \sum(A_k \cdot U_k \cdot e_k) + (\sum \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i + \sum X_i \cdot e_i)$$

$\sum(A_k \cdot U_k \cdot e_k)$  Měrná ztráta prostupem konstrukcemi

$(\sum \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i + \sum X_i \cdot e_i)$  Měrná ztráta prostupem přes tepelné mosty a vazby

- $A_k$  Plocha ( $m^2$ )  
 $U_k$  Součinitel prostupu tepla ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $e_k, e_i$  Korelační činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky = 1  
 $l_i$  délka lineárního tepelného mostu ( $m$ )  
 $\Psi_i$  činitel lineárního prostupu tepla tepelného mostu, vazby ( $W/mK$ )  
 $X_i$  bodový činitel prostupu tepla ( $W/m^2K$ )

$$H_{T,iue} = \sum(A_k \cdot U_k \cdot b_u) + \sum(\Psi_i \cdot l_i \cdot b_u)$$

$b_u$  součinitel redukce teploty (-)

Pokud známe teplotu lze součinitel redukce teploty spočítat dle následujícího vztahu:

$$b_u = \frac{\Theta_{int,i} - \Theta_u}{\Theta_{int,i} - \Theta_e}$$

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equie,k}) \cdot G_w$$

$f_{g1}$  Opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty (1,45)

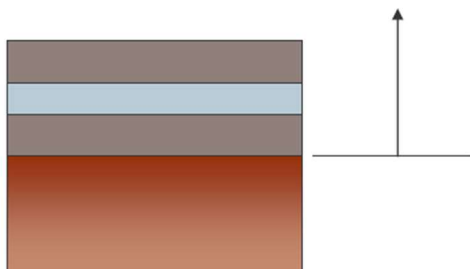
$f_{g2}$  Opravný teplotní součinitel zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

$G_w$  Opravný součinitel na vliv spodní vody. Je-li předpokládána hladina méně než 1m od úrovně podlahy suterénu, uvažuje se 1,15. Jinak je roven 1

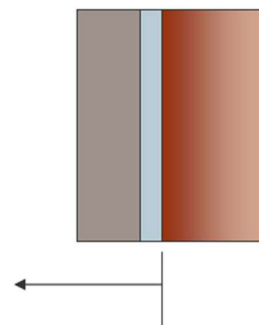
$U_{equie,k}$  Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukcí v kontaktu se zemínou (s vlivem zeminy)

**Stanovení  $U_{\text{equie,k}}$  dle ČSN EN 12 831:**

Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy

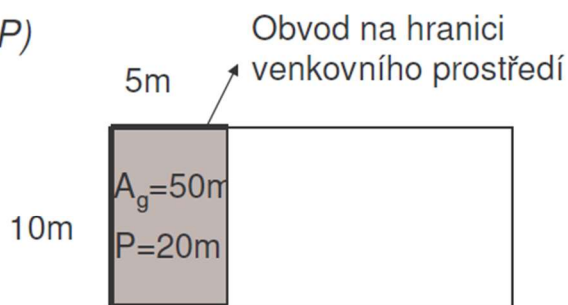
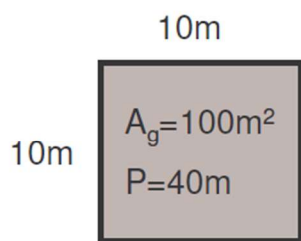


$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda}}$$



Charakteristické číslo  $B^l$  (pro podlahu na zemině)

$$B^l = A_g / (0,5 \cdot P)$$



Pro místnosti s dobře izolovanou podlahou se stanoví  $B^l$  pro celou budovu.

Pro ostatní místnost po místnosti.

Obrázek č. 24 Stanovení  $U_{\text{equie,k}}$

$$H_{T,ij} = \sum f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k,$$

$f_{i,j}$  součinitel redukce teploty (-)

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_j}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Zahrnuje rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou.

**e) Tepelné ztráty větráním:**

$$\theta_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Měrná tepelná ztráta větráním:  $H_{v,i} = V_i \cdot \rho \cdot c = V_i \cdot 0,34$

$V_i$  Výměna vzduchu ( $m^3/hod$ )

$C$  Měrná tepelná kapacita vzduchu

Nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V$$

(25  $m^3/hod$  na osobu,  $n=0,3 - 0,6 \cdot h^{-1}$  u obytných budov v užívaných místnostech,  $n=1 \cdot h^{-1}$  v kuchyních)

Infiltrace pláštěm budovy:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$$

$V_m$  Objem místnosti

$n_{50}$  Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy

Hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa

**2** S uvažováním nejhoršího případu, kdy infiltrovaný vzduch vstupuje na jedné straně budovy

$e_i$  Stínící činitel (stínění prostoru zástavbou)

$\epsilon_i$  Výškový korekční činitel

Stavba	<i>n<sub>50</sub></i>		
	Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy (kvalita těsnění oken)		
	vysoká	střední	nizká
Rodinný dům s jedním bytem	< 4	4 až 10	> 10
Jiné bytové domy nebo budovy	< 2	2 až 5	> 5

Výška vytápěného prostoru nad úrovní země	$\epsilon$
0 - 10 m	1,0
> 10 - 30 m	1,2
> 30 m	1,5

Obrázek č. 25 Stanovení  $n_{50}$

Stínící součinitel  $e$

Poloha (třída zastínění)	Bez oken	1 okno	Více oken
Nechráněná (žádné)	0	0,03	0,05
Průměrně chráněná (mírné zastínění)	0	0,02	0,03
Velmi chráněná (velké stínění)	0	0,01	0,02

Obrázek č. 26 Stanovení součinitele  $e$

Tepelné ztráty byly počítány v příloze č.1 *Výpočet tepelných trát BD*

**Tepelná ztráta objektu odpovídá hodnotě 55 835 W**

Pro ohřev TV nebude uvažováno navýšení výkonu.

**Minimální výkon zdroje tepla= 55,835 kW**

**Bilance potřeby tepla:** Výpočet proveden pomocí ručního výpočtu i online nástroje dostupného na portále TZB-INFO.cz. **(30)** Metoda výpočtu je založena na počtu denostupňů.

Výpočet přiložen v příloze č.2 *Bilance Potřeby Tepla*

#### **4.3. Varianty topných systémů pro BD**

V níže psaných podkapitolách budeme vyhodnocovat efektivitu a cenovou náročnost jednotlivých zdrojů pro vytápění. Budeme vyhodnocovat 4 zdroje, přičemž každý zdroj využívá jiný princip a jinou energii k přípravě TV. Kotelna ve variantě I. spadá do III. Kategorie tj. *Kotelny se jmenovitým tepelným výkonem jednoho kotle od 50kW do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5MW včetně a kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů větším než 100kW, i když ani jeden z nich nedosahuje jmenovitého tepelného výkonu od 50kW. (31)*

Při konečném hodnocení budeme zvažovat pořizovací cenu kompletně vystrojené kotelny vč. montážních prací, cenu provozu během následujících 20 let, kde by se pohybovala horní hranice životnosti této kotelny s přihlédnutím na stavební zásahy do BD. Cenu otopných ploch neuvažujeme z důvodu jejich naprosté shodnosti s ostatními zdroji a proto by částka neměla žádný vliv na ekonomickou stránku věci.

#### 4.3.1. Automatický kotel na pelety Atmos D80P

Prvním porovnávaným zdrojem bude automatický kotel na pelety od české rodinné firmy. Firma Atmos se specializuje na výrobu kotlů spalující pevná paliva již od 1. poloviny 20. století.

**Výkon:** 24 – 80kW

**Palivo:** Dřevní pelety tzv. bílé pelety

**Životnost:** 20 - 25 let

**Účinnost:** 91,2 %

*Kotel splňuje požadavky na **Ekodesign**, dle normy **ČSN EN 303-5** i požadavky na **emisní třídu kotle 5.(10)***

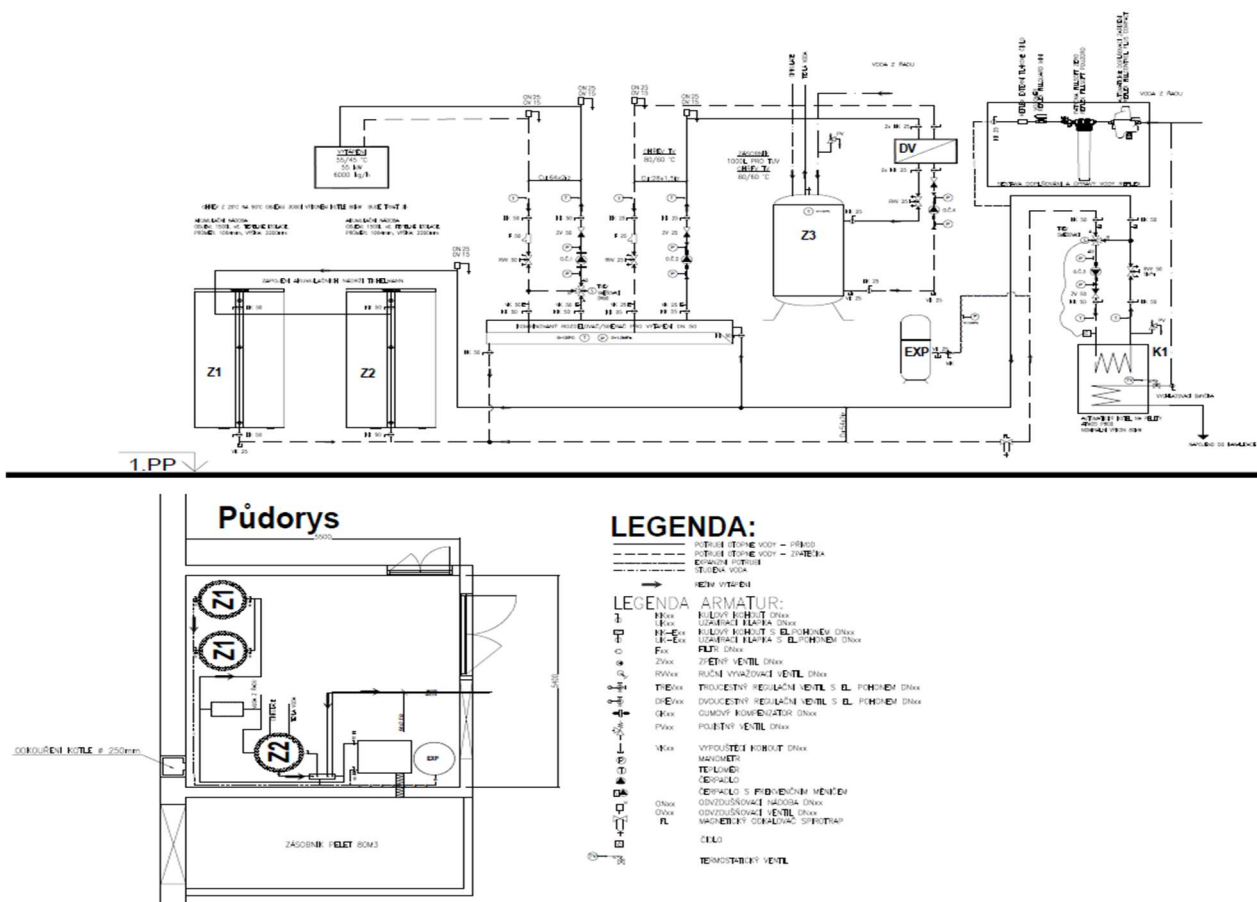


Obrázek č. 27 Kotel Atmos D80P

#### Návrh kotelny Atmos D80P

Návrh kotelny se odvíjel od schématu firmy Atmos. Kotel bude sloužit kromě vytápění také k přípravě TV. Kotel se nachází v Technické místnosti č.003 na podlaží 1PP.

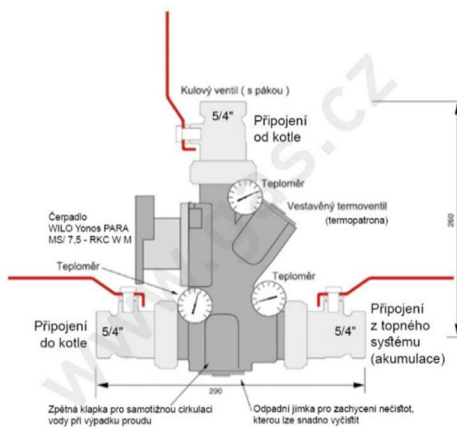
Pro tuto variantu uvažujeme, že by se v místě garáží vedle Technické místnosti v rámci projektu vytvořila místnost sloužící jako zásobník pro pelety o objemu 80m<sup>3</sup>. Tento objem vychází z vypočítané roční spotřeby pelet. Kotel vzhledem ke spalování biomasy potřebuje ke svému „ideálnímu„ chodu 2 základní technologické prvky.



Obrázek č. 28 Kotelna předmětného BD s variantou kotle Atmos D80P

### 1. Zvýšení teploty vratné vody (Laddomat).

Laddomat slouží k ustálení teploty uvnitř kotle při startech, nárazového zvýšení potřeby tepla a také zvýšení živostnosti zařízení. Laddomat je opatřen termoregulačním ventilem sloužící k nasměrování topné vody, zda bude připouštěna do vratné větve ke zvýšení teploty kotlové vody, nebo bude směřovat dále do otopné soustavy. (32)



Obrázek č. 29 Laddomat

## 2. Akumulační zásobníky

Akumulační zásobník je velice podstatnou součástí těchto zdrojů tepla. Jeho základní funkce vychází již z názvu „Akumulační“, tzn. zásobník akumulující vodu příp. tepelnou energii. V našem případě se jedná o teplou vodu napomáhající hospodárnosti systému, vyrovnání nárazové potřeby tepla k ohřevu otopných ploch a prodloužení topných intervalů v přechodném období.

Význam v praxi:

- 1) V případě, kdy není potřeba odpovídající výkon vycházející z venkovní teploty, lze kromě modulace výkonu hořáku zajistit, aby se vytvořil dostatečný „polštář“, pro případnou aktuálně vyšší potřebu tepla, kterou by nedokázal kotel ihned pokrýt (např. nárazový odběr TV).
- 2) Kotel také může mít daleko úspornější chod z důvodu dostatečné rezervy topné vody a tím optimalizuje svojí potřebu paliva. **(33)**

### Příprava TV

Příprava TV bude zajištěn díky vedení topné vody z rozdělovače/sběrače DN50 do deskového výměníku, kde své teplo předá pitné vodě, která se bude akumulovat ve smaltovaném zásobníku o objemu 1000l.

Existují 2 druhy ohřevu TV pomocí deskového výměníku.

#### **1. Nabíjecí:** (tento systém jsme zvolili i pro tuto kotelnu)

Deskový výměník je před zásobníkem a svoje teplo předává pitné vodě, která je uschovávána v zásobníku pro případnou potřebu. Rychlá reakce na nárazový odběr TV.

#### **2. Vybíjecí: (tzv. modul čerstvé vody)**

Deskový výměník je umístěn za zásobníkem, kde je akumulována topná voda. Tento systém pracuje na průtokovém předání svého tepla dle aktuální potřeby. Velkou výhodou zde, je zajištění kvality TV a nízké tvorbě bakterií Legionella. Nevýhodou bývá omezený výkon.

### Odkouření:

Odkouření řešeno systémovými troubami ATMOS kouřovodu o průměru DN 150. Tento návrh je orientační a pro řešení této bakalářské práce je dostačující.

### Regulace:

Kotel bude regulován kotlovou ekvitermní regulací ATMOS ACD





01, která bude ovládat řízení nabíjení a vybíjení akumulčních zásobníků vč. přípravy TV a cirkulace.

### Návrh expanzní nádoby:

Návrh expanzní nádoby vychází z práce v předmětu STZB. Pro výpočet byla použita prezentace Ing. Pavly Dvořákové (34) vyučující předmět STZB v letním semestru 2021.

Výkon: 80kW

Teplotní spád: 90°C ; 80°C; 55/45

Objem Vody	Tělesa:	1400 l	Ve1 =	e . Vsystem / 100 =	21
	Potrubí:	500 l	Ve2 =	e . Vsystem / 100 =	7,5
	Akumulační Nádrže	3000 l	Ve3 =	e . Vsystem / 100 =	84,3
	Akumulační Nádrže	1000 l	Ve4 =	e . Vsystem / 100 =	28,1
	Kotel	150 l	Ve5 =	e . Vsystem / 100 =	5,205 l
Expanzní rezerva $V_{wr} = 0,5\% \text{ z } V_{system} = (1400+500+3000+1000+150) \cdot 0,005 = 30,25 \text{ l}$					Ve 146,105

Po = h . p . G 21,5 . 1000 . 9,81 + 0,3 = 2,4 Bar Po ... Nejnižší pracovní přetlak

Pe = 2,7 Bar Pe ... Nejvyšší pracovní přetlak

$$V_{exp, \min} = (V_e + V_{wr}) \cdot \frac{P_e + 1}{P_e - P_o} \quad V_{exp, \min} = (146,105 + 30,25) \cdot \frac{2,7 + 1}{2,7 - 2,4}$$

**Vexp = 2175,045l      Navrhuji Expanzní nádobu 3000l**

Z důvodu velkého objemu expanzní nádoby bude expanzní nádoba o objemu 3000l nahrazena 500l a k ní bude přidána automatická doplňovací stanice.

### Výpočet ročního provozu kotle Atmos D80P pro vytápění a TV

#### **Množství paliva potřebná pro sezónní provoz:**

Druh paliva:	Dřevní pelety tzv. Bílé
Výhřevnost paliva:	4,58 kWh/kg = 16,5 MJ/kg
Účinnost kotle:	91,20%
Roční potřeba tepla	221,9 MWh

Roční potřeba Paliva:

$$Br = \frac{Q_r \cdot 3,600}{n \cdot H} \quad Br = \frac{221900000 \cdot 3,600}{0,912 \cdot 10725}$$

Qr roční potřeba tepla celkem [Wh]  
n účinnost zařízení [%]  
H výhřevnost paliva [MJ/m<sup>3</sup>]

**Br = 81,67 m<sup>3</sup>/rok = 53086 kg/rok**

**Množství pelet pro sezónní provoz = 53, 086t**

**Ø Roční Cena pelet = 7193kč/t      Cena roční potřeby pelet = 381 847 Kč**

Vycházíme z Bilance potřeby tepla viz. příloha č.2. Pro výpočet roční potřeby paliva jsme využili opět práci z předmětu STZB v letním semestru 2021. Cenu pelet jsme určili dle cen na trhu, kde jsme určili jako počáteční cenu 6500Kč/ 1t (35). Pro přesnou kalkulaci byl připočítán roční růst cen o 1% po dobu 20let. Ceny jsme poté zprůměrovali na hodnotu **7193 Kč/1t pelet**.

Roční průměrné výdaje za vytápění a TV se pohybují okolo částky **381 847Kč.**

### CN KOTELNY BD S KOTLEM ATMOS D80P

CN vč. výpisu materiálu za kotelnu:

Popis	Počet	Cena/ks	Cena	Popis	Počet	Cena/ks	Cena
Komponenty:				Elektromateriál			
ATMOS D80P	1	98 600,00 Kč	98 600,00 Kč		1	12 000,00 Kč	12 000,00 Kč
Pojistný ventil typ MS 1 1/2	1	4 590,00 Kč	4 590,00 Kč	Systém odvodu spalin:			
Rozdělovač DN50 2-násobný	1	41 030,00 Kč	41 030,00 Kč	ATMOS 152 trubka kouřovodu 500mm, s vlkem	1	1 033,00 Kč	1 033,00 Kč
Stojanová konzole DN40/DN50	1	4 730,00 Kč	4 730,00 Kč	ATMOS koleno 152/90°	1	690,00 Kč	690,00 Kč
Redukce DN50/DN32	1	9 490,00 Kč	9 490,00 Kč	ATMOS roura kouřovodu 152/1000	24	747,50 Kč	17 940,00 Kč
Redukce DN25-DN32	1	1 050,00 Kč	1 050,00 Kč	Práce			
Montážní sada bez směšovače M31 DN25	1	12 290,00 Kč	12 290,00 Kč	UDP	1	18 000,00 Kč	18 000,00 Kč
Odkalovač s magnetem DN50 přírubový	1	25 380,00 Kč	25 380,00 Kč	Revize spalinové cesty	1	9 000,00 Kč	9 000,00 Kč
Vitocell 100-L CVLA 950L	1	96 310,00 Kč	96 310,00 Kč	Stavební úpravy	1	35 000,00 Kč	35 000,00 Kč
Vitotrans 222 velikost 1 80kW	1	78 390,00 Kč	78 390,00 Kč	Revize elektro	1	4 000,00 Kč	4 000,00 Kč
Směšovací skupina pro Vitotrans 222	1	18 980,00 Kč	18 980,00 Kč	Montáž	1	95 000,00 Kč	95 000,00 Kč
Vitocell 100-E 1500 I	2	59 460,00 Kč	118 920,00 Kč	Elektromontáž	1	7 000,00 Kč	7 000,00 Kč
Pojistná skupina podle ČSN 73 66 60	1	4 840,00 Kč	4 840,00 Kč	<b>Dotace</b>			
Sada pro zapojení zásobníků do kaskády	1	11 440,00 Kč	11 440,00 Kč	<b>0,00 Kč</b>			
Úprava topné vody Aquaset 500-N	1	28 190,00 Kč	28 190,00 Kč	<b>Celkem</b>			
Regenerační sůl v tabletách 25kg	3	880,00 Kč	2 640,00 Kč	<b>1 017 039,00 Kč</b>			
Testr tvrdosti vody Aquaset TH	1	1 350,00 Kč	1 350,00 Kč	<b>DPH</b>			
Filter pitné vody I25-50 s výměn. vložkou	1	960,00 Kč	960,00 Kč	<b>21 %</b>			
Vitocet Füllkombi	1	6 660,00 Kč	6 660,00 Kč	<b>213 578,19 Kč</b>			
GRUNDFOS MAGNAG 50-180 F oběhové čerpadlo 1x230V	1	77 269,00 Kč	77 269,00 Kč	<b>Celkem včetně DPH po odečtení dotace</b>			
Wilo PARA 30/6	1	18 950,00 Kč	18 950,00 Kč	<b>1 230 617,19 Kč</b>			
Wilo Z 25/6 RKC	1	11 000,00 Kč	11 000,00 Kč				
ATMOS ATZ 7 textilní zásobník pelet 6,3-7,9m3	1	37 600,00 Kč	37 600,00 Kč				
ESBE VRG131 ventil DN50 rotační, směšovací, vnitřní závit, mosaz	1	3 837,00 Kč	3 837,00 Kč				
ESBE ARA 661 pohon 230V rotační, s trojpodovým řízením	1	2 880,00 Kč	2 880,00 Kč				
Drobný montážní materiál	1	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč				
Plynové vedení	1	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč				
Ostatní topenařský materiál	1	65 000,00 Kč	65 000,00 Kč				

Obrázek č. 30 CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu

**Cenová nabídka od f. FORCE ENERGY, s.r.o. byla vyčíslena na cenu**  
**1 230 617,19 Kč vč. 21% DPH.**

#### 4.3.2. Kaskáda Vitodens 200-W

Druhým zdrojem k porovnání bude kaskáda plynových kotlů od firmy Viessmann.

Kaskáda dvou plynových kotlů o výkonu 2x 49kW.



Obrázek č. 31 Pohled na sestavu kotlů Vitodens 200-w 2x49kW + HVDT

**Výkon:** 12 – 98kW

**Palivo:** Zemní Plyn

**Životnost:** 20 - 25 let

**Účinnost:** 95-98 %

*Kotel splňuje požadavky na **Ekodesign dle normy EU 813/2013** a **emisní třídu 6 NO<sub>x</sub>**.*

#### **Návrh kotelny Vitodens 200-W 2x49kW**

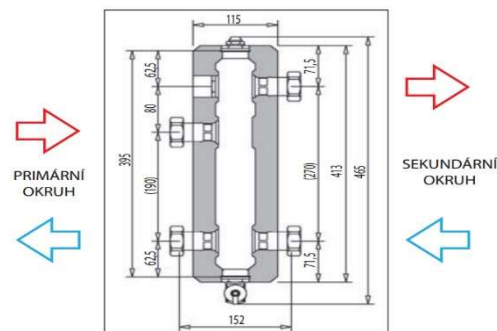
Návrh kotelny se odvíjel od schématu firmy Viessmann.

Kaskáda bude sloužit kromě vytápění také k přípravě TV. Kotle se nachází v Technické místnosti č.003 na podlaží 1PP.

Přípojka zemního plynu se nachází v místní komunikaci v ulici Jordana Jovkova.



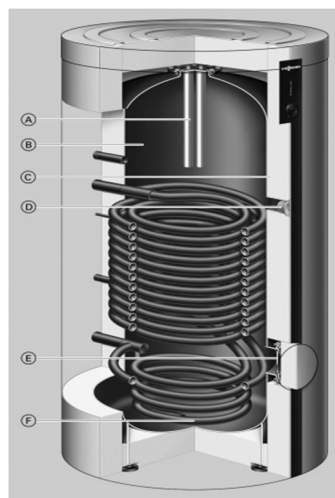
teploty zpátečky je třeba zajistit v topném okruhu (sek. strana HVDT) objemový tok vyšší o cca 30%.



Obrázek č. 33 Schéma HVDT

### Příprava TV

Příprava TV bude zajištěna díky vedení topné vody z rozdělovače/ sběrače DN50 do nepřímotopného zásobníku TV o objemu 950l. Nepřímotopný zásobník je vybaven trubkovým „šnekovým„ výměníkem, který zajistí nezneškodnění pitné vody topnou vodou a ohřátí TV v celém průřezu zásobníku.



- A) Hořčiková anoda nebo anoda napájená elektrickým proudem
- B) Zásobníkový ohřivač vody z oceli, se smaltováním Ceraprotect
- C) Vysoce efektivní celobvodová tepelná izolace
- D) Přípojka pro elektrickou topnou vložku EHE
- E) Revizní a čistící otvor (také k instalaci elektrické topné vložky)
- F) Ohřev celého objemu vody pomocí topné spirály zavedené hluboko až na dno zásobníku

Obrázek č. 34 Průřez nepřímotopným zásobníkem

Tyto typy zásobníků jsou pravidelně termicky dezinfikovány proti riziku tvorby Legionelly funkcí ve všech regulacích všech zdrojů. Za zásobníkem se nalézá termostatický směšovací ventil pro ochranu proti opaření horkou vodou.

### Odkouření:

Odkouření kotlů bude provedeno za pomoci Spalinové kaskády DN150 napojené do šachty v obvodové stěně, která vede nad ÚT -0,035m a poté bude vyvedena ven z obvodové stěny a



vedena v třívrstevném nerezovém komínu DN150 až nad střechu. Maximální možné odkouření je do 30m svislé délky.

**Regulace:**

Regulace kotlů je složena z jednotlivých kotlových regulací Vitotronic 100 HC1B a nadřazené kaskádové regulace Vitrotronic 300-K nacházející se v blízkosti kotlových těles.

**Návrh expanzní nádoby:**

Návrh expanzní nádoby vychází z práce v předmětu STZB. Pro výpočet byla použita prezentace Ing. Pavly Dvořákové (34) vyučující předmět STZB v letním semestru 2021.

**Parametry:**

**Výkon:** 2x 49 = 98kW

**Teplotní spád:** 55/45; 80°C

<b>Objem Vody</b>	<b>Tělesa:</b>	1400 l	Ve1 =	e . Vsystem / 100 =	21		
	<b>Potrubí:</b>	500 l	Ve2 =	e . Vsystem / 100 =	7,5		
	<b>Akumulační Nádrže</b>	750 l	Ve3 =	e . Vsystem / 100 =	21,075		
	<b>Kotel</b>	50 l	Ve5 =	e . Vsystem / 100 =	1,405 l		
Expanzní rezerva Vwr= 0,5% z Vsystem = (1400+500+200+50) . 0,005 = 10,75 l					Ve	50,98	
<b>ZÁSOBNÍK TV</b> 950l					Ve5 =	e . Vsystem / 100 =	26,695 l
Expanzní rezerva Vwr=0,5% z Vsystem = (950) . 0,005 = 4,75 l							

Po = h . ρ . G 21,5 . 1000 . 9,81 +0,3 = 2,4 Bar

Pe = 2,7 Bar  $V_{exp, min} = (Ve + Vwr) \cdot \frac{Pe + 1}{Pe - Po}$   $V_{exp, min} = (35,525 + 10,75) \cdot \frac{2,7 + 1}{2,7 - 2,4}$

**Vexp = 570,275l Navrhuj Expanzní nádobu 600l**

Po = h . ρ . G 3 . 1000 . 9,81 +0,3 = 0,6 Bar

Pe = 2,7 Bar  $V_{exp, min} = (26,695 + 4,75) \cdot \frac{2,7 + 1}{2,7 - 0,6}$

**Vexp = 55,4l Navrhuj Expanzní nádobu pro TV 80l**

**Výpočet ročního provozu kaskády Vitodens pro vytápění a TV**

**Množství paliva potřebná pro sezónní provoz:**

Druh paliva:	Zemní plyn
Výhřevnost paliva:	8,83kW/m3 = 31,79 MJ/m3
Účinnost kotle:	95,00%
Roční potřeba tepla	221,9 MWh
Průměrná cena za 1kWh	1,16196 Kč/kWh
Průměrná cena za 1m3	10,26 Kč

**Roční potřeba Paliva:**

$Br = \frac{Qr \cdot 3,600}{n \cdot H}$

$Br = \frac{221900 \cdot 3,600}{0,95 \cdot 31,79}$

Qr roční potřeba tepla celkem [Wh]  
 n účinnost zařízení [%]  
 H výhřevnost paliva [MJ/m3]

**Roční spotřeba zemního plynu Br= 26 451,2 m3**

**Cena roční potřeby plynu = 271 415Kč**

Opět vycházíme z Bilance potřeby tepla viz. příloha č.2. Cenu zemního plynu jsme určili dle cen na trhu, kde jsme určili jako počáteční cenu 1,05kč/1kWh (**37**). Pro přesnou kalkulaci byl připočítán roční růst cen o 1% po dobu 20let. Ceny jsme poté zprůměrovali na hodnotu **1,16 Kč/1kWh**.

Roční průměrné výdaje za vytápění a přípravu TV se pohybují okolo částky **271 415Kč**.

## CN KOTELNY BD S KASKÁDOU VITODENS 200-W

### CN vč. výpisu materiálu za kotelnu:

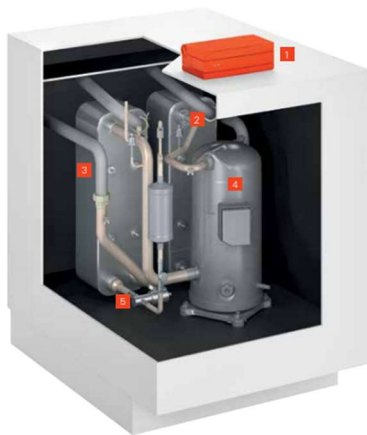
Popis	Počet	Cena/ks	Cena	Popis	Počet	Cena/ks	Cena
Komponenty:				Prochodová příruba z DN100 / R2			
Vitodens 200-W 12-98 kW, 2-kotl. zar.	1	242 860,00 Kč	242 860,00 Kč	1	4 180,00 Kč	4 180,00 Kč	
Y-rozdělovač	1	5 340,00 Kč	5 340,00 Kč	Sada pro odvod kondenzátu pro 2-kotl. zařízení	1	1 790,00 Kč	1 790,00 Kč
Vitocell 100-V CVAA 95CI	1	102 770,00 Kč	102 770,00 Kč	Drobný montážní materiál	1	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč
Pojistná Skupina podle ČSN 73 86 60	1	4 840,00 Kč	4 840,00 Kč	Plynové vedení	1	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč
Membánová expanzní nádoca H50, stříbrná	1	2 230,00 Kč	2 230,00 Kč	Čistatní topenářský materiál	1	85 000,00 Kč	85 000,00 Kč
Uzavírací Ventili R1, PN10	1	1 380,00 Kč	1 380,00 Kč	Elektromateriál	1	12 000,00 Kč	12 000,00 Kč
Koleno pro instalaci do rohu	1	23 290,00 Kč	23 290,00 Kč	Systém odvodu spalin:			
Vitocell 100-E SWWA 200L	1	22 010,00 Kč	22 010,00 Kč	Trubka 2m dlouhá D=160	11	2 340,00 Kč	25 740,00 Kč
Pojistný ventil 1" 3bar	1	1 020,00 Kč	1 020,00 Kč	Trubka 1m dlouhá D=160	1	1 430,00 Kč	1 430,00 Kč
Plynový filtr 3/4	2	2 170,00 Kč	4 340,00 Kč	Trubka 0,5m dlouhá D=160	1	940,00 Kč	940,00 Kč
Vitocet Fullkombi	1	6 660,00 Kč	6 660,00 Kč	Revizní kus plynový D=160	1	3 690,00 Kč	3 690,00 Kč
Odkalovač s magnetem DN50 přírubový	1	25 980,00 Kč	25 980,00 Kč	Koleno 87° D=160	1	1 100,00 Kč	1 100,00 Kč
Neutraizační zařízení GENO-Neutra V N-70	1	7 590,00 Kč	7 590,00 Kč	Rozdělovač DN50 2-násobný	1	41 030,00 Kč	41 030,00 Kč
GRUNDFOS MAGNA3 50-150 F oběhové čerpadlo 1x230V	1	65 890,00 Kč	65 890,00 Kč	Větrací clona D=160	1	2 340,00 Kč	2 340,00 Kč
GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 oběhové čerpadlo 1x230V, 180mm, závitové	1	7 911,00 Kč	7 911,00 Kč	Vitodens 200-W spal. kaskáda 2x49/60 kW	1	10 450,00 Kč	10 450,00 Kč
Wilo Stratos PARA 25/1-11	1	19 089,00 Kč	19 089,00 Kč	Práce			
Exp. Nádoca Reflex 600	1	21 560,00 Kč	21 560,00 Kč	UDP - Vitodens, Aquaset, Vitotronic	1	15 000,00 Kč	15 000,00 Kč
Exp. Nádoca Reflex 80l	1	3 125,00 Kč	3 125,00 Kč	Revize plyn	1	12 000,00 Kč	12 000,00 Kč
ESBE VRG181 ventil DN50 rotační, směšovací, vnitřní závit, mosaz	1	3 837,00 Kč	3 837,00 Kč	Revize sošlinové cesty	1	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
ESBE ARA 061 pohon 230V rotační, s trojbodovým řízením	1	2 880,00 Kč	2 880,00 Kč	Revize elektro	1	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
Sklojanová konzole DN40/DN50	1	4 730,00 Kč	4 730,00 Kč	Montáž	1	85 000,00 Kč	85 000,00 Kč
Regenerační sůl v tabletách 25 kg	3	880,00 Kč	2 640,00 Kč	Elektromontáž	1	7 000,00 Kč	7 000,00 Kč
Testr tvrdosti Aquaset TH	1	1 350,00 Kč	1 350,00 Kč	<b>Dotace</b>			
Filtr pitné vody I25-50 s výměn. vložkou	1	960,00 Kč	960,00 Kč	<b>0,00 Kč</b>			
Montážní sada bez směšovače M31 DN25	1	12 290,00 Kč	12 290,00 Kč	<b>CELKEM</b>			
Redukce DN50/DN32	1	9 490,00 Kč	9 490,00 Kč	<b>050 342,00 Kč</b>			
Redukce DN25-DN32	1	1 050,00 Kč	1 050,00 Kč	<b>DPH</b>			
Úpravná topné vody Aquaset 500-N	1	28 190,00 Kč	28 190,00 Kč	<b>21 % 100 571,82 Kč</b>			
				<b>Celkem včetně DPH po odečtení dotace</b>			
				<b>1 140 013,82 Kč</b>			

Obrazek č. 35 CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu

**Cenová nabídka od f. FORCE ENERGY, s.r.o. byla vyčíslena na cenu**  
**1 149 913,82 Kč vč. 21% DPH.**

## Kaskáda tepelných čerpadel Vitocal 300-G

Třetím zdrojem pro porovnání bude kaskáda tepelných čerpadel země-voda Vitocal 300-G.



### VITOCAL 300-G

- 1 Regulace tepelného čerpadla Vitotronic 200
- 2 Kondenzátor
- 3 Vertikální výparník pro účinnou výměnu tepla
- 4 Hermetický kompresor Compliant-Scroll
- 5 EEV (Elektronický expanzní ventil)

**Výkon:** 2x 26,8kW při B0/W55

**Palivo:** Elektrický proud

**Životnost:** 20 let

**SCOP:** 3,65

Obrázek č. 36 Schéma zemního čerpadla Vitocal 300-G

Tímto bych rád poděkoval p. Ing. Ondřeji Kaňkovi ohledně výpomoci, při orientačním návrhu velikosti a počtu vrtů primárního okruhu, který bude mít dostatečný výkon pro kaskádu dvou tepelných čerpadel o výkonech 26,8kW při B0/W55

### Vzduch/voda vs. Země/Voda

Tepelné čerpadlo Voda/Voda bylo vyškrtnuto z důvodu nedostatku informací o hladině spodní vody.

V rámci řešení tepelného čerpadla bylo v návrhu také vzduchové, které by narušovalo architektonickou studii a také by mělo velmi nepříznivý vliv na okolí stavby z hlediska hluku.

Dalším aspektem proč padla volba právě na tepelné čerpadlo Země/Voda byla ta, že tepelné čerpadlo vzduch/voda je velmi účinné, ovšem při nižších teplotách již COP klesá až k číslu 1,8 při A-12/W55, oproti Země/Voda, kde COP dosahuje při těchto teplotách hodnoty 3,65 díky akumulaci tepla v zemině, kde teplota sezónně dosahuje 5°C.

Poslední důvod proč bylo vybráno čerpadlo se zemními vrty se odvíjí také od hodnot COP, tedy efektivity čerpadla. Vzhledem k vyššímu číslu COP u zemního čerpadla jsou provozní náklady velmi příznivé na velikost předmětného objektu.

### Co znamená B0/W55?

Označení **Ax, Bx, Wx/Wx** vyjadřuje výkonost čerpadla při



okrajových podmínkách, které lze zjistit u každého výrobce podle výkonnostních křivek.

**Ax/Wx** toto označení se využívá u tepelných čerpadel Vzduch/Voda, kde **A**- Air (vzduch) vyjadřuje teplotu venkovního vzduchu a **W** – Water (voda) značí teplotu otopné vody na výstupu z kondenzátoru tepelného čerpadla. Můžeme tedy v katalogích výrobců nalézt označení např. A2/W35, kde vyjadřuje výkon tepelného čerpadla při 2°C venkovního vzduchu a 35°C výstupní teploty otopné vody z kondenzátoru.

**Bx/Wx** označení využívající se u tepelných čerpadel Země/Voda. **B** – Brine (Solanka – roztok anorganické soli využívající se ve vrtech -> nemrznoucí kapalina nejčastěji na bázi glykolu) vyjadřuje teplotu solanky na vstupu do výparníku a **W** – Water (voda) značí teplotu otopné vody na výstupu z kondenzátoru tepelného čerpadla. Označení B0/W55 znamená teplotu 0°C solanky na vstupu do výparníku a 55°C výstupní teplotu otopné vody z kondenzátoru.

**Wx/Wx** označení využívající se u tepelných čerpadel Voda/Voda. **W** – Water (Voda) vyjadřuje teplotu na vstupu do výparníku a **W** – Water (voda) značí teplotu otopné vody na výstupu z kondenzátoru tepelného čerpadla. Označení W10/W45 znamená teplotu 10°C na vstupu do výparníku a 45°C výstupní teplotu otopné vody z kondenzátoru.

### **Vrty pro TČ:**

Vrty pro tepelné čerpadlo jsou vzhledem k dnešní technice nejlevnějším způsobem akumulace tepla a chladu. Vrty se realizují do hloubek 50 – 300m. V ČR je standardní hloubka 100 – 150m. Pro větší výkon se vytváří více vrtů v dostatečné vzdálenosti mezi sebou, aby neodebíraly možné teplo z půdy sobě navzájem -> u světlé vzdálenosti je ale nutné provést studii měření a případně TRT – Thermal response test, neboli zkouška tepelné odezvy zeminy.(Tepelné čerpadlo Země/Voda dokáže i přirozeně chladit „Passive Cooling“. Čerpadlo je vypnuté, ale běží oběhová čerpadla, která přenáší teplotu z interiéru do chladnější půdy, kde se teplo odevzdá zemině.) Chlazení BD nebylo řešením BP.



### Návrh vrtu od firmy GEROtop spol. s.ro.:

V rámci řešení vytápění BD i z hlediska cenového hodnocení jednotlivých kotelen, jsem požádal p. Ing. Ondřeje Kaňku o návrh zemních vrtů pro tepelné/á čerpadla Země/Voda pro BD o tepelné ztrátě 56kW při okrajové podmínce -12°C. Od firmy Gerotop byl vyhotoven návrh počtu a velikosti vrtů dle požadovaných informací.

**Firma GEROtop navrhla 15 vrtů, každý o hloubce 120m se světlou vzdáleností 12m mezi sebou.**

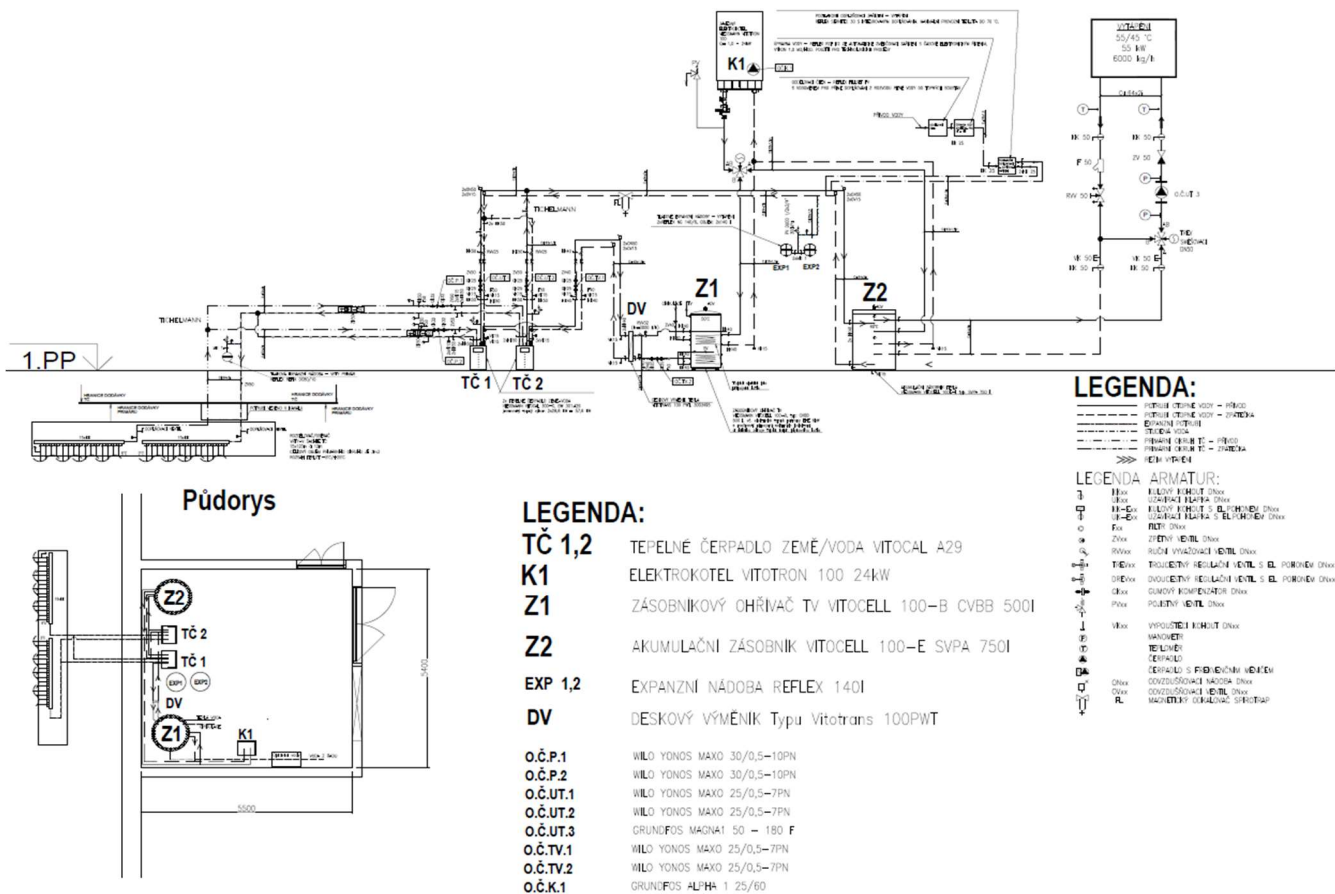
### Cenová nabídka od firmy GEROtop:

Jednostupňová projektová dokumentace DUR/DSP včetně HG posudku	30 000 Kč
Projektová dokumentace pro provedení stavby - detailní dokumentace včetně výkazu výměr/ rozpočtu	25 000 Kč
Orientační cena za kompletní provedení vrtů včetně organizačních, nákladů, dopravy apod. Úvaha je celkem 15 vrtů o hloubce 120m,	1 782 000 Kč
Orientační cena materiálu pro napojení vrtů dle technické místnosti	375 000 Kč
Orientační cena za práci a dopojení vrtů - zemní práce, elektro svařování, tlakové zkoušky, plnění, ukládání jímek apod.	255 000 Kč
$\Sigma$	2 467 000 Kč

Od společnosti **GEROtop** byla vytvořena cenová kalkulace v hodnotě **2,467 mil.** Kč, za vrty pro TČ země/voda a s nimi nutné zemní práce vč. šachet a rozdělovačů a sběračů pro jednotlivé vrty.

### Návrh kotelny 2x Vitocal 300-G

Návrh kotelny se odvíjel od schématu firmy Viessmann. Kaskáda bude sloužit kromě vytápění také k ohřevu TV. Čerpadla se nacházejí v Technické Místnosti č.003 na podlaží 1PP. Rozdělovače a sběrače od vrtů budou umístěny vedle objektu v šachtě.



Obrázek č. 37 Schéma kotelny BD s variantu kaskády tepelných čerpadel země/voda

Při návrhu tepelného čerpadla a jeho výkonu byl brán v potaz nedostatek výkonu v případě nižších venkovních teplot, než byla navržena kaskáda. Pro tento účel byl vybrán jako bivalentní zdroj tepla Elektrokotel Vitotron 100 s jmenovitým výkonem 1,0 – 24kW. Tyto výkyvy teplot nebyly brány v potaz a proto do konečného cenového hodnocení nebudou ceny energií spotřebované elektrokotlem zahrnuty.

### Akumulační zásobník

Akumulační zásobník je u tepelných čerpadel velice výhodným z hlediska vytvoření „polštáře“, , proti nárazovému výkyvu teplot a zefektivnění celého systému. V našem případě je akumulční zásobník více než výhodný i z důvodu plnohodnotným nahrazením HVDT kde je souběh dvou zdrojů. Pro TČ je nutné vytvořit optimální podmínky jako při měření v laboratoři tzn. průtok v TČ,  $\Delta 5K$  oproti odlišnému průtoku v soustavě.

### Příprava TV

Příprava TV bude zajišťovat kaskáda s přihřevem elektrokotle při dnech s nižší venkovní teplotou. Kaskáda je napojena do deskového výměníku, kde své teplo předá pitné vodě, která se bude akumulovat ve smaltovaném zásobníku o objemu 950l. Deskový výměník je v tomto případě navržen z důvodu dostatečného předání tepla pitné vodě. Trubkový výměník nedosahuje dostatečné plochy, aby zvládl přenést potřebný výkon těchto tepelných čerpadel. Zásobník je také vybaven 2 trubkovými výměníky. První výměník bude využit pro ohřev TV z elektrokotle a druhý bude ponechán pro možnost budoucího zřízení např. solárních kolektorů na středu BD.

Deskový výměník Vitotrans 100 PWT byl zvolen s ohledem na potřebný výkon pro TV.

### Regulace:

Kaskáda bude řízena ekvitermní regulací Vitrotronic 200 W01C.

Revize chladících okruhů dle nařízení ErP 517/2014 o fluorovaných skleníkových plynech.

### Výpočet ročního provozu kaskády Vitocal pro vytápění a TV

#### **Množství paliva potřebná pro sezónní provoz:**

Druh paliva:	Elektřina
Roční potřeba tepla	221,9 MWh
Výkon Čerpadla	56,3
Elektrický Příkon	17,06
SCOP	3,65
Průměrná cena s ročním růstem 1,5%	3,45 Kč/ 1kWh

$$\text{Roční spotřeba elektrické energie} = 221\,900 / 3,65 = \underline{\underline{60795\text{kWh}}}$$

Vycházíme z Bilance potřeby tepla viz. příloha č.2. Cenu elektrického proudu jsme určili dle cen na trhu, kde jsme určili jako počáteční cenu 2,9kč/1kWh (**38**). Pro přesnou kalkulaci byl připočítán roční růst cen o 1,5% po dobu 20let. Ceny jsme

poté zprůměrovali na hodnotu **3,45 Kč/1kWh**. Byl brán v potaz i střídání „levného“ a „drahého“ proudu.

Roční průměrné výdaje za přípravu TV a vytápění se pohybují okolo částky **209 742,75Kč**.

## CN KOTELNY BD S KASKÁDOU VITOCAL 300-G

CN vč. výpisu materiálu za kotelnu:

Popis	Počet	Cena/ks	Cena
Komponenty:			
Vitocal 300-G BW 301.A29	1	432 120,00 Kč	432 120,00 Kč
Vitocal 300-G BWS 301.A29	1	364 860,00 Kč	364 860,00 Kč
Sada primárního okruhu	2	20 630,00 Kč	41 260,00 Kč
Hlídač primárního tlaku	2	4 590,00 Kč	9 180,00 Kč
Oběhové čerpadlo pro sadu prim okruhu	1	15 590,00 Kč	15 590,00 Kč
Oběhové čerpadlo pro sadu prim okruhu	1	26 460,00 Kč	26 460,00 Kč
Vitocal 100-B CVB 500I	1	49 920,00 Kč	49 920,00 Kč
Pojistná skupina dle ČSN 73 66 60	1	4 840,00 Kč	4 840,00 Kč
Vitotrans 100 PWT 30bar	1	62 210,00 Kč	62 210,00 Kč
Vitocell 100-E, SVPB 750I	1	38 100,00 Kč	38 100,00 Kč
Kabel LON	1	940,00 Kč	940,00 Kč
Zakončovací odpor LON	1	200,00 Kč	200,00 Kč
Vitotron 100 VMN3 24 kW	1	31 740,00 Kč	31 740,00 Kč
Exp. Nádoba H140	2	6 220,00 Kč	12 440,00 Kč
VEntil R1 PN10	2	1 380,00 Kč	2 760,00 Kč
Odkalovač s magnetem DN50 přírubový	1	25 380,00 Kč	25 380,00 Kč
Solární exp. Nádoba 80 l 10 bar	1	8 440,00 Kč	8 440,00 Kč
Neutralizační zařízení GENO-Neutra V N-70	1	7 590,00 Kč	7 590,00 Kč
Rozdělovač	1	3 360,00 Kč	3 360,00 Kč
GRUNDFOS MAGNA3 50-150 F oběhové čerpadlo 1x230V	1	65 890,00 Kč	65 890,00 Kč
GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 oběhové čerpadlo 1x230V, 180mm, závítové	1	7 911,00 Kč	7 911,00 Kč
Wilo Stratos PARA 25/1-11	1	19 089,00 Kč	19 089,00 Kč
ESBE VRG131 ventil DN50 rotační, směšovací, vnitřní závít, mosaz	1	3 837,00 Kč	3 837,00 Kč
ESBE APA 661 pohon 230V rotační, s trojbodovým řízením	1	2 880,00 Kč	2 880,00 Kč
Stojanová konzole DN40/DN50	1	4 730,00 Kč	4 730,00 Kč
Regenerační sůl v tabletách 25 kg	3	880,00 Kč	2 640,00 Kč
Testr tvrdosti Aquatest TH	1	1 350,00 Kč	1 350,00 Kč

Popis	Počet	Cena/ks	Cena
Montážní sada bez směšovače M31 DN25	1	12 290,00 Kč	12 290,00 Kč
Redukce DN50/DN32	1	9 490,00 Kč	9 490,00 Kč
Redukce DN25-DN32	1	1 050,00 Kč	1 050,00 Kč
Úprava topné vody Aquaset 500-N	1	28 190,00 Kč	28 190,00 Kč
Přechodová příruba z DN100 / R2	1	4 130,00 Kč	4 130,00 Kč
Ostatní topenářský materiál	1	65 000,00 Kč	65 000,00 Kč
Elektromateriál	1	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč
Práce			
UDP - Vitocal, Aquaset, Vitotronic	1	15 000,00 Kč	15 000,00 Kč
Revize spalňové cesty	1	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
Revize elektro	1	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
Montáž	1	91 000,00 Kč	91 000,00 Kč
Elektromontáž	1	16 000,00 Kč	16 000,00 Kč
<b>Dotace</b>			<b>0,00 Kč</b>
<b>Celkem</b>			<b>1 520 827,00 Kč</b>
<b>DPH</b>		<b>21 %</b>	<b>319 373,67 Kč</b>
<b>Celkem včetně DPH po odečtení dotace</b>			<b>1 840 200,67 Kč</b>

Obrázek č. 38 CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu

#### 4.3.3. Kaskáda 2x Elektrokotel EKCO.TM

Posledním porovnávaným zdrojem bude kaskáda 2 elektrokotlů firmy Kospel o jmenovitém výkonu 2x 48kW.



Obrázek č. 39 Kotel EKCO.TM

**Výkon:** 16 – 98kW

**Palivo:** Elektrický proud

**Životnost:** 20 - 25 let

**Účinnost:** 99,5 %

**Jištění:** 3x69,3 A

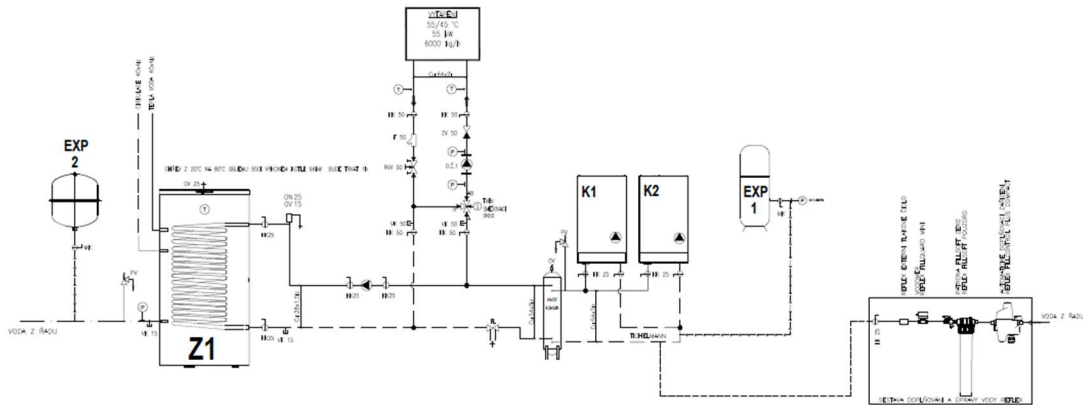
**Sazba el. proudu:** D57d

*Kotel splňuje požadavky na **Ekodesign dle vyhlášky ErP 813/2013.(10)***

#### **Návrh kotelny EKCO.TM 2x48 kW**

Návrh kotelny se odvíjel od schématu firmy KOSPEL. Kaskáda bude sloužit kromě vytápění také k přípravěTV. Kotle se nachází v Technické místnosti č.003 na podlaží 1PP.

Jištění elektrického proudu je pro kotle dostatečné.



1.PP



Obrázek č. 40 Kotelna předmětného BD s variantou EKCO.TM 2x48kW

Kaskáda dvou nástěnných kotlů EKCO.TM 2x48 kW je uchycena na nosné stěně. Kotle jsou umístěny v těsné blízkosti a jsou spolu hydraulicky spojeny připojovacím potrubím, které je spojeno s otopnou soustavou. Kotlová tělesa jsou opatřena svými integrovanými oběhovými čerpadly. Cirkulaci TV v otopné soustavě zajišťuje oběhové čerpadlo Grundfos Manga1 50 – 180F.

**Příprava TV**

Příprava TV bude zajištěna pomocí oběhového čerpadla umožňující souběh vytápění a přípravy TV. Nepřímotopný zásobník o objemu 950l je vybaven trubkový „šnekovým,, výměníkem, který zajistí hygienický ohřev pitné vody topnou vodou viz. obr. 33.

**Regulace:**

Kaskádová regulace je již obsažena v řídicím kotli. Pro správnou funkci je nutné z jednoho kotle udělat „Master“ a druhého „Slave“ , aby regulace dokázala ovládat oba.

### Návrh expanzní nádoby:

Návrh expanzní nádoby vychází z práce v předmětu STZB. Pro výpočet byla použita prezentace Ing. Pavly Dvořákové vyučující předmět STZB v letním semestru 2021. **(34)**

#### Parametry:

Výkon:	2x 49 = 98kW				
Teplotní spád:	55/45; 80°C				
Objem Vody	Tělesa:	1400 l	Ve1 =	e . Vsystem / 100 =	21
	Potrubí:	500 l	Ve2 =	e . Vsystem / 100 =	7,5
	Kotel	25 l	Ve5 =	e . Vsystem / 100 =	0,7025 l
Expanzní rezerva Vwr = 0,5% z Vsystem = (1400+500+200+25) . 0,005 = 10,75 l					Ve = 29,2025

$$P_o = h \cdot \rho \cdot G \quad 21,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 + 0,3 = 2,4 \text{ Bar}$$

$$P_e = 2,7 \text{ Bar} \quad V_{exp, \min} = (V_e + V_{wr}) \cdot \frac{P_e + 1}{P_e - P_o} \quad V_{exp, \min} = (29,2025 + 10,75) \cdot \frac{2,7 + 1}{2,7 - 2,4}$$

**Vexp = 492,75 l**

#### Navrhují Expanzní nádobu 500 l

ZÁSOBNÍK TV	950 l	Ve =	e . Vsystem / 100 =	26,695
-------------	-------	------	---------------------	--------

Expanzní rezerva Vwr = 0,5% z Vsystem = (950) . 0,005 = 4,75 l

$$P_o = h \cdot \rho \cdot G \quad 3 \cdot 1000 \cdot 9,81 + 0,3 = 0,6 \text{ Bar}$$

$$P_e = 2,7 \text{ Bar} \quad V_{exp, \min} = (V_e + V_{wr}) \cdot \frac{P_e + 1}{P_e - P_o} \quad V_{exp, \min} = (26,695 + 4,75) \cdot \frac{2,7 + 1}{2,7 - 0,6}$$

**Vexp = 55,4 l**

#### Navrhují Expanzní nádobu pro TV 80 l

### Výpočet ročního provozu kaskády EKCO.TM pro vytápění a TV

#### **Množství paliva potřebná pro sezónní provoz:**

Druh paliva:	Elektřina
Výkon elektrokotle	2x 48kW = 96kW
Roční potřeba tepla	221,9 MWh
Průměrná cena s ročním růstem 1,5%	3,46 Kč/ kWh

### Cena roční vyúčtování elektrického proudu za topení elektrokotlem = 221 900 \* 3,46 = 767 774 Kč

Vycházíme z Bilance potřeby tepla viz. příloha č.2. Cenu elektrického proudu jsme určili dle cen na trhu, kde jsme určili jako počáteční cenu 2,9kč/1kWh **(39)**. Pro přesnou kalkulaci byl připočítán roční růst cen o 1,5% po dobu 20let. Ceny jsme poté zprůměrovali na hodnotu **3,46 Kč/1kWh**.



Roční průměrné výdaje za přípravu TV a vytápění se pohybují okolo částky **767 774Kč.**

## CN KOTELNY BD S KASKÁDOU ELEKTROKOTLŮ 2x48kW

CN vč. výpisu materiálu za kotelnu:

Popis	Počet	Cena/ks	Cena	Popis	Počet	Cena/ks	Cena
Komponenty:				UDP	1	8 000,00 Kč	8 000,00 Kč
Elektrický kotel EKCO.TM 48 kW	2	40 680,00 Kč	81 360,00 Kč	Revize elektro	1	7 000,00 Kč	7 000,00 Kč
Čidlo teploty zásobníku	1	720,00 Kč	720,00 Kč	Montáž	1	65 000,00 Kč	65 000,00 Kč
Hydraulická výhybka typ Q80	1	6 660,00 Kč	6 660,00 Kč	Elektromontáž	1	8 500,00 Kč	8 500,00 Kč
Stěnová konzola hydr. výhybky Q80	1	1 570,00 Kč	1 570,00 Kč				
Membr. expanzní nádoba N 500l, stříbrná	1	18 230,00 Kč	18 230,00 Kč	<b>Dotace</b>			<b>0,00 Kč</b>
Membránová expanzní nádoba H80 stříbrná	1	3 080,00 Kč	3 080,00 Kč	<b>Celkem</b>			<b>602 281,00 Kč</b>
Uzavírací ventil R 1, PN 10	2	1 380,00 Kč	2 760,00 Kč	<b>DPH</b>		<b>21 %</b>	<b>126 479,01 Kč</b>
Pojistný ventil typ MS 1 1/2	1	4 590,00 Kč	4 590,00 Kč	<b>Celkem včetně DPH po odečtení dotace</b>			<b>728 760,01 Kč</b>
Pojistný ventil 1" 3bar	1	1 020,00 Kč	1 020,00 Kč				
Odkalovač a magnetem DN50 přírubový	1	25 380,00 Kč	25 380,00 Kč				
Vitocet Füllkombi	1	6 660,00 Kč	6 660,00 Kč				
Úpravna topné vody Aquaset 500-N	1	28 190,00 Kč	28 190,00 Kč				
Regenerační sůl v tabletách 25kg	3	880,00 Kč	2 640,00 Kč				
Testr tvrdosti vody Aquaset TH	1	1 350,00 Kč	1 350,00 Kč				
Filter pitné vody I25-50 s výměn. vložkou	1	960,00 Kč	960,00 Kč				
Oběhové čerpadlo Alpha1 L 25-60 / 180	1	6 380,00 Kč	6 380,00 Kč				
Vitocell 100-V CVAA 950 I	1	102 770,00 Kč	102 770,00 Kč				
Pojistná skupina podle ČSN 73 66 60	1	4 840,00 Kč	4 840,00 Kč				
GRUNDFOS MAGNA3 50-180 F oběhové čerpadlo 1x230V	1	77 269,00 Kč	77 269,00 Kč				
Wilo PARA 30/6	1	18 950,00 Kč	18 950,00 Kč				
Exp. Nádoba Reflex 600l	1	21 560,00 Kč	21 560,00 Kč				
Exp. Nádoba Reflex 80l	1	3 125,00 Kč	3 125,00 Kč				
ESBE VRG 131 ventil DN50 rotační, směšovací, vnitřní závit, mosaz	1	3 837,00 Kč	3 837,00 Kč				
ESBE ARA 661 pohon 230V rotační, s trojbodovým řízením	1	2 880,00 Kč	2 880,00 Kč				
Drobný montážní materiál	1	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč				
Ostatní topnářský materiál	1	65 000,00 Kč	65 000,00 Kč				
Elektromateriál	1	12 000,00 Kč	12 000,00 Kč				
Práce							

Obrázek č. 41 CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu

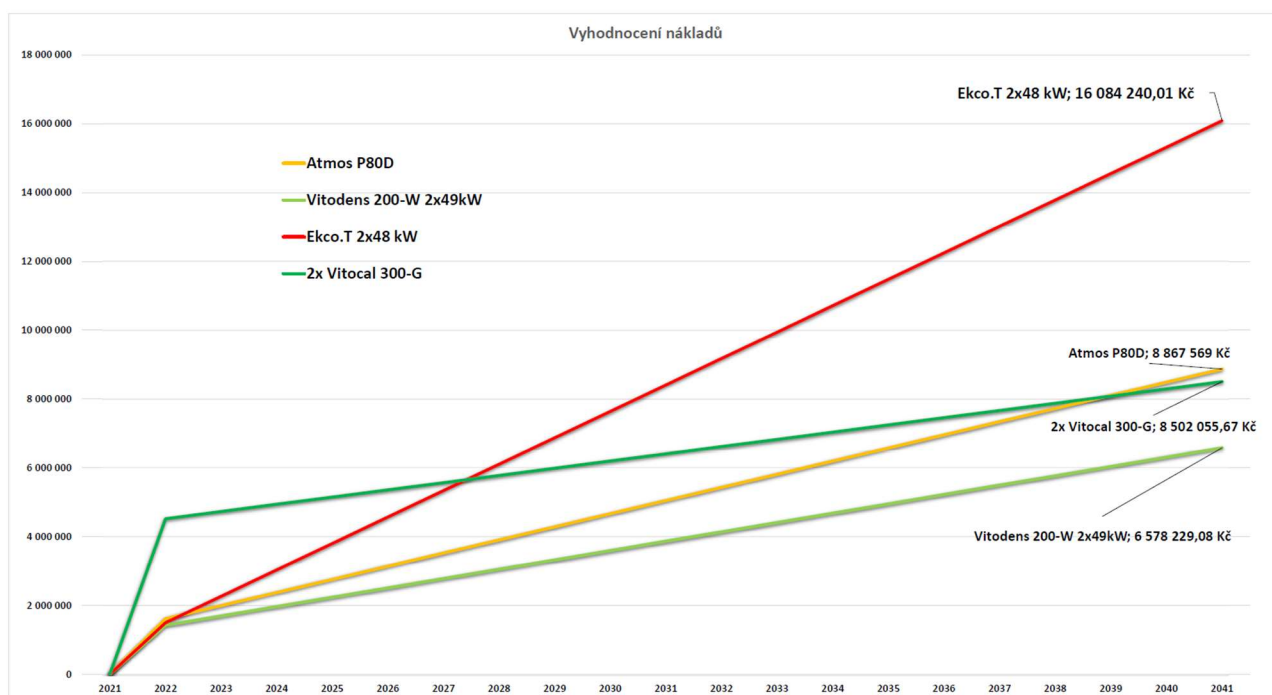
**Cenová nabídka od f. FORCE ENERGY, s.r.o. byla vyčíslena na cenu 728 760,01 Kč vč. 21% DPH.**

#### 4.4. Celkový souhrn a srovnání

Posledním krokem této práce je vyhodnocení řešeného vytápění v rámci ekonomické stránky věci. V návrzích zdrojů byly vybírány zdroje s různými druhy paliv, které dodržují nejpřísnější nároky na množství produkovaných emisí za rok a šetrnost celého systému k životnímu prostředí.

Vyhodnocení nákladů na vytápění:	Spotřeba	MJ	Cena za MJ	Roční Nárůst Cen	Souhrn/ROK	Souhrn /20 let	Cena realizace	Souhrn: náklady na provoz vč. realizace
Automatický kotel na pelety Atmos P80D	53,086	T	7 193 Kč	1%	381 848 Kč	7 636 952 Kč	1230617,19	8 867 569 Kč
Kaskáda Plynových kotlů Viessmann 2x49kW	26 451,20	m3	10,26 Kč	1,00%	271 415,76 Kč	5 428 315 Kč	1149913,82	6 578 229 Kč
Elektrokotel EKCO.T 2x 48kW	221 900,00	kWh	3,46 Kč	1,50%	767 774,00 Kč	15 355 480 Kč	728760,01	16 084 240 Kč
Vitocal 300-G	60 795,00	kWh	3,45 Kč	1,50%	209 742,75 Kč	4 194 855 Kč	4 307 201	8 502 056 Kč

Obrázek č. 42 Tabulka vyhodnocující nákladnost jednotlivých variant



Obrázek č. 43 Graf vynaložených částek za realizaci a následný 20letý provoz

Dle výsledných hodnot, které jsme získali z investičního i provozního hlediska vychází neekonomičtěji varianta č. 2. tj. Kaskáda dvou plynových nástěnných kondenzačních kotlů **Vitodens 200-W 2x49kW**.



## 5. Diskuze a závěr

Cílem této práce byl návrh otopné soustavy pro zadaný objekt bytového domu s pečovatelskou službou. Pro vyhotovení této práce byl zapotřebí výpočet tepelně technických vlastností konstrukcí. Následné zjištění tepelných ztrát budovy a poté návrh otopné soustavy vč. otopných ploch v jednotlivých místnostech. Po zjištění tepelných ztrát a potřebné energie pro správný chod budovy byly navrženy varianty jednotlivých zdrojů tepla, které se porovnaly po ekonomické stránce v horizontu 20 let.

Pro předmětný BD byla vybrána kotelna s kaskádou plynových kotlů Vitodens 200-W 2x49kW, která vycházela z pohledu investic a současně s možností doplnění o OZE nejefektivněji a tím i pro případného investora nejvíce atraktivním zdrojem pro předmětný bytový dům.

### SEZNAM PŘÍLOH:

**Příloha č.1:** Výpočet tepelných ztrát BD

**Příloha č.2:** Bilance potřeby tepla BD

**Příloha č.3:** Výkresová dokumentace vytápění BD

**Příloha č.4:** Tlakové ztráty – Výstup z TechCON X

**Příloha č.5:** Technická zpráva vytápění BD

**Příloha č.6:** Ostatní varianty kotelen řešených v BP

### POUŽITÉ PROGRAMY:

AUTOCAD 2022

RAUCAD – TechCON X

Microsoft office 365 – Word 2020

Microsoft office 365 – Excel 2020

## 6. Zdroje:

### POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA:

- [1] Co to jsou obnovitelné zdroje: <https://www.eon.cz/radce/obnovitelne-zdroje-energie>
- [2] Neobnovitelné zdroje : [https://cs.wikipedia.org/wiki/Neobnoviteln%C3%BD\\_zdroj\\_energie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Neobnoviteln%C3%BD_zdroj_energie)
- [3] Kotle na tuhá paliva: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy>
- [4] Zákon č.201/2012 Sb. – o ochraně ovzduší : <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-201-2012-sb-a-souvisejici-predpisy>
- [5] CO2 neutrální : <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/kotle-na-biomasu/kotle-na-biomasu/vitoflex-300vf.html>
- [6] Co jsou pelety? : <https://oze.tzb-info.cz/peletky/14989-vse-o-vytapani-drevnimi-peletami-a-proc-je-vyhodne-si-s-nimi-zacit>
- [7] Kotle na uhlí a brikety: <https://www.atmos.eu/zplynovaci-kotle-na-uhli-drevo/>
- [8] Co to jsou brikety? : <https://cs.wikipedia.org/wiki/Briketa>
- [9] Co je to zplynování?: <https://ceska-peleta.cz/zpravy-z-tisku/zplynovaci-nebo-automaticky-vybirame-kotel-na-drevo-a-pelety/>
- [10] Zemní plyn: <https://www.dumazahrada.cz/casopis/clanky/24627-proc-topit-plynem/>
- [11] Nařízení EU 813 a 814/2013: <https://vytapani.tzb-info.cz/13118-jak-to-bude-s-plynovymi-spotrebici>
- [12] Klasické plynové kotle: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/868-kondenzacni-kotel-pro-kazdeho-i>
- [13] Kondenzační technika : <https://www.kondenzacni-kotle.cz/princip-kondenzacnich-kotlu/kondenzace>
- [14] Nekondenzační technika: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle.html>
- [15] Olejové Kotle: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/vyhody-olejovych-kotlu.html>
- [16] Práce TČ: <http://www.ochsnercz.cz/cz/o-tepelnych-cerpadlech/princip-tepelneho-cerpadla.html>
- [17] Rozdělení tepelných čerpadel: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/typy-tepelnych-cerpadel.html>
- [18] Plošný kolektor: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
- [19] Tepelné čerpadlo Vzduch – Voda: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/typy-tepelnych-cerpadel.html>
- [20] Tepelná čerpadla Pro a Proti: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/typy-tepelnych-cerpadel.html>



- [21] Solární kolektory: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory>
- [22] Heat Pipe: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443\\_337\\_CZ\\_Prospekt\\_Solarni\\_termicke\\_systemy\\_\(01\\_20\)\\_energie\\_ze\\_slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443\\_337\\_C Z Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443_337_CZ_Prospekt_Solarni_termicke_systemy_(01_20)_energie_ze_slunce.pdf/jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/9443_337_CZ_Prospekt_Solarni_termicke_systemy_(01_20)_energie_ze_slunce.pdf)
- [23] Deskové kolektory: <https://www.viessmann.cz/cs/servis/ke-stazeni.html>
- [24] Fotovoltaika: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- [25] Litinové radiátory: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/59-tepelny-vykon-ocelovych-a-litinovych-clankovych-teles>
- [26] Ocelové radiátory: <https://vytapani.tzb-info.cz/123984-radiator-deskovy-nebo-clankovy-ocelovy-litinovy-nebo-jiny>
- [27] Elektrické podlahové topení: <https://www.podlahove-topeni.eu/>
- [28] Konvektory: <https://www.tzb-info.cz/1188-tzb-2002-vlastnosti-a-specifika-pouziti-podlahovych-konvektoru>
- [29] Výpočet tepelných ztrát:  
[https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapani\\_soubory/BT01\\_P2.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapani_soubory/BT01_P2.pdf)
- [30] Bilance Potřeby Tepla: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [31] Kotelny dle ČSN: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1769-csn-07-0703-plynovе-kotelny-stav-revize>
- [32] Laddomat: <https://www.gas.cz/atmos-regulace-laddomat-22/produkt/12135/336/#description>
- [33] Akumulační zásobníky: <https://www.viadrus.cz/akumulacni-nadrze-131.html>
- [34] Návrh Expanzní Nádoby: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125STZB>
- [35] Cena pelet: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/43-prehled-cen-pelet>
- [36] HVDT: <https://www.1-topeni-levne.cz/katalog-podlahove-topeni-cenik/hvdt-anuloidy/nejprodavanejsi-th-anuloid-nerez/produkt/anuloid-hvdt-hydraulicky-vyrovnac-tlaku---bez-izolace>
- [37] Cena zemního plynu: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu?op=63-315>
- [38] Cena elektřiny D56d: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny?sazba=D56d>
- [39] Cena elektřiny D57d: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny?sazba=D57d>

## POUŽITÉ OBRÁZKY:

1. Průřez kotlovým tělesem Vitoligno 250-S: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/kotle-na-biomasu/kotel-na-kusove-drevo/vitoligno-150s.html>
2. Průřez kotle na pelety: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/kotle-na-biomasu/peletkovy-kotel/vitoligno-300c.html>
3. Briketa: <https://www.ekopaliva.poulik.cz/e-shop/48-drevene-brikety-turbo/>
4. Průběh kondenzace: <https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/Plynova kondenzacni technika.pdf/jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/Plynova kondenzacni technika.pdf>
5. Průřez plynového kondenzačního kotle: <https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/Plynova kondenzacni technika.pdf/jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/Plynova kondenzacni technika.pdf>
6. Průřez nízkoteplotním kotlem: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/plynove-kotle/nizkoteplotni-plynove-kotle/vitoplex-200.html>
7. Princip průběhu tepelného čerpadla: <https://www.e15.cz/nazory/tepelna-cerpadla-usporny-a-cisty-druh-vytapeni-1349182>
8. COP: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443\\_338\\_CZ\\_Prospekt\\_Vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme\\_\(08\\_19\)\\_vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme.pdf/jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443\\_338\\_CZ\\_Prospekt\\_Vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme\\_\(08\\_19\)\\_vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443_338_CZ_Prospekt_Vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme_(08_19)_vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme.pdf/jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443_338_CZ_Prospekt_Vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme_(08_19)_vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme.pdf)
9. Tepelná čerpadla Vzduch-Voda; Země – Voda: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/vytapeni-a-vzduchotechnika/5530-tepelna-cerpadla-jak-vybrat-to-nejlepsi-pro-drevostavby>
10. Tepelná čerpadla Vzduch-Voda; Země – Voda: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/vytapeni-a-vzduchotechnika/5530-tepelna-cerpadla-jak-vybrat-to-nejlepsi-pro-drevostavby>
11. Mapa ziskovosti sluneční energie ČR na m<sup>2</sup>/rok: <https://www.viessmann.cz/cs/servis/kestazeni.html>
12. Schéma solárních kolektorů , zásobníku a kotle: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443\\_337\\_CZ\\_Prospekt\\_Solarni\\_termicke\\_systemy\\_\(01\\_20\)\\_en](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443_337_CZ_Prospekt_Solarni_termicke_systemy_(01_20)_en)



- [ergie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf](#)
13. Schéma absorbéru Heat Pipe : [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf)
14. Schéma trubicových kolektorů: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf)
15. Schéma deskového kolektoru: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy \(01 20\) energie ze slunce.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf/ jcr content/renditions/original.media file.download attachment.file/9443 337 CZ Prospekt Solarni termicke systemy (01 20) energie ze slunce.pdf)
16. Skladba podlahy sálavého nízkoteplotního vytápění : Viessmann spol. s.r.o
17. Výpočtové venkovní teploty : <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TZBR&u=4>
18. Výpočtové vnitřní teploty : <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TZBR&u=4>
19. Skladba Suterénní obvodové stěny
20. Skladba Stropní konstrukce mezi 1PP a 1NP
21. Skladba Obvodové stěny
22. Skladba Stropní konstrukce typického podlaží
23. Skladba Zelené střechy
24. Stanovení Uequeie,k:  
[https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni\\_soubory/BT01\\_C3.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C3.pdf)
25. Stanovení n50: [https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni\\_soubory/BT01\\_C3.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C3.pdf)
26. Stanovení součinitele e:  
[https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni\\_soubory/BT01\\_C3.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C3.pdf)
27. Kotel Atmos: <https://www.atmos.eu/>
28. Kotelna předmětného BD s variantou kotle Atmos D80P
29. Laddomat: <https://www.gas.cz/atmos-regulace-laddomat-22/produkt/12135/336/#description>
30. CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu – Kotel Atmos D80P



- 31.** Pohled na sestavu kotlů Vitodens 200-W 2x49kW + HVDT  
<https://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/vitodens-200w-typ-b2ha.html>
- 32.** Kotelna předmětného BD s variantou Vitodens 200-W 2x49kW
- 33.** HVDT: <https://www.1-topeni-levne.cz/katalog-podlahove-topeni-cenik/hvdt-anuloidy/nejprodavanejsi-th-anuloid-nerez/produkt/anuloid-hvdt-hydraulicky-vyrovnavac-tlaku--bez-izolace>
- 34.** Průřez nepřímotopným zásobníkem: Viessmann spol. s.r.o
- 35.** CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu – Kaskáda 2x Vitodens 200-W
- 36.** Schéma tepelného čerpadla Země/voda Vitocal 300-G  
[https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443\\_338\\_CZ\\_Prosepekt\\_Vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme\\_\(08\\_19\)\\_vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme.pdf/jcr:content/renditions/original.media/file/download/attachment/file/9443\\_338\\_CZ\\_Prosepekt\\_Vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme\\_\(08\\_19\)\\_vytapeni\\_teplem\\_ze\\_vzduchu\\_a\\_zeme.pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/9443_338_CZ_Prosepekt_Vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme_(08_19)_vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme.pdf/jcr:content/renditions/original.media/file/download/attachment/file/9443_338_CZ_Prosepekt_Vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme_(08_19)_vytapeni_teplem_ze_vzduchu_a_zeme.pdf)
- 37.** Schéma kotelny BD s variantu kaskády tepelných čerpadel země/voda
- 38.** CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu – Kaskáda 2x Vitocal 300-G
- 39.** Kotel EKCO.T <https://kospel.pl/pl/produkty/4-elektryczne-kotly-co/49-ekco-t-i-ekco-tm.html>
- 40.** Kotelna předmětného BD s variantou EKCO.T 2x48kW
- 41.** CN za kompletní montáž kotelny vč. technologie a materiálu – Kaskáda EKCO.T 2x48kW
- 42.** Tabulka vyhodnocující nákladnost jednotlivých variant,
- 43.** Graf vynaložených částek za realizaci a následný 20letý provoz





## SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

- **ČSN EN 12831:** *Otopné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro tepelné ztráty*
- **ČSN EN 303-5:** *Kotle pro ústřední vytápění - Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční nebo samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 300 kW*
- **ČSN EN ISO 17 225-2:** *Rozprašovací hořáky na kapalná paliva část 2: Pohony pro hořáky na kapalná paliva*
- **Zákon 165/2012 sb.:** *Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů*
- **Zákon 201/2012 sb.:** *Zákon o ochraně ovzduší*
- **Nařízení EU 813 a 814/2013:** *Požadavky ohřivačů vody a zásobníků teplé vody na EKODESING*
- **ČSN EN 14511:** *Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru – Termíny, definice a klasifikace*
- **ČSN EN 14825:** *Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Zkoušení a klasifikace za podmínek částečného zatížení a výpočet při sezonním nasazení*
- **Nařízení vlády č. 272/2011 sb.:** *Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*