

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA MECHANIKY A STROJÍRENTCVÍ



**Návrh tepelného zdroje pro vybraný objekt s ohledem
na emise v ovzduší**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.

Bakalant: Tereza Vondráková

2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma: *Návrh tepelného zdroje pro vybraný objekt s ohledem na emise v ovzduší* vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze 5. března 2020

.....

Poděkování

Chci poděkovat především svému vedoucímu práce, doc. Ing. Pavlovi Neubergerovi Ph.D., za vedení, trpělivost a velkou podporu při psaní mé práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, svému příteli, přátelům a především kolegům z práce, za čas, který mi věnovali při konzultacích, za zapůjčení přístrojové techniky a poskytnutí firemní literatury.

V Praze 5. března 2020

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá výběrem vhodného tepelného zdroje pro modelový objekt. V úvodu této práce jsou teoreticky popsány základní zdroje energie. Následně jsou uvedeny a teoreticky popsány tepelné zdroje, které mohou objekt zásobovat teplem. Zákony a vyhlášky poukazují na kritéria, které zdroj musí splňovat a nařizují, jak zdroj udržovat. Tato část práce zahrnuje i možné dotační podpory od státu. Vzhledem k neznalosti možností a vysokých cen nabízených ekologicky šetrných tepelných zdrojů je tato problematika důležitým tématem. V části materiály, metody a výsledky je uvedený stávající zdroj plynový kondenzační kotel a navržené zdroje, jako náhrada za zdroj stávající. V další části této kapitoly jsou uvedeny argumenty, jestli jsou vhodným nebo nevhodným řešením. Navržené zdroje jsou celkem tři-kondenzační plynový kotel, kotel na pevná paliva a tepelné čerpadlo. Plynový kondenzační kotel je o výkonu 49 až 60 kW, jeho cena je 74 570 Kč bez DPH a spotřebuje průměrně 7 740 m³ zemního plynu ročně. Kotel na pevná paliva je o výkonu 17 až 45 kW, jeho cena je 132 750 Kč bez DPH a spotřebuje průměrně 44 prn dřeva ročně. Teplené čerpadlo je o výkonu 40 až 74 kW, jeho cena je 823 490 Kč bez DPH a ročně pro provoz spotřebuje průměrně 31 000 kWh elektřiny ročně. Argumenty jsou postaveny na kritériích ekonomických, ekologických a praktických. Uvedeny jsou náklady na pořízení a provoz tepelného zdroje a spotřeby energie. V závěru a diskuzi práce je uvedeno porovnání jednotlivých zdrojů.

Klíčová slova: tepelné ztráty, spaliny, zdroje tepla

Abstract

This bachelor's thesis deals with a selection of a suitable heat source for a model building. The basic thermal energy resources are listed and theoretically described at the beginning. Subsequently, the heat sources are introduced. Laws and ordinances point to the criteria that a source must meet and dictate how to maintain the source. This part also includes different government incentives options. A replacement for the existing gas condensing boiler is recommended in the part Materials, methods and results. This section presents arguments supporting the suitability of the solution. Three sources are proposed-a condensing gas boiler, a solid fuel boiler and a heat pump. The gas condensing boiler has an output of 49 to 60 kW, its price is CZK 74,570 without VAT and consumes an average of 7,740 m³ of natural gas per year.

The solid fuel boiler has an output of 17 to 45 kW, its price is 132,750 CZK without VAT and consumes an average of 44 prn of wood per year. The heat pump has an output of 40 to 74 kW, its price is 823,490 CZK without VAT and annually consumes

an average of 31,000 kWh of electricity. The arguments are based on economical, ecological and practical criteria. The acquisition and operation costs of each heat source are calculated. A comparison of individual heat sources can be found at the end of the thesis.

Key words: heat loss, flue gas, heat sources

Obsah

1	ÚVOD	1
2	ZDROJE ENERGIE.....	3
2.1	NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	4
2.2	OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	5
3	ZDROJE TEPLA PRO OTOPNÉ SOUSTAVY	7
3.1	KOTLE NA PEVNÁ PALIVA.....	7
3.1.1	<i>Kotel na dřevo.....</i>	7
3.1.2	<i>Kotel na pelety</i>	8
3.1.3	<i>Kombinovaný kotel.....</i>	9
3.1.4	<i>Kotel na uhlí a brikety</i>	9
3.2	PLYNOVÉ KOTLE	9
3.2.1	<i>Kondenzační kotel</i>	9
3.3	ELEKTRO KOTLE	10
3.4	TEPELNÁ ČERPADLA	10
3.4.1	<i>Rozdělení tepelných čerpadel.....</i>	11
4	ZÁKONY, VYHLÁŠKY, NORMY A STÁTNÍ DOTAČNÍ PODPORY	14
4.1	ZÁKON O OCHRANĚ OVZDUŠÍ	14
4.2	ZÁKON Č. 133/1985 Sb. O POŽÁRNÍ OCHRANĚ	16
4.3	TEPELNÉ ZTRÁTY PODLE NORMY ČSN 060210.....	17
4.4	OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	18
4.5	KOTLÍKOVÉ DOTACE	19
4.6	NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM.....	19
5	MATERIÁLY, METODY A VÝSLEDKY	19
5.1	TECHNICKÉ PARAMETRY OBJEKTU.....	19
5.2	SOUČASNÉ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ.....	20
5.3	POSTUP VÝPOČTU TEPELNÉ ZTRÁTY	21
5.4	MĚŘENÍ SPALIN	24
5.5	NAMĚŘENÉ HODNOTY STÁVAJÍCÍHO ZDROJE TEPLA	25
5.6	NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ	26
5.6.1	<i>Vitodens 200-W.....</i>	26
5.6.2	<i>Vitoligno 150-S.....</i>	28
5.6.3	<i>Energycal AW PRO AT.....</i>	30
5.7	POROVNÁNÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ	31

6	DISKUZE A ZÁVĚR	31
7	ZDROJE	34
7.1	ODBORNÉ PUBLIKACE	34
7.2	LEGISLATIVNÍ ZDROJE	36
7.3	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	36
7.4	OSTATNÍ ZDROJE	37
7.5	SEZNAM TABULEK.....	38
7.6	SEZNAM OBRÁZKŮ	38

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Vondráková

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Návrh tepelného zdroje pro vybraný objekt s ohledem na emise v ovzduší

Název anglicky

Design od heat source for selected object with respect to air emission

Cíle práce

Navrhnout zdroj vytápění pro výpočtem stanovenou tepelnou ztrátu vybraného objektu. Porovnat produkci a složení spalin různých technologií přípravy tepla. Porovnat ekonomiku provozu jednotlivých řešení.

Metodika

1. Struktura práce by se co nejvíce měla přiblížit schématu:

- A. Úvod
- B. Materiál a metody
- C. Výsledky
- D. Diskuse
- E. Závěr

V práci rešeršního charakteru lze připustit sloučení bodů B a C. Podobně lze slučovat diskusi a závěr.

2. V bakalářské práci by měla být stanovena tepelná ztráta vybraného objektu a variantně navržen zdroj tepla odpovídajícího výkonu. Pro jednotlivá řešení by mělo být porovnáno složení a množství produkovaných spalin udávaných výrobcí. Alespoň jeden údaj by měl být ověřen měřením. Součástí práce by mělo být i ekonomické zhodnocení provozu jednotlivých technických řešení.

3. Práci je vhodné doplnit fotografiemi, schématy, grafy a tabulkami. Jednotlivé kapitoly a podkapitoly práce, rovnice, tabulky a obrázky je nutno číselně označovat a na toto značení se v textu odkazovat. Nedílnou součástí práce je i obsah, abstrakt, seznam použitých zkratk a symbolů, obrázků, tabulek a literatury.

Práce může být doplněna přílohami.

4. Při vypracování bakalářské práce je nutno dbát na respektování citačních pravidel dle ČSN ISO 690:2011.

5. Vedoucího práce je nutno čtvrtletně seznamovat s postupem zpracování zadaného tématu.

Doporučený rozsah práce

35 stran včetně tabulek, obrázků a příloh

Klíčová slova

tepelná ztráta ,spaliny, emise plynů

Doporučené zdroje informací

ČSN UN12831-1. Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. 98 s. Třídící znak 060206.

HORÁK, J. a kol. Stanovení účinnosti kotlů. TZB-INFO [online] 21.4.2014. Dostupné z:<https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/11107-stanoveni-ucinnosti-kotlu>

KARLÍK, R. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2720-2.

RYŠAVÝ, Z. Porovnání výpočtů tepelných ztrát podle ČSN 06 0210 a ČSN EN 12831. TZB-INFO [online] 9.1.2016. Dostupné z:<https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/2987-porovnani-vypoctu-tepelnych-ztrat-podle-csn-06-0210-a-csn-en-12831>

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra mechaniky a strojnictví

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2019

doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 6. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 05. 2020

1 Úvod

Vzhledem k tlaku dnešní doby vytvářet okolo sebe neekologičtější prostředí, se začaly stavět nízkoenergetické domy, snižuje se produkce plastů a zavádí se mnoho dalších opatření pro zlepšení životního prostředí. Bakalářská práce se zabývá jednou z problematik dnešní doby, a to vypouštěním emisí z lokálních tepelných zdrojů do ovzduší. Velký podíl na vytváření emisí mají naše obydlí, výrobní objekty, kancelářské budovy, veřejné budovy a mnoho dalších. Ve všech těchto objektech je po ukončení nahrazován starý zdroj tepla je po ukončení životnosti nahrazován novým, technologicky vyspělejším zařízením.

Práce se zabývá problematikou emisí tepelných zdrojů otopných soustav budov. Celý proces náhrady bude demonstrován na příkladu jedné budovy. Pro bakalářskou práci byl vybrán kancelářský objekt firmy Logosign nedaleko Prahy. V objektu se nachází plynový kotel Vitodens-300, u kterého budou změřeny emise. Poté bude navržen nový zdroj tepla podle zjištěných tepelně-technických parametrů. Pro návrh nového zdroje je nutno určit tepelnou ztrátu objektu, aby podle ní mohl být navržen výkon nového zdroje tepla.

Cílem práce je navrhnout zdroj tepla pro stanovenou tepelnou ztrátu vybraného objektu, který bude mít minimální dopad na prostředí kolem nás. Na konci práce bude provedeno porovnání produkce a složení emisních spalín různých technologií přípravy tepla, a porovnání ekonomiky provozu jednotlivých řešení. Výsledkem bude určení ekologicky a ekonomicky příznivějšího zdroje tepla.

Emise jsou složky, které znečišťují ovzduší viz tabulka č. 1. Zdrojů emisí je mnoho a jedním z nich jsou zdroje tepla. Do ovzduší se tyto látky dostávají procesem spalování. Spalování paliva je chemická oxidace, při které se uvolňuje teplo. Změnou výběru zdroje energie můžeme snížit podíl na vytváření emisí.

Název a značení	Vznik	Vliv na životní prostředí
Oxid siřičitý SO ₂	Spalování paliv s obsahem síry	Kyselá dešť
Oxidy dusíku NO _x	Z organicky vázaného a vzdušného dusíku	Smog, kyselá dešť, skleníkový plyn
Oxid uhelnatý CO	Z nedokonalého spalování uhlíku	Vznik přízemního ozonu
Oxid uhličitý CO ₂	Ze spalování fosilních a organických paliv	Skleníkový plyn

Tabulka 1 Hlavní složky emisí (Marek Goryczka, 2014)

Oxid uhličitý je bezbarvý nezapáchající plyn. Patří mezi znečišťující látky, které mají ve větším množství, negativní dopad na životní prostředí. Je nezbytný pro existenci života, protože udržuje teplotu Země, ale čím více se ho dostane do ovzduší nepřírodným způsobem, tím více se Země otepluje, přičemž největší podíl CO₂ vznikají při spalování fosilních paliv. Snahou o snižování CO₂ sice nevrátíme jeho důsledky, ale docílíme vyčištění ovzduší (Quaschnig V., 2008).

Obavy z nárůstu koncentrací plynu CO₂ začaly už v roce 1850 (Smil V., 2006).

Oxid uhelnatý je plyn bez barvy a chuti. Kvůli jeho vlastnostem se řadí mezi nejnebezpečnější plyny na světě. Vzniká při nedokonalém spalování uhlíku, nejčastěji při spalování fosilních paliv a biomasy (Ministerstvo životního prostředí, 2013).

Oxid dusičitý je dráždivý, jedovatý plyn, který při vysokých koncentracích způsobuje zánět dýchacích cest. Když se během spalování paliva uvolní dusík, kombinuje se s atomy kyslíku a vytváří oxid dusnatý. Ten se dále kombinuje s kyslíkem, a vzniká oxid dusičitý. Oxid dusičitý a oxid dusnatý se společně označují jako oxidy dusíku tedy NO_x. NO_x vznikají při reakci plynů dusíku a kyslíku zejména během spalování při vysokých teplotách. Oxid dusičitý má kromě dopadu na lidské zdraví také negativní vliv na vegetaci a způsobuje smogové mraky nad městy (BMI UK & Ireland, 2016).

Oxid siřičitý je bezbarvý, štiplavý, jedovatý plyn vznikající při spalování paliv, které obsahují síru. V ovzduší se nachází spíše v příměstských oblastech. Největší produkce této látky pochází ze spalování fosilních paliv (Ministerstvo životního prostředí, 2013).

Vzhledem k podobnému podnebí byla pro srovnání s problematikou, kterou se zabývá tato práce, vybrána studie z Lotyšska, která ukazuje, že na obnovitelných zdrojích se dá fungovat většinu roku. Z hlediska životního prostředí je tedy řešení solární energie s kombinací zemního plynu optimálním řešením.

Otopné soustavy na zemní plyn jsou například v Lotyšsku tradičně velmi oblíbené v důsledku jejich četných výhod, jako je vysoká účinnost, relativně nízké emise CO₂ a široce dostupná síť zemního plynu. Spotřeba zemního plynu pro domácnost zůstala v posledním desetiletí poměrně stabilní, a v roce 2017 představovala 11,3 % celkové spotřeby zemního plynu. Spotřeba zemního plynu se však může v blízké budoucnosti snížit, a to z důvodu instalace systémů využívajících energii z obnovitelných zdrojů, které zlepšují odolnost systémů a snižují náklady na vytápění a přípravu teplé vody. Plynové kotle v kombinaci se solárními tepelnými panely jsou na trhu propagovány jako účinnější a ekologičtější. Výsledky provedené simulace ukazují, že solární termické panely nesnižují spotřebu zemního plynu pouze v chladnějších měsících, a

to v listopadu, prosinci a lednu. V letních měsících solární termické panely téměř úplně poskytují potřebnou energii pro přípravu teplé vody. Roční úspory pro jeden rodinný dům jsou nicméně malé a doba návratnosti instalace hybridních plynových / solárních systémů by mohla přesáhnout 20 let (IOP Publishing Ltd., 2019).

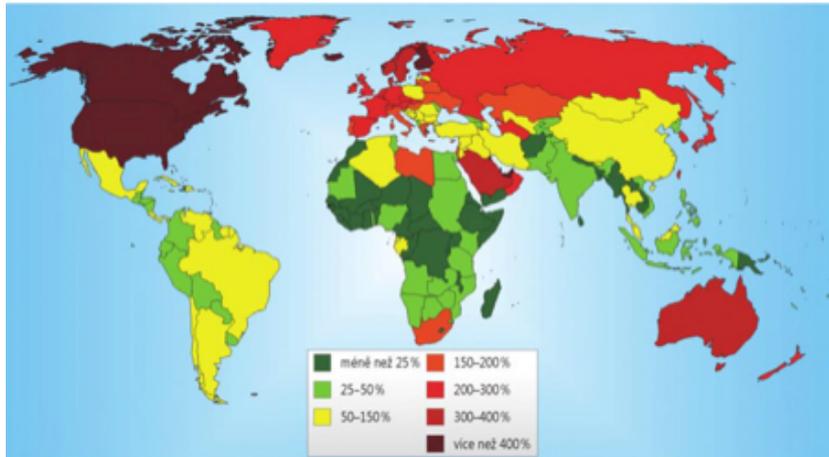
Studie z Itálie se zabývá řešením podobného problému jako v případě výrobního objektu v Chrášťanech. V Itálii se na mnoha místech stále používají olejové kotle, které nejen, že vypouštějí obrovské množství spalin do ovzduší, ale i negativně ovlivňují půdu. Cílem tedy bylo eliminovat tento otopný systém a nahradit ho takovým zdrojem, který bude šetrnější k životnímu prostředí.

Přestože jeho použití klesá, vytápění olejem se stále používá v oblastech, které nejsou pokryty sítí zemního plynu. Využívání oleje jako paliva je stále dražší, vyžaduje časté doplňování paliva v nádrži a má vysoké emise skleníkových plynů a dalších znečišťujících látek do ovzduší. Kromě toho úniky z ropných podzemních zásobníků představují vážné ohrožení životního prostředí pro kvalitu půdy a podzemních vod. V článku je předkládána studie komplexní analýzy technických alternativ k ohřevu oleje na příkladu v údolí Aosta (Severozápadní Itálie), kde se toto palivo stále používá. Ve studii se hodnotí provozní problémy, emise skleníkových plynů a znečišťujících látek a jednotkové náklady na teplo produkované několika technikami: kotle na zemní plyn, kotle na dřevo a tepelná čerpadla. Zkoumají se investice takových řešení na dvou typických případech – samostatně stojící dům a bytový dům – s dobou návratnosti asi 3-8 let. Kotle na dřevo se ukázaly jako ekonomicky nejvýhodnější řešení; tepelná čerpadla však poskytují několik výhod z provozního a ekologického hlediska. Kromě toho by zahrnutí solárních tepelných panelů pro teplou užitkovou vodu nebo fotovoltaické elektrárny mělo dobu návratnosti asi 6-9 let. Výsledky poukazují na ekonomickou proveditelnost a mnohonásobné výhody rychlého zastavení vytápění olejem v Itálii (MDPI AG, 2019).

2 Zdroje energie

Energii můžeme získat více způsoby. Všeobecně je však dělíme na zdroje neobnovitelné a obnovitelné.

Pokud na spotřebu energie budeme pohlížet celosvětově, polovina celosvětové spotřeby energie je spotřebována pouze šesti státy – USA, Čína, Rusko, Indie, Japonsko a Německo. Největší spotřebitel energie je však průměrný Američan. Obrázek č. 1 znázorňuje procentuální zastoupení největších spotřebitelů, v tomto případě výše u vedených států (Topinfo s.r.o. 2001-2020).



Obrázek 1 Světová spotřeba energie (ING. Daniel Polák, 2020)

2.1 Neobnovitelné zdroje energie

Neobnovitelné zdroje nebo jinak fosilní paliva, jsou nerostné suroviny, z nichž procesem spalování získáváme tepelnou energii. Řadíme sem především ropu, zemní plyn a uhlí.

Tento zdroj energie je množstevně omezený a pokud se bude využívat nadále stejným tempem, dojde k jeho vyčerpání během několika desítek let (Nordmann R., 2011).

Jedná se o uhlí, zemní plyn a ropné produkty. Z ekologického hlediska jsou tyto zdroje energie nežádoucí. Vedlejší produkt spalování fosilních paliv je SO_2 , NO_x , polétavý prach a další nebezpečné zplodiny (Topinfo s.r.o. 2001-2020). Z neobnovitelných zdrojů je v posledních letech nejvíce využíván zemní plyn.

Zemní plyn je považován za nejekologičtější z fosilních paliv. Je považován za jeden z nejčistších zdrojů energie, protože při jeho spalování vzniká méně zplodin CO_2 ve srovnání s jinými fosilními palivy.

Jeho využití se datuje ještě před naším letopočtem, ale jeho širší využití začalo až od počátku 19. století. Nedříve byla jeho těžba jen jako doprovodná k těžbě ropy, později se však začal těžit cíleně (Musil P., 2009).

Zemní plyn vzniká třemi způsoby. Je tvořen společně s ropou, bakteriálním rozkladem organické hmoty a během tuhnutí magmatu ze sopečných činností. Není tvořen jen jedním plynem ale směsicí různých plynů, které se liší podle naleziště, kdy největší podíl má však metan (Quaschnig V., 2008).

Uhlí je zdroj energie, kterou získáme spalováním za pomoci parního oběhu. Využívá se k získání elektrické energie a tepla. Uhlí je spalováno ve velkých uhelných elektrárnách nebo v menších spalovacích zařízeních v budovách (Škorpík J., 2016).

Topný olej je hořlavá kapalina, která se dělí podle hustoty na extra lehké (TOEL), lehké (LTO) a těžké (TTO). Kapalinu tvoří směs kapalných uhlovodíků a získává se z ropy (Blažek J. a Rábl V., 2006).

2.2 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje neboli přírodní zdroje mají schopnost se po čase obnovovat sami nebo za pomoci člověka. Obnovitelné zdroje jsou stanoveny v zákoně č. 165/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých souvisejících zákonů. Jedná se o energii slunečního záření, energie větru, energie vody, energie půdy, geotermální energie, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu (TZB-info, 2020).

Biomasa je energie získávána z materiálu rostlinného nebo živočišného původu. Materiálem je pěstovaná biomasa a odpadní biomasa. Mezi nejčastější druhy biomasy patří dřevo a jeho další podoby a bioplyn. Biomasu můžeme využít k výrobě tepla nebo elektřiny. Je to vyčerpatelný zdroj (TZB-info, 2020).

Vodní energie je druhý nejvyužívanější zdroj energie. Slouží k výrobě elektřiny, která se vyrábí ve vodních elektrárnách. V ČR se využívá pouze mechanický zdroj energie z řek a potoků (Novák L., 2006).

Větrná energie je zdroj energie, který využívá proudění větru k pohonu větrných elektráren. Konstrukce elektrárny má dva typy turbín, vztlakové využívající rychlost proudu vzduchu a náporové, které využívají tlak proudu vzduchu. Větrnou energii řadíme k méně nákladným způsobům získávání energie (TZB-info, 2020).

Energie půdy je nevyčerpatelný zdroj tepla. Půda absorbuje energii ze vzduchu, slunce a srážek. (Blažíček J., 2016)

Geotermální energie je tepelná energie odebíraná ze zemského jádra. Počátky jejího využívání můžeme datovat už ve střední době kamenné. V současnosti je tato energie získávána pomocí hlubokých podzemních vrtů od 50 m a hloub (Blažková M., 2010). Geotermální energii dělíme podle teploty na vysokoteplotní, středněteplotní a nízkoteplotní. Vysokoteplotní energii můžeme využít na výrobu elektřiny. Středněteplotní energii můžeme využít pro vytápění a pro výrobu elektřiny. Nízkoteplotní energii můžeme využít pro vytápění objektů a pro tepelná čerpadla. Tento zdroj energie je však velmi nákladný (Dřimal P., 2016).

Energie ze slunce využívá fototermiky, což je energie získaná přeměnou slunečního záření na teplo a je zachycována pomocí solárních soustav kolektorů. Energie slunečního záření představuje základní zdroj pro veškeré procesy jak v atmosféře, tak na zemi (Braniš M. et al., 2009).

Solární tepelné soustavy představují bezemisní zařízení. Jsou založeny na přímě přeměně sluneční energie, která je dostupná všem bez rozdílu (Matuška T., 2013). Energie ze slunce je na rozdíl od fosilních paliv nevyčerpatelná.

Solární energie se dá využít pro samotné vytápění, přípravu teplé vody nebo energie pro chladicí systémy. Účinnost solární soustavy je závislá na klimatických podmínkách a různých úrovních dopadajících slunečních paprsků.

Vědci v Makedonii se zabývali problematikou na toto téma. Zjistili, že výkon solárních systémů pro přeměnu slunečního záření závisí při stálých meteorologických podmínkách na jeho úhlu sklonu k horizontální rovině. Sluneční světlo by mělo klesat strmým úhlem, aby bylo možné ze solárních panelů získat maximální energii. Optimální úhly sklonu solárních panelů by se proto měly měnit každý měsíc a sezónně (Institute of Physics Publishing, © 2019).

Účinnosti solárních soustav pak také záleží na kvalitě prvků jako jsou kolektory, zásobníky, tepelné izolace, regulace a hydraulické propojení. Plochu kolektorů je důležité navrhnout pro danou potřebu tepla. Pro provoz solárních soustav je potřeba dodat elektrickou energii k pohonu čerpadel, ventilů a regulací. Dodané elektrické energie je však méně, než jsou energie získané solárním systémem. Solární systém se však nemůže využívat celoročně viz tabulka č. 2, která zobrazuje počet hodin slunečního svitu během roku. K omezení výkonu dochází zejména v zimě, kdy dopadá na severní polokouli menší množství energie ze slunce. Nevýhodou solárních systému je pořizovací cena, která je vysoká a návratnost investice dlouhá.

Město	Měsíc/počet hodin slunečního svitu v měsíci												CELKEM (h/rok)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Praha	43	62	128	149	208	210	204	214	150	103	55	47	1 573

Tabulka 2 Průměrné měsíční doby slunečního svitu v Praze (Alternativní energie pro váš dům)

Sluneční energii tedy lze využívat na ohřev teplé vody. Solární soustavy pro přípravu teplé vody mají dobrou využitelnost vzhledem k celoroční konstantní spotřebě tepla. Soustavy jsou tvořeny solárními kolektory, ve kterých proudí nemrzoucí směs. Tato směs předává teplo do zásobníku na teplou vodu, ze kterého ji pak můžeme čerpat.

Jako zdroj pro dohřev vody můžeme využívat otopnou soustavu. Pomocí sluneční energie můžeme přímo vytápět i dům.

K získání elektrické energie pro potřeby domů, nám slouží fotovoltaické články, které vyrábějí přímo elektrickou energii (Matuška T., 2010).

3 Zdroje tepla pro otopné soustavy

Na výběr mám několik technologických zařízení, která dále můžeme dělit dle využívání zdroje energie.

Kotel je zařízení, které spalováním paliva, získává tepelnou energii, kterou ohřívá teplotonosnou látku (Lyčka Z., 2012). Kotle dále dělíme z dvou hledisek, a to z čeho energii získávají, a dále na jaké principu fungují. Životnost kotel je průměrně 10–15 let.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které čerpá teplo z jednoho místa, a odvádí ho na jiné. Čerpadla pak dělíme podle toho, z čeho teplo odebírají. Životnost tepelného čerpadla je 20–25 let.

3.1 Kotle na pevná paliva

Vytápění tímto způsobem dělíme na neobnovitelná (fosilní) paliva a obnovitelná paliva. Do neobnovitelných paliv řadíme různé druhy uhlí, do obnovitelných paliv pak řadíme dřevo, které je ve formě pelet nebo briket.

Provoz a prodej se řídí Zákonem o ochraně ovzduší, který reguluje stáří otopných zařízení využívající tuto energii. Přesto, že se kotle technologicky vyvíjejí, mají stále přísnější podmínky pro provoz.

Technologická vyspělost zařízení je udávána dle emisní třídy ČSN 303-5. Norma stanovuje požadavky na kotle pro pevná paliva biologická nebo fosilní. Ustanovení platí pro kotle s ústředním vytápěním. Účel normy je specifikovat požadavky na vytápění. Norma byla vydána v roce 2000 a platnost byla ukončena v roce 2013 kdy byla nahrazena normou ČSN EN 303-5 (ČSN 303-5, 2000-2013). Velkou výhodou tohoto kotle je, že nepotřebuje přídavný olej ani plyn. Má velmi nízkou spotřebu energie a dá se kombinovat se solární technikou (TZB-info, 2020).

3.1.1 Kotel na dřevo

Princip kotle je postaven na spalování kusového dřeva, který přeměňuje 90 % energie v teplo, zbytek odchází ve spalinách. Celkové schéma kotle a jeho části popisuje obrázek č. 2.

Tento typ kotle je nízkonákladový a trvale chrání životní prostředí (Viessmann spol. s r.o.).

Vytápění dřevem je CO₂ neutrální, vypouští se do ovzduší pouze to, co dřevo přijalo během růstu. Dřevo spalováním uvolní do vzduchu stejné množství CO₂, jaké by vypustilo, kdyby ztrouchnivělo v lese (Pregizer D., 2009).



Obrázek 2 Schéma kotle na kusové dřevo (Viessmann, spol. s r.o., 2018)

3.1.2 Kotel na pelety

Princip kotle je postaven na spalování pelet, který přeměňuje 90 % energie v teplo, zbytek odchází ve spalinách. Celkový princip kotle a jeho části je na obrázku č. 3.

Tento typ kotle je nízkonákladový a trvale chrání životní prostředí.

Vytápění dřevem je CO₂ neutrální, vypouští se do ovzduší pouze to, co dřevo přijalo během růstu. Výroba dřevěných pelet se řídí podle norem ČSN EN plus nebo ČSN EN ISO 17225-2, kdy se pro výrobu používají pouze přírodní zbytky dřeva. Zbytky se rozumí piliny a hobliny z odpadu dřevozpracujícího průmyslu (Viessmann spol. s r.o.).



1. Posuvný rošt
2. Spalovací komora
3. Výměník tepla
4. Čištění výměníku tepla
5. Regulace
6. Zásobník na pelety
7. Přívod paliva
8. Zásobník na popel
9. Odpopelnění

Obrázek 3 Schéma kotle na pelety (Viessmann, spol. s r.o., 2015)

3.1.3 Kombinovaný kotel

Tento typ kotle dokáže spalovat kusové dřevo, pelety a drobnější kusy odpadového dřeva, jako jsou třísky (Viessmann spol. s r.o.).

3.1.4 Kotel na uhlí a brikety

Pokud budeme vybírat kotel na tuhá paliva, kotel na uhlí vyjde jako nejnižší investice. Ačkoli je uhlí efektivní a levné palivo, jeho spalováním vytváříme větší podíl emisí, než spalováním dřeva.

Dále je důležitý výběr druhu uhlí. Uhlí černé má větší výhřevnost než uhlí hnědé (Lyčka Z., 2012).

3.2 Plynové kotle

Kotle dělíme na klasické plynové a kondenzační kotle. Rozdíl je v tom, že kondenzační kotel využívá i tu část tepla, která u klasických plynových kotlů unikla komínem (Buchta J. et al. 2011).

3.2.1 Kondenzační kotel

Zdrojem energie je zemní plyn. Využívá kondenzaci vodní páry, a to i tu ze spalin, která by jinak odešla komínem do vzduchu. Princip je postaven na snížení teploty spalin pod rosný bod. Při kondenzaci vodní páry se uvolní skupenské kondenzační teplo. Ochlazená vytápěcí voda se vrací zpět do kotle, kde se dohřeje na požadovanou teplotu.

Teplota spalin se pohybuje mezi 40–90 °C.

Využít se dá až 98 % vyprodukované energie a zbylá 2 % se ztrácejí spaliny, které jsou odváděny v kondenzátoru.

Topný zdroj je tedy na energii velmi úsporný a do ovzduší se tak dostává minimum škodlivých látek (Viessmann spol. s r.o.).

3.3 Elektro kotle

Tepelnou energii v něm získáváme transformací z elektřiny. Nízké pořizovací náklady na otopnou soustavu, ale naopak zvyšuje cena provozních nákladů. Účinnost je 99 % a většinou se tyto kotle používají jako doplňkový nebo záložní zdroj. Pro velké objekty se tedy nedoporučují (TZB-info, 2020).

3.4 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo využívá jako zdroje energie teplo ze vzduchu, vody nebo země. U tepelný čerpadel je intenzita produktivity dána jako tzv. COP (topný faktor). COP je číslo, které představuje poměr vyprodukovaného množství tepla a vynaložené energie na pohon (Klazar L., 2005).

Základní části: Expanzní ventil, výparník, kompresor, kondenzátor

Kompresor zajišťuje koloběh chladicího média. Stlačí ohřáté plynné chladivo a tím teplota chladiva stoupne (Buchta J. et al. 2011).

Expanzní ventil zajišťuje prudké chlazení kapaliny. Udržuje tlakový rozdíl mezi vysokotlakou a nízkotlakou stranou chladicího okruhu a reguluje prostup chladiva do výparníku (Buchta J. et al. 2011).

Výparník ohřívá ochlazenou kapalinu, která proběhla přes expanzní ventil. Výparník slouží jako teplosměnný výměník (Buchta J. et al. 2011). Na jedné straně prochází chladivo a druhé straně proudí voda, nízkotuhnoucí kapalina nebo vzduch (TZB-info, 2020).

Kondenzátor uzavírá celý proces, kdy předává tepelnou energii z chladiva otopné vodě. Tím dochází ke změně skupenství z plynného opět na kapalné (Buchta J. et al. 2011).

Tepelné čerpadlo přes stěnu výparníku odebírá tepelnou energii okolnímu prostředí pomocí chladiva ve formě páry. Pára je pak nasávána do kompresoru, ve kterém je stlačena na vysoký tlak, přičemž stoupá teplota. V tomto stavu se pak chladivo dostává znovu do kondenzátoru, kde mu tepelnou energii přes stěnu kondenzátoru odebírá proudící otopná voda nebo vzduch, který potřebujeme ohřát. Tím klesá teplota chladiva a mění své skupenství z páry na kapalinu, putuje do expanzního

ventilu a následně do výparníku. Celý proces se opakuje. Na obrázku č. 4 je vidět princip chodu tepelného čerpadla.

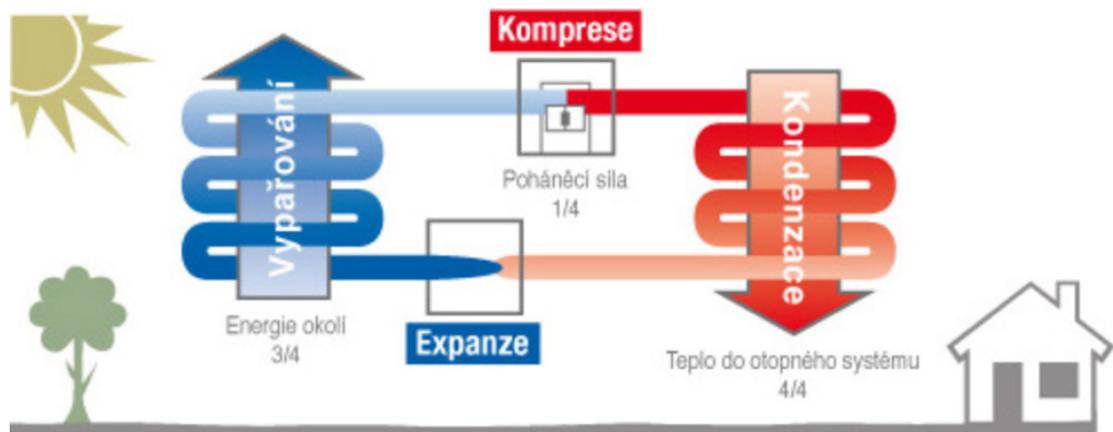
K chodu čerpadla, je ale nutnost dodávat elektrickou energii. V kombinaci s fotovoltaikou je to nejekologičtější řešením, protože energie na chod čerpadla je získávána ze slunce. Tepelné čerpadlo se kromě vytápění používá i na ohřev teplé užitkové vody.

Tepelná čerpadla mohou být také zdrojem chladu. V praxi se nejčastěji využívají dvě řešení:

- chlazení do podlahového topení
- chlazení do samostatného okruhu a využití např. Fan-Coilů

V publikaci *Hospodárné vytápění domů a bytů* autor uvádí, že čistě ekonomicky se tepelné čerpadlo nevyplatí (Dufka J., 2007), to dnes již neplatí. Tepelná čerpadla se technologicky neustále vyvíjejí a náklady na pořízení klesají. Čerpadla mají sice vyšší pořizovací náklady, ale nižší provozní náklady. V tomto případě můžeme mluvit o návratnosti za určitou dobu provozu.

Z ekologického hlediska je však nutno dodat, že tepelné čerpadlo je nejvhodnější způsob na vytápění (Dufka J., 2007).

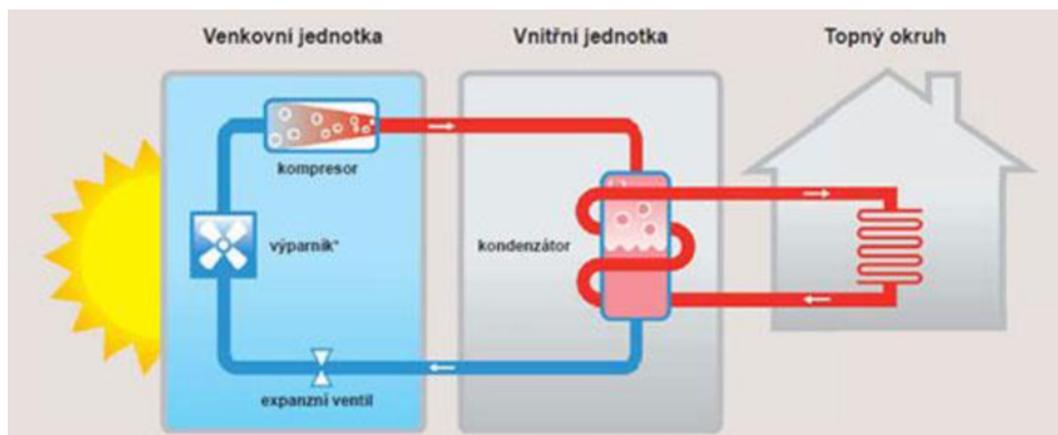


Obrázek 4 Princip tepelného čerpadla (Klima Rapid)

3.4.1 Rozdělení tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla se pak dále dělí na čtyři typy podle toho, z čeho čerpají energii. Řadíme je mezi alternativní zdroje.

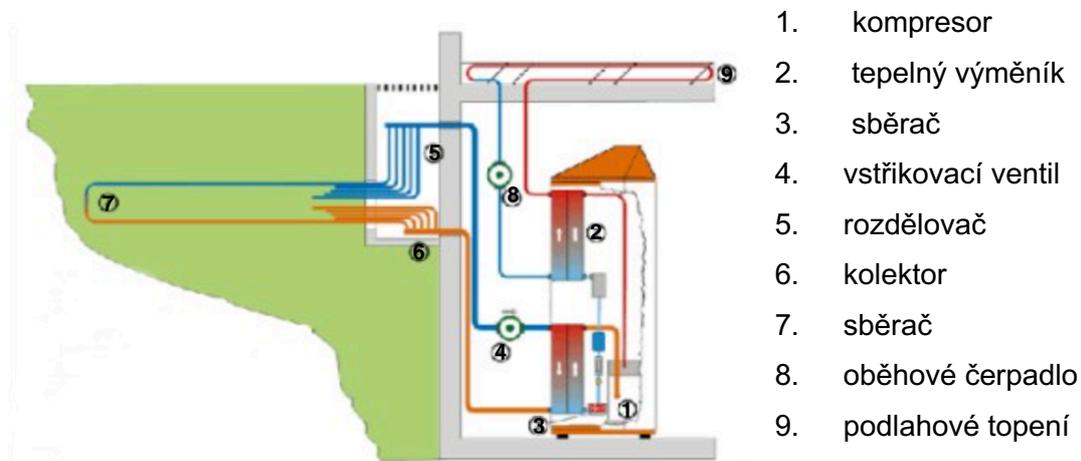
Tepelné čerpadlo vzduch/voda má nejjednodušší instalaci protože, nevyžaduje rozsáhlejší zemní práce. Nevýhodou ale je, že při venkovním poklesu nebo zvýšením teploty klesá také výkon čerpadla (TZB-info, 2020). Na obrázku č. 5 je zobrazeno schéma tepelného čerpadla.



Obrázek 5 Princip tepelného čerpadla Vzduch/Voda (Klima Rapid)

Tepelné čerpadlo země/voda má stálejší teplotu v zemním masivu a se zemním vrtem je možnost intenzivnějšího chlazení. U tohoto typu je nutné zajištění zemního kolektoru, což vyžaduje vyšší náklady, a je zde nutné stavební povolení (TZB-info, 2020).

Tepelné čerpadlo země/voda odebírá teplo ze země pomocí oběhového čerpadla, které prohání nemrznoucí kapalinu v potrubí usazeném v zemi. Na obrázku č. 6 je vyobrazen princip chodu tepelné čerpadla. Čerpadlo má dva způsoby realizace – plošný kolektor nebo hloubkový vrt.

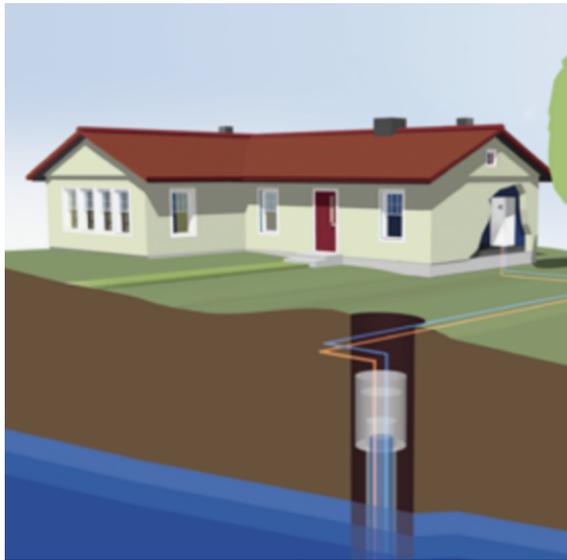


Obrázek 6 Princip tepelného čerpadla Země/Voda (Ing. Sýkora)

Tepelné čerpadlo voda/voda má relativně stálou teplotu podzemní vody, ze které je energie čerpána zajišťuje trvalý chod čerpadla. Má nejvyšší topný faktor ze všech typů čerpadel. Instalace vyžaduje povolení s nakládáním podzemních nebo povrchových vod a také jejich trvalý dostatek (TZB-info, 2020).

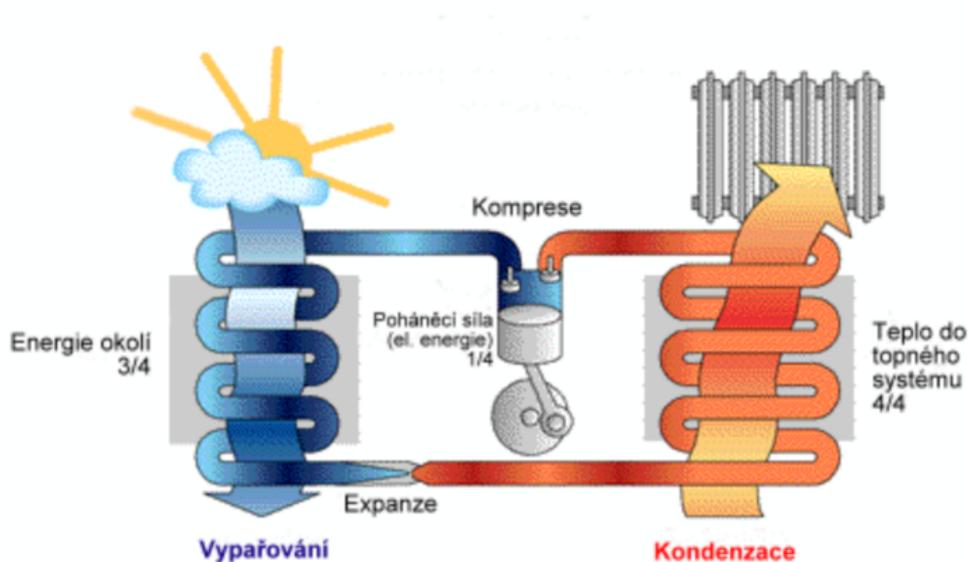
Čerpadlo na bázi voda/voda odebírá teplo ze spodní nebo geotermální vody. Voda se čerpá do výměníku a po ochlazení se vrací zpět do země. Na obrázku č. 7 je

vyobrazeno schéma tepelného čerpadla. Tento princip tepelného čerpadla je často používán v průmyslu, kde se využívá odpadní teplo (Karlík R., 2009).



Obrázek 7 Princip tepelného čerpadla Voda/Voda (IVT Tepelná čerpadla s.r.o.)

Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch využívá teplo z venkovního vzduchu do $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ venkovní teploty. Funguje podobně jako klimatizace, ale obráceným způsobem. Na obrázku č. 8 je vyobrazeno schéma tepelného čerpadla. Patří k levnější variantě tepelného čerpadla, ale funguje jen pro jeden vytápěný prostor tzn. v každé místnosti by musel být jedna vnitřní jednotka. Tepelné čerpadlo neumí ohřívat vodu. Většinou bývá součástí vzduchotechniky, ale samostatně se nepoužívá (Karlík R., 2009)



Obrázek 8 Princip tepelného čerpadla Vzduch/Vzduch (Klima Rapid)

4 Zákony, vyhlášky, normy a státní dotační podpory

4.1 Zákon o ochraně ovzduší

Parametry paliv a zdrojů energie reguluje Zákon č. 201/2012 Sb.

Uváděná paliva musí splňovat požadavky na kvalitu stanovené prováděcím právním předpisem. Musí doložit doklad, který prokazuje splnění všech požadavků.

Provozovatel stacionárního zdroje je povinen uvádět do provozu a provozovat stacionární zdroj a činnosti nebo technologie související s provozem nebo zajištěním provozu stacionárního zdroje, které mají vliv na úroveň znečištění, v souladu s podmínkami pro provoz tohoto stacionárního zdroje stanovenými tímto zákonem jeho prováděcími právními předpisy, výrobcem a dodavatelem. Stacionární zdroj musí dodržovat emisní limity viz tabulka č. 3, emisní stropy, technické podmínky provozu a přípustnou tmavost kouře podle § 4. Ve stacionárním zdroji se mohou spalovat pouze paliva, která splňují požadavky – viz tabulka č. 4 na kvalitu paliv stanovené prováděcím právním předpisem a jsou určená výrobcem stacionárního zdroje nebo paliva uvedená v povolení provozu. Provozovatel musí předkládat příslušnému orgánu ochrany ovzduší na vyžádání informace o provozu stacionárního zdroje a jeho emisích, umožnit osobám pověřeným ministerstvem, obecním úřadem obce s rozšířenou působností a inspekci přístup ke stacionárnímu zdroji a jeho příslušenství, používaným palivům a surovinám a technologiím souvisejícím s provozem nebo zajištěním provozu stacionárního zdroje. Účelem kontroly je dodržování povinností podle tohoto zákona. V případě nedodržení povinností může být udělena kompenzace. Odborně způsobilá osoba provede nejméně jednou za tři roky kontrolu a údržbu stacionárního zařízení. Provozovatel je povinen předkládat na vyžádání obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností doklad o provedení této kontroly vystavený odborně způsobilou osobou potvrzující, že stacionární zdroj je instalován, provozován a udržován v souladu s pokyny výrobce a tímto zákonem (dle § 17 zákona 201/2012 Sb.).

Palivo	Druh spalovacího zdroje	Mezní hodnoty emisí	
		NO _x	CO
		mg.m ⁻³	
Kapalné	kotle	130	80
Plynné	kotle	65	80
	pístové spalovací motory	500	650
	plynové turbíny	350	100

Tabulka 3 Požadavky na spalovací stacionární zdroj na kapalná nebo plynná paliva o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění, které se použijí od 1. ledna 2018 (Zákon o ochraně ovzduší, 2012)

Dodávka Paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný příkon (kW)	Mezní hodnoty emisí		
			CO	TOC	TZL
			mg.m ⁻³		
Ruční	Biologické	≤ 65	5000	150	150
		> 65 až 187	2500	100	150
		> 187 až 300	1200	100	150
	Fosilní	≤ 65	5000	150	125
		> 65 až 187	2500	100	125
		> 187 až 300	1200	100	125
Samočinná	Biologické	≤ 65	3000	100	150
		> 65 až 187	2500	80	150
		> 187 až 300	1200	80	150
	Fosilní	≤ 65	3000	100	125
		> 65 až 187	2500	80	125
		> 187 až 300	1200	80	125

Tabulka 4 Minimální emisní požadavky na spalovací stacionární zdroj na pevná paliva o jmenovitém tepelném příkonu do 300 kW včetně, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění (Zákon o ochraně ovzduší, 2012)

4.2 Zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně

Účelem zákona je vytvořit podmínky pro účinnou ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry. Z toho důvodu je nutné udržovat technologická zařízení v budovách. U kotlů se za nutné udržovat, považuje spalinová cesta.

Spalinová cesta je roura určená k odvodu spalin mimo objekt. Aby se zařízení mohlo považovat za vyhovující z hlediska ochrany zdraví, života a osob, musí se provádět kontrola a revize spalinové cesty podle tohoto zákona.

Provoz spalinové cesty se považuje za vyhovující z hlediska ochrany zdraví, života nebo majetku osob, jestliže se čištění, kontrola a revize spalinové cesty provádí způsobem podle tohoto zákona.

Spalinovou cestou se pro účely tohoto zákona rozumí dutina určená k odvodu spalin do volného ovzduší.

Čištění nebo kontrolu spalinové cesty provádí osoba, která je držitelem živnostenského oprávnění v oboru kominictví (dále jen „oprávněná osoba“).

Čištění používané spalinové cesty sloužící pro odvod spalin od spotřebiče na pevná paliva o jmenovitém výkonu do 50 kW včetně nebo spalinové cesty sloužící pro odvod spalin od náhradních zdrojů elektrické energie (dieselagregáty) je možné provádět svépomocí. Čištění nebo kontrola spalinové cesty podle tohoto zákona u spalinové cesty pro spotřebiče na plynná paliva, kde odvod spalin je podle návodu nebo technických podmínek výrobce nedílnou součástí spotřebiče, se provádí podle návodu výrobce.

Lhůty čištění a kontrol, způsob čištění spalinové cesty a způsob kontroly spalinové cesty stanoví prováděcí právní předpis. (Zákon č. 133/1985 Sb., § 44)

Revizi spalinové cesty provádí oprávněná osoba, která je současně revizním technikem spalinových cest.

Důvody pro provádění revize spalinové cesty a způsob tohoto provádění stanoví prováděcí právní předpis. (Zákon č. 133/1985 Sb., § 45)

Pokud oprávněná osoba při čištění nebo kontrole spalinové cesty nebo revizní technik spalinových cest při revizi spalinové cesty zjistí nedostatek, který bezprostředně ohrožuje zdraví, život nebo majetek osob a který nelze odstranit na místě, neprodleně, nejpozději do 10 pracovních dnů ode dne zjištění nedostatku, oznámí tuto skutečnost písemně v případě nedostatku způsobeného nedodržením technických požadavků na stavbu příslušnému stavebnímu úřadu a v případě

nedostatku týkajícího se nedodržení požadavků na požární bezpečnost příslušnému orgánu státního požárního dozoru. (Zákon č. 133/1985 Sb., § 46)

Oprávněná osoba nebo revizní technik spalinových cest, předá objednateli služby neprodleně, nejpozději do 10 pracovních dnů ode dne provedení čištění nebo kontroly spalinové cesty, písemnou zprávu o provedeném čištění nebo kontrole spalinové cesty. Pokud právnická nebo podnikající fyzická osoba provede čištění spalinové cesty podle § 44 odst. 2 svépomocí, učiní o tom písemný záznam. (dle § 46 zákona č. 133/1985 Sb.).

4.3 Tepelné ztráty podle normy ČSN 060210

V našem klimatickém pásmu musíme po značnou část roku v domech topit. Spotřeba tepla závisí na mnoha vlivech. Základní veličinou, která souvisí s únikem tepla je tepelná ztráta (Murtinger K., 2013).

Tepelná ztráta je hodnota tepelné energie, která uniká z domu prostupem tepla zářením, skrze konstrukce objektu a větracích systému. Počítá se podle platné normy. Ve výpočtu se zohledňuje poloha objektu a nejnižší výpočtová teplota pro tuto polohu. Objekt se nachází v okolí Prahy a průměrná nejnižší teplota je -15°C . Ojedinelé nižší teplotní podmínky zvládne akumulace domu vyrovnat. Dále se počítá s topným obdobím 242 dnů v roce.

Tepelná ztráta pro objekt je počítána podle normy ČSN 060210. V současné době norma již neplatí. V současné době se tepelné ztráty stanovují dle ČSN EN 12831, která vstoupila v platnost v roce 2005. Tepelné ztráty budovy uvedené jako příklad, jsou převzaté z projektové dokumentace. V té byly tepelné ztráty, počítané podle dnes již neplatné normy.

Další nedílnou součástí je čistota vzduchu v budově. Kvalita vzduchu uvnitř budovy je dána větráním. Větráním jsou znečišťující látky z vnitřního prostředí odstraňovány nebo ředěny. Tím se vzduch filtruje a je kvalitnější. Proto výpočet tepelné ztráty zahrnuje i ztrátu tepla větráním.

Tepelná ztráta uvedeného objektu je stanovena podle **ČSN 060210**. Účinná od roku 1994 a ukončená v roce 2008.

Postup výpočtu tepelné ztráty budovy prostupem stěnami a větráním stanovujeme postupem výpočtu daného v této normě.

Podklady pro výpočet tepelných ztrát

- Situační plán, kde je vidět poloha budovy vůči světovým stranám, ostatním budovám, terénu, nadmořské výšce a intenzita větru
- Půdorysy podlažích s rozměry všech oken a dveří v měřítku 1:100
- Řezy konstrukcemi budovy
- Tepelně technické vlastnosti použitých stavebních materiálů
- Součinitel spárové průvzdušnosti oken $i_{L,V}$ nebo údaje o materiálu a konstrukci oken a dveří, potřebné k výpočtu tepelné ztráty infiltrací
- Údaje o účelech místností
- Údaje o venkovních teplotách t_e teplotách z hydrometeorologické stanice, výpočtové vnitřní teploty t_i s hygienickými předpisy
- Součinitel prostupu tepla konstrukce k se stanoví podle ČSN 73 0540-4:1994
- Plochy stropů, podlah a svislých stěn se vypočítají z vnitřních rozměrů místností. Výška se počítá s konstrukční výškou podlaží. Plocha okenních a dveřních otvorů se stanoví podle jejich skladebných rozměrů, zde se musejí započítat i rámy a zárubně. Zaokrouhlení konečných hodnot se pak provádí následovně:
 - na 10 W směrem k větší hodnotě při $\Phi_c \leq 500$ W
 - na 20 W směrem k větší nebo menší hodnotě při $500 \text{ W} < \Phi_c \leq 1000$ W
 - na 50 W směrem k větší nebo menší hodnotě při $\Phi_c > 1000$ W

Tepelná ztráta budovy

- Podle normy se stanoví v jednotlivých místnostech.
- Při návrhu otopné soustavy se zohledňují i tepelné zisky, jako například jak moc svítí na budovu slunce, nebo z trvalého pobytu osob.

Tepelná ztráta zahrnuje tedy výpočet samotné tepelné ztráty a následné zohlednění infiltrace, doby provozu jednotlivých místností a tepelné zisky (ČSN 06 0210, 1993).

4.4 Operační program životního prostředí

Umožňuje čerpat finanční podpory z Evropského fondu na projekty v oblasti životního prostředí. Zaměřuje se na čistotu vody, kvalitu ovzduší, zpracování odpadu, ochranu přírody a energetické úspory.

Prostředky jsou určeny na projekty, které zlepší kvalitu ovzduší a omezí emise znečišťujících látek využitím nového šetrnějšího způsobu výroby energie. Podporují se projekty lokálního vytápění domácností a stacionární zdroje. Tedy výměna zdrojů

tepla na pevná paliva za úspornější kotel nebo tepelné čerpadlo, náhrada stacionárního zdroje za účelem snížení emisí.

Finanční podpora je možná získat na zvýšení využívání obnovitelných zdrojů při výrobě tepla nebo elektřiny, efektivnější využívání odpadní tepla a snižování energetické náročnosti veřejných budov. Energetickou náročnost budovy můžeme snížit zateplením budovy, vyměněním oken, výměnou současného zdroje energie, instalací solárních panelů. Podpora se vztahuje na výstavby nových pasivních veřejných budov (Státní fond životního prostředí ČR, 2020).

4.5 Kotlíkové dotace

Dotační program byl vyhlášen Ministerstvem životního prostředí v rámci Operačního programu Životní prostředí. Jedná se o finanční příspěvky, o které mohou žádat majitelé rodinných domů. Finance jsou určeny na výměnu starých neekologických kotlů na pevná paliva, které nesplňují emisní limity. Cílem programu je snížit emise znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší. Majitelé takových zařízení mohou o dotaci žádat prostřednictvím krajského úřadu, kde jim bude přidělena. Dotace poskytuje stát (Státní fond životního prostředí ČR, 2014).

4.6 Nová zelená úsporám

Dotační program Ministerstva životního prostředí, který podporuje renovaci a stavbu domů, nízkoenergetické stavby, solární a fotovoltaické systémy, zelené střechy a podobně. Jedná se o státní příspěvek. Hlavním cílem programu je zlepšit stav životního prostředí snížením produkce emisí, a to především emisí CO₂ (Nová zelená úsporám, 2014).

5 Materiály, metody a výsledky

Kapitola zahrnuje popis kancelářské budovy firmy Logosign.

5.1 Technické parametry objektu

Data byla zpracována z projektové dokumentace budovy z roku 01/2002 a na základě těchto podkladů bude navrhován nový otopný systém.

Tepelná ztráta byla stanovena dle ČSN 060210. Objekt je zasklený dvojsklem. Tepelné ztráty k venkovní výpočtové teplotě -15 °C jsou 47 kW (Logosign a. s., 2004).

Obvodové zdivo tvoří tvárnice Porotherm o tloušťce 240 mm a zdivo je zatepleno polystyrenem o tloušťce 120 mm. Na výplně stěn jsou použity materiály Baumit granolan omítka, Baumit granolan základ, Baumit lepicí síťovina, jádro a štuk.

Vnitřní stěnu tvoří příčky, které jsou z plynosilikátových tvárnic Ytong o tloušťce 100 mm a tenkou lepící vrstvou.

Komínové těleso je v místě průchodu opatřeno nehořlavou minerální podloží.

Základy tvoří štěrkopísek o tloušťce 150 mm, betonová mazanina o tloušťce 80 mm, hydroizolace s kari sítí 6/100-6/100 proti pronikání radonu, polystyren o tloušťce 80 mm, betonový potěr 80 mm a keramická dlažba.

Strop v přízemí a podlahu prvního patra tvoří štuk, jádro, železobetonová deska o tloušťce 160 mm, PE folie, polystyren 30 mm, betonový potěr 50 mm a koberec.

Strop prvního patra tvoří sádkartón, parotěsná zábrana, minerální tepelná izolace o tloušťce 160 mm, kontaktní hydroizolace, latě a kontralatě a LINDAB TOPLINE tašková tabule

Vnější omítky jsou opatřeny zateplovacím systémem Baumit na pěnový polystyrén o tloušťce 120 mm a celá fasáda bude natřena barvou.

Výplně otvorů tvoří okna a dveře. Jsou plastová s celoobvodovým kováním a zasklená izolačním dvojsklem.

Izolace slouží proti zemní vlhkosti a pronikání radonu a je utěsněná silikonovým tmelem.

Zásobování vodou je řešeno přípojkou k obecnímu vodovodu.

Kanalizační systém odvádí všechny splaškové vody, které jsou přiváděny do čističky odpadních vod, a dešťové vody jsou odváděny ve vsakovacích jímkách.

Napojení na elektrickou energii: Napěťová soustava je 3+PEN -50 Hz, 400 V, TN – C. Napěťová soustava je 3+NPE -50 Hz, 400 V, TN – S. Stávající jističe jsou 3x35A a 3x45A a přípojka je v zemi.

Průkaz energetické náročnosti budovy poskytuje informace o tom, jestli je budova energeticky náročná nebo úsporná. Je to dokument, který zahrnuje veškeré energie. Lze ho ovlivnit architektonickým a stavebním návrhem budovy. (Murtinger K., 2013) Vybraný objekt štítek nemá.

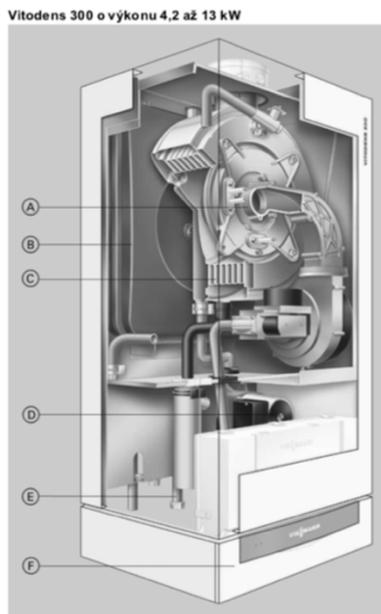
5.2 Současné řešení vytápění

Stávajícím zdrojem tepla plynový kondenzační kotel Vitodens 300, jedná se o kondenzační kotel spalující zemní plyn. Kotel je v objektu od roku 2006. Normovaný stupeň využití je až 109 %, čímž je ohleduplný k životnímu prostředí. Kotel je vybaven

automatickou adaptací spalín, například při změně počasí, tím zaručuje trvale optimální spalování.

Pro přípravu teplé vody je vybaven deskovým výměníkem. Emise škodlivých látek má kotel pod limity ekologické značky Modrý anděl (Viessmann spol. s r.o. 2005).

Kotel je vybaven regulací otáček ventilátoru na střídavý proud. Na obrázku č. 9 jsou popsány jednotlivé části kotle.



1. Modulovaný hořák MatriX-compact pro extrémně nízké emise škodlivin a tichý provoz
2. Integrovaná membránová expanzní nádoba
3. Topné plochy Inox-Radial z nerezové ušlechtilé oceli, pro vysokou provozní spolehlivost při dlouhé životnosti a maximální tepelný výkon na minimálním prostoru
4. Integrované oběhové čerpadlo s regulovatelnými otáčkami
5. Přípojky plynu a vody
6. Digitální regulace kotlového okruhu

Obrázek 9 Vitodens 300 (Viessmann spol. s r.o. 2005)

5.3 Postup výpočtu tepelné ztráty

Tepelná ztráta byla uvedena v projektu. Byla vypočtena dle ČSN 060210.

Postup výpočtu:

Φ_c (celková tepelná ztráta) se rovná součtu tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi a tepelné ztráty větráním snížené o trvalé tepelné zisky. Je dána vztahem:

$$\Phi_c = \Phi_p + \Phi_v - \Phi_z \quad (1)$$

Φ_p tepelná ztráta prostupem tepla (W)

Φ_v tepelná ztráta větráním (W)

Φ_z trvalý tepelný zisk (W)

Tepelná ztráta prostupem tepla

Φ_p (tepelná ztráta místnosti prostupem tepla) se určí podle vztahu:

$$\Phi_p = \Phi_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (2)$$

- Φ_o základní tepelná ztráta prostupem tepla (W)
- p_1 přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí (-)
- p_2 přírážka na urychlení zátopy (-)
- p_3 přírážka na světovou stranu (-)

Φ_o (základní tepelná ztráta prostupem tepla) se rovná součtu tepelných toků prostupem tepla v ustáleném tepelném stavu jednotlivými konstrukcemi ohraničujícími vytápěnou místnost do venkovního prostředí nebo do sousedních místností, a je tedy upraven vztahem:

$$\Phi_o = k_1 \cdot S_1 \cdot (t_1 - t_2) + k_2 \cdot S_2 \cdot (t_i - t_{e2}) + \dots + k_n \cdot S_n \cdot (t_i - t_{en}) = \sum_{j=1}^{j=n} k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{ej}) \quad (3)$$

- $S_1, S_2 \dots S_n$ ochlazovaná část stavební konstrukce (m^2)
- $k_1, k_2 \dots k_n$ součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
- t_1 výpočtová vnitřní teplota $^{\circ}C$
- $t_{e1}, t_{e2} \dots t_{en}$ výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce $^{\circ}C$

Pokud je teplota na některé z konstrukcí na vnější straně vyšší než teplota v místnosti, pak má tepelný tok prostupující touto konstrukcí zápornou hodnotu. Jedná se tedy o tepelný zisk a základní tepelná ztráta v místnosti se snižuje.

Přírážka na vyrovnání vlivu chladných místností umožňuje zvýšení teploty uvnitř tak, aby i při nižší povrchové teplotě ochlazovaných konstrukcí bylo dosaženo požadované vnitřní teploty.

Průměrný součinitel prostupu tepla ve všech konstrukcích místnosti se stanoví vztahem:

$$K_c = \frac{\Phi_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \quad (4)$$

- ΣS celková plocha všech konstrukcí ohraničujících vytápěnou místnost (m^2)
 t_i výpočtová vnitřní teplota ($^{\circ}C$)
 t_e výpočtová venkovní teplota ($^{\circ}C$)

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí se stanoví vztahem:

$$p_1 = 0,15 k_c \quad (5)$$

Tepelná ztráta větráním v místnosti

Tepelná ztráta prostoru větráním se stanoví vztahem:

$$\Phi_v = 1\,300 \cdot V_v \cdot (t_1 - t_e) \quad (6)$$

V_v objemový tok větracího vzduchu ($m^3 \cdot s^{-1}$), dosadíme jednu z větších hodnot V_{vH} , V_{vP}

- t_i výpočtová vnitřní teplota ($^{\circ}C$)
 t_e výpočtová venkovní teplota ($^{\circ}C$)
 c_v objemový tok větracího vzduchu při teplotě $0^{\circ}C$ ($J \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}$)

Objemový tok větracího vzduchu v místnosti (V_v) musí vycházet z hygienických nebo technologických požadavků, které jsou dány potřebnou intenzitou výměny vzduchu n_h (h^{-1})

Potřebný průtok V_{vH} se stanoví vztahem:

$$V_{vH} = \frac{n_h}{3\,600} \cdot V_m \quad (7)$$

V_m vnitřní objem prostoru (m^3)

Objemový tok větracího vzduchu při přirozené infiltraci je dán vztahem:

$$V_{vP} = \Sigma (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad (8)$$

- $\Sigma (i_{LV} \cdot L)$ součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-0,67}$)
 i_{LV} součinitel spárové průvzdušnosti ($m^3 \cdot s^{-1} / m \cdot Pa^{0,67}$)
 L délka spár otvíratelných čistí oken a venkovních dveří (m)
 B charakteristické číslo budovy ($Pa^{0,67}$)

M charakteristické číslo místnosti (-)

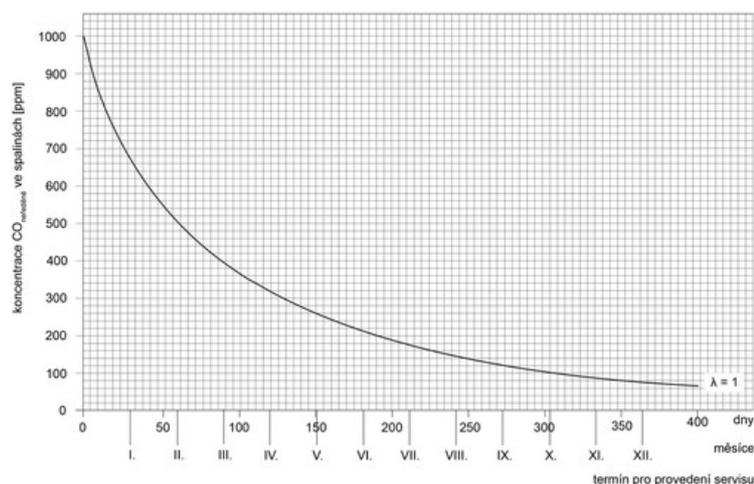
Hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV} oken a venkovních dveří jsou uvedeny v ČSN 73 0540-3:1994 (ČSN 06 0210, 1993).

5.4 Měření spalin

Emisní limit vyjadřuje maximální množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší, udává množství emitované látky za časovou jednotku (mg/m^3). Důvodem měření spalin je tedy zjistit, jestli stávající zdroj splňuje emisní limit.

Ke zjištění emisních limitů byl využit analyzátor spalin Testo 330 LL, který byl zapůjčen firmou Viessmann. Měření bylo provedeno za odborného dohledu servisního technika.

Měření je dle zákona povinné u spotřebičů kategorie B, tedy těch, které spalují vzduch a odvádějí spaliny komínem mimo objekt. Produkují velké množství oxidu uhelnatého, které způsobuje otravu. Měření spalin upravuje norma TPG 704 01, která stanovuje požadavky na plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách. Měření se provádí při uvedení kotle do provozu, při servisu, při provozní revizi a při odborném posouzení provozu. Povinnost je měřit CO ve spalinách, ovzduší, komínu a teplotu spalin. Naměřené spaliny se pak přepočítávají z koncentrace CO ve spalinách na hodnotu CO neředěné s ohledem na součinitel přebytku spalovacího vzduchu. Na základě výsledku se stanoví návrh termínu provedení servisu podle diagramu viz obrázek č. 10 graf koncentrace CO ve spalinách.



Obrázek 10 Graf koncentrace CO ve spalinách (Martin Dragoun, 2014)

V případě vyšší koncentrace, než je 1000 ppm (part per million), se musí zařízení odstavit z provozu. Nejčastější poruchou bývá nedostatečný přívod spalovacího

vzduchu, tak dochází ke špatnému spalování, porušení dynamické rovnováhy systému a spaliny se vracejí do prostoru, kde je zařízení (Dragoun M., 2014).

5.5 Naměřené hodnoty stávajícího zdroje tepla

Výsledkem měření spalín kotle je tabulka č. 5 naměřených hodnot. Měření proběhlo analyzátořem spalín Testo 330 za přítomnosti odpovědné osoby.

Kotel se uvede do režimu ustáleného provozního stavu a přístroj se napojí na spalínovou cestu. Spaliny se měří 3x po sobě s intervalem 10 minut.

Typové označení: Ostatní spalovací zdroje				Jmenovitý výkon v kW: 49	
Výrobce: Viessmann Vitodens 300			Palivo: Plynná paliva		
Označení: Viessmann Vitodens 300			Min. hodnoty účinnosti v %: 89		
Výrobní číslo: 7176778 503782105			Hodnota ref. Kyslíku O ₂ v %: 3		
Rok výroby: od 1.1.1990				Rytmus provozu: Celoroční	
Měřené hodnoty	1. Měření	2. Měření	3. Měření	Průměr měření	Maximální hodnoty
Datum a čas	22.4.2020 7:12:56	22.4.2020 7:36:50	22.4.2020 8:10:31	-----	----- ---
Kyslík O ₂ (%)	5,5	5,4	5,3	5,4	5,5
CO _{měř} (PPM)	8	9	8	8,33	9
Teplota vzduchu (°C)	22,5	23	23,6	23,03	23,6
Teplota spalín (°C)	44	54,1	62	53,37	62
Tah (hPa)	0	0	0	0	0
Vypočtené hodnoty					
Oxid uhličitý CO ₂ (%)	8,9	8,9	9	8,83	9
Přebytek vzduchu (-)	1,35	1,35	1,34	1,35	1,35
Kominová ztráta (%)	-4,2	1,3	2	2,5	2
Účinnost (%)	104,2	98,7	98	100,3	104,2
CO _{ref} (mg/m ³) podle NV 146/2007 Sb.	12	13	11	12	13

Oxid siřičitý SO ₂ vypočtený z paliva:	0
---	---

Tabulka 5 Naměřené hodnoty emisí plynového kotle Vitodens 300

Dle měření kotel splňuje limitní hodnoty. Dle odborného názoru je kotel funkční, bez jakýchkoli závad. Životnost kotle 15–20 let, a proto je nutné navrhnout nový zdroj.

5.6 Navrhovaná řešení

Jako náhrada za stávající kotel byly navrženy tři zdroje. Cílem práce bylo navrhnout náhradní zdroje, namísto zdroje stávajícího. Uvedeny jsou tři zdroje, u kterých jsou zjišťovány argumenty, a vyhodnocení, který ze zdrojů bude optimální. V tabulce č. 6 jsou uvedeny investiční náklady na pořízení. Ceny jsou uvedeny pouze za samotná zařízení.

Zdroj tepla	Produkt	Cena v Kč bez DPH
Plynový kotel	Vitodens 200-W	74 570
Kotel na tuhá paliva	Vitoligno 150-S	132 750
Tepelné čerpadlo	Energycal AW PRO AT	823 490

Tabulka 6 Ceny navrhovaných zařízení

5.6.1 Vitodens 200-W

Jedná se o plynový kondenzační kotel na zemní a zkapalněný plyn o výkonu 49 až 60 kW. Je vhodný pro rodinné domy, průmyslové budovy a veřejné budovy. Účinný provoz s normovaným stupněm využití až 98 %. Kotel je třídy energetické účinnosti A. Je to novější, vylepšená verze stávajícího zdroje Vitodens 300 (Viessmann spol. s r.o., 2018).

V tabulce č. 7 jsou uvedeny roční ceny za plyn a spotřeba plynu v m³ kotle Vitodens 300 od roku 2015 do roku 2019, ceny jsou z reálných faktur od dodavatele energií. Z údajů v tabulce bude vypočteno jmenovité tepelné zatížení.

Rok	Cena za plyn (Kč)	Spotřeba plynu (m ³)
2015	53 934	3 552
2016	134 796	8 862
2017	90 540	9 812
2018	115 321	8 602
2019	100 610	8 360

Tabulka 7 Ceny za plyn kotle Vitodens 300

Účinnost (η) Vitodens 300 je 105,8 % - při teplotní spádu 50/30.

Postup výpočtu jmenovitého tepelného zatížení:

$$TZ/\eta*100=X \quad (9)$$

Tepelné ztráty	47 kW
η	105,8 %
jmenovité tepelné zatížení (příkon)	X

$$47/105,8 \times 100 = 44,4 \text{ kW}$$

V tabulce č. 8 jsou uvedeny ceny za plyn kotle Vitodens 200, které byly spočítány za pomoci údajů z tabulky č. 7 a jmenovitého tepelného zatížení.

Rok	Cena za plyn (Kč)	Spotřeba plynu (m ³)
2015	53 205	3 547
2016	132 974	8 742
2017	89 316	9 679
2018	113 762	8 486
2019	99 250	8 247

Tabulka 8 Ceny za plyn kotle Vitodens 200

Účinnost Vitodens 200 je 107,2 % při teplotním spádu 50/30.

Postup výpočtu jmenovitého tepelného zatížení:

$$TZ/\eta*100=Y \quad (10)$$

Tepelné ztráty	47 kW
η	107,2 %
jmenovité tepelné zatížení (příkon)	Y

$$47/107,2 \times 100 = 43,8 \text{ kW}$$

Postup výpočtu cen za plyn kotle Vitdens 200:

$$CP_{300(2015)}/(X*Y)=CP_{200(2015)} \quad (11)$$

Cena za plyn za rok 2015 kotle Vitodens 300($CP_{300(2015)}$) 53 934 Kč

Jmenovité tepelné zatížení kotel Vitodens 300 (X) 44,4 kW

Jmenovité tepelné zatížení kotel Vitodens 200 (Y) 43,8 kW

Cena za plyn za rok 2015 kotle Vitodens 200 $CP_{200(2015)}$

$53\,934 / (44,4 * 43,8) = 53\,205$ Kč

Takto bylo postupováno u každého dalšího roku.

Postup výpočtu rozdílu ceny a spotřeby za plyn:

$$(XP - YP) / PL = \dot{U} \quad (12)$$

Součet cen za plyn kotle Vitodens 300 (XP) 495 201 Kč

Součet cen za plyn kotle Vitodens 200 (YP) 488 507 Kč

Počet let (PL) 5

Úspora Ú

$495\,201 - 488\,507 = 6694 / 5 = 1339$

Ročně se ušetří průměrně 1 339 Kč za plyn.

Postup výpočtu spotřeby plynu kotle Vitodens 200:

$$CP_{200(2015)} / (CP_{300(2015)} / SP_{300(2015)}) = SP_{200(2015)} \quad (13)$$

Cena za plyn za rok 2015 kotle Vitodens 300 ($CP_{300(2015)}$) 53 934 Kč

Cena za plyn za rok 2015 kotle Vitodens 200 ($CP_{200(2015)}$) 53 205 Kč

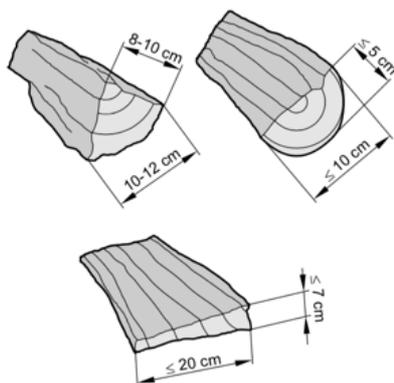
Spotřeba plynu za rok 2015 kotle Vitodens 300 ($SP_{300(2015)}$) 3 552 m³

Spotřeba plynu za rok 2015 kotle Vitodens 200 $SP_{200(2015)}$

$53\,205 / (53\,934 / 3\,552) = 3\,547$ m³

5.6.2 Vitoligno 150-S

Zplyňovací kotel ke spalování kusového dřeva o výkonu 17 až 45 kW. Kotel je vhodný pouze pro spalování kusového dřeva v přírodním stavu. Parametry kusového dřeva upravuje norma ČSN EN ISO 17225-5, třída B / D15 L50 M20. Délka polen by měla být mezi 45–56 cm na obrázku č. 11 jsou uvedeny doporučené rozměry dřeva. V kotli nesmí být spalováno nic jiného než kusové dřevo. Dřevo může obsahovat maximálně 20 % vody, vyšší obsah vody by mohl snižovat jmenovitý tepelný výkon a dobu hoření (Viessmann spol. s r.o., 2018).



Obrázek 11 Doporučené rozměry kusové dřeva (Viessmann spol. s r.o. 2018)

Kotel je vybaven čidlem teploty spalin, které měří obsah kyslíku a teplotu spalin. Kotel má nízké emise prachu kvůli čistému a účinnému spalování. Jeho účinnost je 93,1 %. V tabulce č. 9 je průměrná spotřeba dřeva a jeho cena. Hodnoty jsou přepočteny ze spotřeby plynu na potře dřeva.

Rok	Spotřeba plynu (MWh) u kotle Vitodens 300	Spotřeba dřeva (prm) u kotle Vitoligno 150-S	Cena za roční spotřebu dřeva
2015	37,728	20	17 800
2016	94,489	50	44 500
2017	105,166	55	48 950
2018	91,776	48	42 720
2019	89,203	47	41 830

Tabulka 9 Spotřeba a cena dřeva

Postup přepočtu plynu na spotřebu dřeva:

Pro modelový příklad by vybrán jako palivové dřevo modřín 50 cm dlouhých polen (Topte Dřevem s. r. o., 2018). Dřevo je uváděno v prm (rovnaný metr).

$$H / SP_{300(2015)} = SD_{2015} \quad (14)$$

Výhřevnost modřínu (H) 1 900 kWh/prm

Spotřeba plynu kotle Vitodens 300 ($SP_{300(2015)}$) 37 728 kWh

Spotřeba dřeva za rok 2015 SD_{2015}

$$37\,728 / 1\,900 = 20 \text{ prm}$$

Tím je vypočteno kolik prm dřeva by byla spotřeba za rok. Takto bylo postupováno u každého dalšího roku.

Postup výpočtu ceny za roční spotřebu dřeva:

$$M \cdot SD = CD_{2015} \quad (15)$$

Cena za 1 prm (M)	890 Kč
Spotřeba dřeva za rok 2015 (SD_{2015})	20 prm
Cena spotřeby dřeva za rok 2015	CD_{2015}
20*890=17 800 Kč	

Takto bylo postupováno u každého dalšího roku.

5.6.3 Energycal AW PRO AT

Tepelné čerpadlo vzduch-voda s vysokou účinností a výkonovým rozsahem 40-74 kW. Tento typ čerpadel se doporučuje do větších objektů (Viessmann spol. s r.o., 2019).

Postup výpočtu spotřeby dodané elektřiny za rok:

$$SP_{300(2019)} / SCOP = A \quad (16)$$

Spotřeba plynu kotle Vitodens 300 za rok 2019 $SP_{300(2019)}$	89 203 kWh
SCOP (sezónní výkonové číslo) – počítané při A0/W45 – 44,2/14,9 = 2,96	
Dodaná elektřina za rok 2019	A
89 203/2,96 = 30 136 kWh	

Postup výpočtu ceny dodané elektřiny za rok:

$$A \cdot \text{ČEZ} = \text{ETČ} \quad (17)$$

Cena za 1 kWh dodané elektřiny (ČEZ)	2,50 Kč
Pro výpočet byla podle ČEZ sazba za 1 kWh = 2,50 Kč/ kWh. Počítá se jen cenu za kWh bez měsíčních paušálů.	
Množství spotřebované elektřiny za rok (A)	30 136 kWh
Cena dodané elektřiny za rok	ETČ
30 136x2,50 = 75 340 Kč/rok	

Postup výpočtu úspory tepelného čerpadla:

$$CP_{300(2019)} - \text{ETČ} = \text{ÚTČ} \quad (18)$$

Cena za plyn kotle Vitodens 300 ($CP_{300(2019)}$)	100 610 Kč
--	------------

Cena za spotřebovanou elektřinu TČ za rok (ETČ) 75 340 Kč
 Úspora tepelného čerpadla ÚTČ
 $100\,610 - 75\,340 = 25\,270$ Kč

Postup výpočtu návratnosti investice do tepelného čerpadla:

$$(CTČ - CK) / Ú = NA \quad (19)$$

Cena TČ (CTČ) 823 490 Kč
 Cena za kotel (CK) 74 570 Kč
 Úspora za rok (Ú) 25 270 Kč
 Návratnost NA

$$(823\,490 - 74\,570) / 25\,270 = 30 \text{ let}$$

5.7 Porovnání navrhovaných řešení

V tabulce č. 10 jsou porovnány zjištěné údaje k jednotlivým zdrojům tepla.

Zdroj tepla	Cena v Kč bez DPH	Výkon (kW)	Průměrná spotřeba energie za rok	Průměrné náklady za energii (Kč/rok)
Plynový kondenzační kotel Vitodens 200-W	74 570	49–60	7 740 m ³ zemního plynu	97 700
Kotel na kusové dřevo Vitoligno 150-S	132 750	17-45	44 prm dřeva	39 160
Tepelné čerpadlo Energycal AW PRO AT	823 490	40-74	31 000 kWh elektřiny	75 340

Tabulka 10 Porovnání údajů jednotlivých zdrojů tepla

6 Diskuze a závěr

Vzhledem k rychlosti dnešní doby by se dalo očekávat, že zdroje, které nám příroda přináší, budeme lépe a svědomitěji využívat. Namísto ekologičtějších a pro planetu příznivějších zdrojů využíváme ty, které ji ničí. Pokud se člověk rozhodne pro šetrnější zdroje energie, zjistí, že je to velice finančně náročné. Cílem této práce bylo navrhnout optimální zdroje tepla, kterými je možné nahradit zdroj stávající, a zhodnotit jejich ekonomickou a ekologickou stránku.

Potřebné technické údaje o budově, která byla uvedena jako příklad, byly zjištěny z projektových dokumentací. Celková tepelná ztráta budovy činí 47 kW a odpovídá

potřebnému výkonu zdroje tepla. Stávající zdroj je plynový kondenzační kotel od firmy Viessmann, a využívá neobnovitelný a vyčerpateľný zemní plyn. Spotřebuje průměrně 7 838 m³ zemního plynu ročně. Průměrná cena za zemní plyn je 99 040 Kč za rok. Vzhledem k tomu, že kotel splňuje limitní hodnoty a jeho provoz je stále v normě, není nutné zařízení v nejbližší době vyměnit. Plynový kondenzační kotel má všeobecně životnost přibližně 15-20 let a stávající plynový kotel Vitodens 300 je v objektu 16 let. Pokud vezmeme v úvahu tuto informaci, je nutné přemýšlet nad novou variantou. Na základě technických parametrů byly zvoleny různé možnosti vytápění.

Jako zdroj tepla pro vytápění objektu byl zvolen plynový kondenzační kotel, kotel na kusové dřevo a tepelné čerpadlo.

Plynový kondenzační kotel Vitodens 200-W od firmy Viessmann využívá neobnovitelný a vyčerpateľný zemní plyn. Jeho cena na pořízení je 74 570 Kč bez DPH a cenově se jeví jako nejdostupnější varianta. Spotřebuje průměrně 7 740 m³ zemního plynu ročně. Průměrná cena za zemní plyn je 97 700 za rok. Oproti stávajícímu tepelnému zdroji je tedy o něco úspornější a má menší spotřebu zemního plynu.

Kotel na kusové dřevo Vitoligno 150-S od firmy Viessmann využívá k výrobě tepla obnovitelný zdroj dřevo. Jeho cena na pořízení je 132 750 Kč bez DPH, oproti plynovému kotli je cena na pořízení vyšší. Spotřebuje průměrně 44 prm dřeva, za které zaplatíme průměrně 39 160 Kč za rok. Cena dřeva oproti plynu je tedy nižší a tím příznivější. Spalováním dřeva také vzniká méně škodlivých látek oproti zemnímu plynu. Nevýhodou kotle na kusové dřevo je nákup a skladování dřeva. Pokud budeme při výběru zdroje tepla pohlížet na současnou situaci, zjistíme, že vzhledem k velké lavině kůrovcové kalamity bude v dohledné době problém dřevo sehnat a jeho cena bude pravděpodobně růst.

Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ Energycal AT PRO AW od firmy Viessmann využívá k výrobě tepla energii ze vzduchu. Jeho cena na pořízení je 823 490 Kč bez DPH, je tedy nejdražší z uvedených zařízení. Spotřebuje průměrně 31 000 kWh elektřiny a zaplatíme za ní průměrně 75 340 Kč za rok. Cena je tedy nižší než u plynového kondenzačního kotle, ale naopak vyšší než u dřeva. Výhodou je, že tepelné čerpadlo využívá pro vytápění energii, kterou si bere z okolního prostředí a nevypouští znečišťující látky do ovzduší. Další výhodou je, že odpadá nutnost odvodu spaliny, plynové přípojky nebo místa na skladování dřeva. Tepelné čerpadlo má také mnohem delší životnost než kotel. Nevýhodou u tepelného čerpadla je mnohonásobně vyšší

pořizovací cena oproti jakémukoli jinému zdroji tepla. Investice do tepelného čerpadla se vrátí přibližně do třiceti let. V tomto případě by se tepelné čerpadlo ani z pohledu návratnosti nevyplatilo.

Závěrem tedy je, že pokud se majitel budovy, která byla uvedena jako příklad, bude rozhodovat o novém zdroji tepla, výběrem bude nejspíše nový plynový kondenzační kotel. Důvodem výběru je cena na pořízení kotle a cena za dodanou energii. Z tohoto příkladu tedy vyplývá, že používat neobnovitelné zdroje energie je levnější než používat zdroje obnovitelné energie. Možné řešení by mohlo být získání dotace na výměnu starého zařízení a vyměnit tak plynový kotel za tepelné čerpadlo.

Velkou část tohoto problému zahrnuje nevědomost člověka. Málo kdo z nás si uvědomí, jak fungují jeho každodenní samozřejmosti jako je například mít doma teplo. Naše bydlení nejsou jediným zdrojem emisí, ale jsou velkou součástí, kterou bychom neměli přehlížet. Staré zdroje tepla by se tedy měli měnit za nové, technologicky vyspělejší a ekologicky příznivější.

Povědomí lidí o tomto problému by se mělo zvednout a začít se dívat na naši zemi jako na něco, co si nelze koupit nové.

Měli bychom na naši planetu pohlížet jako na něco, co si nelze koupit nové.

7 Zdroje

7.1 Odborné publikace

Blažek J. a Rábl V. 2006: Základy zpracování a využití ropy, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 254 s. ISBN: 80-7080-619-2

Blažíček J. ©2016: Půda – nevyčerpatelný zdroj tepla (online) [cit. 2020.02.10], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/14410-puda-nevyčerpatelný-zdroj-tepla>>

Buchta J. et al., Kejklíček P., Chuděj F., 2011: Technická zařízení v budovách, Vydala Agentura ČSTZ, s.r.o., 389 s. ISBN 978-80-86028-76-7

Braniš M. et al., 2009: Atmosféra a klima, Nakladatelství Karolinum, 352 s. ISBN: 978-80-246-1598-1

Dufka J., 2007: Hospodárné vytápění domů a bytů, vydala Grada Publishing a. s., 112 s. ISBN: 978-80-247-2019-7

Dufka J., 2006: Podlahové vytápění, Grada Publishing a.s., 96 s. ISBN: 80-247-1530-9

Dragoun M., © 2014: Měření spalín a dalších parametrů při revizi a servisu plynových zařízení (online) [cit. 2020.01.09], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/11060-mereni-spalin-a-dalsich-parametru-pri-revizi-a-servisu-plynovych-zarizeni>>

Dřímál P. ©2016: Tepelná čerpadla, geotermální energie, (online) [cit. 2020.03.12], ISBN: 978-80-88058-05-2, dostupné z <<https://publi.cz/books/93/03.html>>

Karlík R., 2009: Tepelné čerpadlo pro váš dům, vydala Grada Publishing a. s., 112 s. ISBN: 978-80-247-6803-8

Klazar L. ©2005: Topný faktor tepelného čerpadla (I), (online) [cit. 2020.03.19], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/2432-jak-je-to-vlastne-s-topnym-faktorem-i>>

Lyčka Z., 2012: Malé teplovodní kotle na pevná paliva, LING Vydavatelství s.r.o., 94 s.

Matuška T., 2010: Solární soustavy pro bytové domy, vydala Grada Publishing a. s., Praha, 136 s. ISBN: 978-80-247-3503-0

Matuška T., 2013: Solární zařízení v příkladech, vydala Grada Publishing a.s., 254 s. ISBN: 978-80-247-3525-2

Musil P., 2009: Globální energetický problém a hospodářská politika – se zaměřením na obnovitelné zdroje, vydalo C. H. Beck, 224 s. ISBN: 978-80-7400-112-3

Murtinger K., 2013: Úsporný rodinný dům, vydala Grada Publishing a.s., 112 s. ISBN: 978-80-247-4559-6

Novák L. ©2006: Vodní energie (I) – zdroje vodní energie, (online) [cit. 2020.03.12], dostupné z <<https://www.tzb-info.cz/3645-vodni-energie-i-zdroje-vodni-energie>>

Nordmann R., 2011: Buducnost bez atomu a ropy, Nakladatelství Martin Koláček, 285 s. ISBN: 999-00-017-7496-7

Pregizer D., 2009: Zásady pro stavbu pasivního domu, vydala Grada Publishing a.s., 126 s. ISBN: 978-80-247-2431-7

Quaschnig V., 2008: Obnovitelné zdroje energií, vydala Grada Publishing a. s., Praha, 296 s. ISBN: 978-80-247-3250-3

ŠKORPÍK, J. ©2016: Fosilní paliva, jejich využití v energetice a ekologické dopady, Transformační technologie, (online) [cit. 2020.03.12], ISSN 1804-8293, dostupné z <<https://www.transformacni-technologie.cz/07.html>>

Smil V., 2006: Energie, vydala Kniha Zlín, 274 s. ISBN: 978-80-747-3634-6

Zmrhal V., 2014: Větrání rodinných a bytových domů, vydala Grada Publishing a.s., 96 s. ISBN: 978-80-247-4573-2

IOP Publishing Ltd. © 2019,: Evaluation of hybrid heating systems with a combination of fossil and renewable energy sources (online) [cit.2020.01.16], dostupné z <<https://www-scopus-com.infozdroje.czu.cz/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072831380&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&st1=boiler&nlo=&nlr=&nls=&sid=dd2c6649192fe11f2054651c25d955a2&sof&sdt=sisr&cluster=scosubjabbr%2c%22ENVI%22%2ct&sl=21&s=TITLE-ABS->>

[KEY%28boiler%29&ref=%28%28gas+boiler%29%29+AND+%28solar+panel%29&relpos=5&citeCnt=0&searchTerm=>](#)

MDPI AG © 2019,: Environmental and economic benefits from the phase-out of residential oil heating: A study from the Aosta Valley region (Italy) (online) [cit.2020.01.16], dostupné z <[BMI UK & Ireland, ©2016: Nitrogen Oxide \(NOx\) Pollution \(online\) \[cit. 2019.11.26\], dostupné z <<http://www.icopal-noxite.co.uk/nox-problem/nox-pollution.aspx>>](https://www-scopus-com.infozdroje.czu.cz/record/display.uri?eid=2-s2.0-85068326890&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=boiler&nlo=&nlr=&nls=&sid=b150fe1a72f28715a10637291e04df8a&so t=b&sdt=sisr&cluster=scosubjabbr%2c%22ENVI%22%2ct&sl=21&s=TITLE-ABS-KEY%28boiler%29&ref=%28%28%28gas+boiler%29%29+AND+%28solar+panel%29%29+AND+%28source+of+energy%29&relpos=8&citeCnt=2&searchTerm=>></p></div><div data-bbox=)

7.2 Legislativní zdroje

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, v platném znění.

Zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně, v platném znění.

ČSN 06 0210: Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, Český normalizační institut, © 1993. 24 s.

7.3 Internetové zdroje

TZB Info ©2020: Vytápíme plynem (online) [cit.2020.01.02], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem>>.

TZB Info ©2020: Vytápíme tuhými palivy (online) [cit.2020.01.02], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy>>.

ČSN 303-5: Kotle pro ústřední vytápění

Viessmann spol. s r.o.: Kotle na biomasu (online) [cit.2020.01.02], dostupné z <<https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/kotle-na-biomasu.html>>.

TZB Info ©2020: Rozdělení elektrické energie (online) [cit.2020.01.10], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou/305-rozdeleni-elektricke-energie>>.

Viessmann spol. s r.o.: Jak funguje kondenzační kotel (online) [cit.2020.01.11], dostupné z <<https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/jak-funguje-kondenzacni-kotel.html>>.

TZB Info ©2020: Vytápíme elektřinou (online) [cit.2020.01.09], dostupné z <<https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou>>.

TZB Info ©2020: Vytápíme plynem (online) [cit.2020.01.18], dostupné z <<https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>>.

Revitalizace.com ©2011: Co je tepelná ztráta objektu a výpočet potřeby tepla na vytápění (online) [cit.2020.01.16], dostupné z <<https://www.revitalizace.com/teorie-vypocty/co-je-tepelna-ztrata-objektu-a-vypocet-potreby-tepla-na-vytapani/>>.

Ministerstvo životního prostředí, ©2013: Příručka Ochrany Kvality O vzduší (online) [cit. 2019.11.28], dostupné z

<[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/\\$FILE/000-prirucka_OPLZZ_komplet-20190708.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/$FILE/000-prirucka_OPLZZ_komplet-20190708.pdf)>

Státní fond životního prostředí ČR, ©2020: Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech Ovzduší (online) [cit. 2019.12.15], dostupné z <<https://www.opzp.cz/o-programu/podporovane-oblasti/prioritni-osa-2/>>

Státní fond životního prostředí ČR, © 2014: Kotlíkové dotace (online) [cit. 2020.01.02], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/>>

Nová zelená úsporám, ©2014: O programu (online) [cit. 2020.01.02], dostupné z <<https://www.novazelenausporam.cz/o-programu/>>

TZB Info ©2020: Biomasa (online) [cit.2020.03.11], dostupné z <<https://oze.tzb-info.cz/biomasa>>.

Topte Dřevem s.r.o. ©2018: Ceník palivového dřeva (online) [cit.2020.03.19], dostupné z <<http://www.topte-drevem.cz/cenik-palivove-drevo/>>

7.4 Ostatní zdroje

Logosign a. s., 2004: Projektový dokumentace výrobního objektu v Chrášťanech. Vydavatel, Chrášťany, "nepublikováno". V depozitu: V kancelářské budově firmy.

Viessmann spol. s r.o., © 2005: Technické listy Vitodens 300, Praha, 60 s.

Viessmann spol. s r.o., © 2018: Technické listy Vitodens 200-W, Praha, 96 s.

Viessmann spol. s r.o., © 2018: Technické listy Vitoligno 150-S, Praha, 60 s.

Viessmann spol. s r.o., © 2019: Technické listy Energycal AW PRO AT, Praha, 24 s.

7.5 Seznam tabulek

Tabulka 1 Hlavní složky emisí (Marek Goryczka, 2014) online dostupné z <https://docplayer.cz/4037857-Energeticke-zdroje-pro-21-stoleti.html>

Tabulka 2 Průměrné měsíční doby slunečního svitu v Praze (Jiří Beranovský et al., Alternativní energie pro váš dům)

Tabulka 3 Požadavky na spalovací stacionární zdroj na kapalná nebo plynná paliva o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění, které se použijí od 1. ledna 2018 online [cit.2020.01.16] dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

Tabulka 4 Minimální emisní požadavky na spalovací stacionární zdroj na pevná paliva o jmenovitém tepelném příkonu do 300 kW včetně, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění online [cit.2020.01.16] dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

7.6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Světová spotřeba energie (Ing. Daniel Polák) online [cit. 2020.01.25] dostupné z <https://docplayer.cz/4037857-Energeticke-zdroje-pro-21-stoleti.html>

Obrázek 2 Schéma kotle na kusové dřevo (Viessmann, spol. s r.o., 2018) online [cit. 2020.02.06.] dostupné z https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUK EwiB947diMDoAhUjNOwKHeB3C98QFjAAegQIBxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.viessmann.cz%2Fcontent%2Fdam%2Fvi-brands%2FCZ%2FPdf%2FProdukty%2FViitoligno_100-S.pdf%2F_jcr_content%2Frenditions%2Foriginal.media_file.download_attachment.file%2FViitoligno_100-S.pdf&usg=AOvVaw1ypxU6-xj_DSo208JNXyzY

Obrázek 3 Schéma kotle na pelety (Viessmann, spol. s r.o., 2015) online [cit. 2020.02.06.] dostupné z <https://docplayer.cz/7256128-Vytapeni-drevem-prumyslove-systemy-chladici-systemy.html>

Obrázek 4 Princip tepelného čerpadla (Klima Rapid) online [cit. 2020.02.09] dostupné z < <http://www.tepelnerpadlo.eu/jak-funguje-tepelne-čerpadlo/>>

Obrázek 5 Princip tepelného čerpadla Vzduch/Voda (Klima Rapid) online [cit. 2020.01.26] dostupné z < <http://www.tepelnerpadlo.eu/tepelne-čerpadlo-vzduch-voda/>>

Obrázek 6 Princip tepelného čerpadla Země/Voda (Ing. Sýkora) online [cit. 2020.01.26] dostupné z < https://www.jakbydlet.cz/clanek/541_jak-funguje-tepelne-čerpadlo-zeme-voda.aspx>

Obrázek 7 Princip tepelného čerpadla Voda/Voda (IVT Tepelná čerpadla s.r.o.) online [cit. 2020.01.26] dostupné z < <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-čerpadla-voda-voda-studny>>

Obrázek 8 Princip tepelného čerpadla Vzduch/Vzduch (Klima Rapid) online [cit. 2020.01.26] dostupné z < <http://www.tepelnerpadlo.eu/tepelne-čerpadlo-vzduch-vzduch/>>

Obrázek 9 Vitodens 300 (Viessmann spol. s r.o. 2005) [cit. 2020.01.23] Interní materiály firmy Viessmann

Obrázek 10 Graf koncentrace CO ve spalinách (Martin Dragoun, 2014) online [cit. 2020.01.21] dostupné z < <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/11060-mereni-spalin-a-dalsich-parametru-pri-revizi-a-servisu-plynovych-zarizeni>>

Obrázek 11 Doporučené rozměry kusového dřeva (Viessmann spol. s r.o. 2018) [cit. 2020.01.21] Interní materiály firmy Viessmann

