



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUT OF INFORMATICS

ENERGETICKÝ MANAGEMENT V UBYTOVACÍM ZAŘÍZENÍ

ENERGY MANAGEMENT IN THE ACCOMMODATION FACILITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. ADAM ŠKORPÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ KŘÍŽ, PH.D.

BRNO 2013

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o systému vytápění v ubytovacím zařízení. Vysvětluje způsob řízení několika navzájem oddělených systémů, které mají za následek automatizaci celého vytápěcího systému. Přesné dávkování tepelné energie do jednotlivých pokojů je ovládáno centrálním serverem, který komunikuje s rezervačním systémem ubytovacího zařízení. Cílem je snížení nákladů na vytápění.

Klíčová slova

Zdroj tepla, distribuce tepla, elektroventil, rezervační systém, automatizace, inteligentní budova, úspora.

Abstract

This thesis deals with heating system in accommodation facility. It clarifies the way of controlling multiple decentralized systems which results in automatization of the whole heating system. Heating distribution into individual zones is controlled by central server which communicates with reservation system of accommodation facility. The main goal is to lower expenses for heating.

Keywords

Source of heat, distribution of heat, electrical heating valve, reservation system, automatization, intelligent building, energy saving.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2012

.....

podpis studenta

Bibliografická citace:

ŠKORPÍK, A. *Energetický management v ubytovacím zařízení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 122 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jíří Kříž, Ph.D.

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Vymezení problému a cíle práce	10
3	Teoretická východiska práce	12
3.1	Prostředky (palivo) pro výrobu tepelné energie.....	12
3.1.1	Zemní plyn.....	12
3.1.2	Černé uhlí.....	13
3.1.3	Hnědé uhlí.....	13
3.1.4	Koks	13
3.1.5	Dřevo	14
3.1.6	Pelety	14
3.1.7	Brikety z biomasy	15
3.1.8	Sluneční	15
3.1.9	Větrná.....	16
3.1.10	Vodní	16
3.1.11	Geotermální	16
3.1.12	Elektrická energie	17
3.2	Výroba tepelné energie	17
3.2.1	Tepelné čerpadlo.....	18
3.2.2	Elektrické vytápění	24
3.2.3	Plynové vytápění.....	28
3.2.4	Vytápění uhlím a koksem	31
3.2.5	Vytápění dálkovým teplem.....	36
3.2.6	Vytápění biomasou	36
3.2.7	Vytápění dřevem.....	37
3.2.8	Teplovodní kotle na peletky	38
3.3	Distribuce tepelné energie.....	39
3.3.1	Vnitřní rozvody energie	39
3.3.2	Vodní otopná soustava.....	41

3.3.3	Akumulační nádrž.....	41
3.3.4	3 - 4 cestný ventil.....	42
3.3.5	Oběhové čerpadlo	43
3.3.6	Měřicí čidla	43
3.3.7	Přenos tepla do prostoru	44
3.4	Ekvitermní regulace	45
3.5	ISO 50001	46
3.5.1	CÍLE, PŘÍNOSY, VÝHODY	46
4	Analýza problému a současné situace	48
4.1	Popis ubytovacího zařízení	48
4.1.1	Poloha budovy	49
4.1.2	Geografická poloha.....	49
4.1.3	Poloha hotelu vůči slunci.....	50
4.1.4	Energie vyzářená člověkem	52
4.2	Popis otopné soustavy	53
4.2.1	Zařízení v kotelně	54
4.2.2	Popis vnitřních topných prostor.....	59
4.2.3	Analýza otopného systému před regulací	60
4.3	Analýza rezervačních systémů	61
4.4	Dodavatel energií	64
4.4.1	Výběr dodavatele energií	64
4.4.2	Energetický trh.....	65
4.4.3	Postup při výběru dodavatele.....	68
4.5	Ovládací systémy	69
4.5.1	Komunikační protokoly	71
4.6	Porovnání řídicích softwarů	74
4.6.1	mControl 2013	74
4.6.2	HomeSeer.....	75
4.6.3	Fhem	76
4.6.4	Domotica Europe	76

4.7	Porovnání systému komunikace.....	76
4.8	Analýza hardwarového trhu	78
4.8.1	Bezdrátová hlavice.....	79
4.8.2	Ovládací jednotky	81
4.8.3	Požadavky na hardware pro výrobu tepla.....	85
5	Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení.....	87
5.1	Vstupní podmínky pro vytvoření systému vytápění	87
5.2	Princip fungování systému.....	89
5.2.1	FHEM	90
5.2.2	Rezervační systém	94
5.3	Hardware	96
5.3.1	Kotelna.....	97
5.3.2	Distribuce tepla	98
5.4	Řídící algoritmy	102
5.5	Náklady	105
5.5.1	Hardware.....	106
5.5.2	Software	107
5.5.3	Náklady na správu systému vytápění.....	108
5.5.4	Celkové náklady	108
5.6	Sběr a vyhodnocení dat pro analýzu spotřeby el. energie	110
6	Závěr	113
7	Seznam použité literatury	115
7.1	Seznam citací	115
7.2	Seznam obrázků	119
7.3	Seznam tabulek	121

1 Úvod

V době neustále se zvyšujících se cen za energie, přichází do popředí obor, který se zaměřuje na měření a řízení energií. Energetický management. Jedná se o soupis mnoha oborů a zaměření, které se týkají budovy či objektu jako takového. Ať se jedná o stavbu, či přestavbu budovy, tak i následné využívání vnitřních prostor.

Protože je člověku v zimě chladno, v noci nevidí, či v létě teplo, schází se s tímto oborem každý z nás. Tato diplomová práce neobsahuje celý obor energetického managementu, ale zaměřuje se na část, která se stará právě o fakt, že člověku je v zimě venku chladno, proto je nutné nějak se ohřát. Znalosti předků ukazují na oheň, jako zdroj tepla, ovšem oheň nejenom dává teplo, ale bohužel někdy i bere životy, proto se každý den lidé snaží o zlepšení technologie vytápění.

První část této práce se zaměří na způsoby, jak lze vytápět a zároveň čím lze vytápět. Tyto znalosti a informace bude obsahovat teoretická část, protože jsou to věci již dlouho dobu známé, ale shrnutí, jak a čím lze topit, je velmi důležité.

Druhá část se zabývá již konkrétními informacemi o ubytovacím zařízení, ve kterém je instalována praktická část této práce a tím je Balonový hotel Radešín. Analýza objektu z konstrukčního hlediska, analýza otopné soustavy je zmíněna pro správný výchozí stav.

Dále je popsána metoda výběru dodavatele energií, analýza produktů, které je možné využít pro regulaci a měření, a také řídicí systémy, které se na evropském trhu nacházejí.

V praktické části je rozebrán přesný postup pro zavedení energetického managementu do ubytovacího zařízení ze všech předchozích informací, včetně výpočtů nákladů a návratnosti celého projektu.

Tato diplomová práce je postavena na reálných datech a informacích, které jsou čerpány z řídicího serveru radesin.regulacetepla.cz. Hardwarová instalace všech komponent proběhla mojí osobou, proto jsou uvedeny i praktické rady, výhody a nevýhody celého řídicího systému.

2 Vymezení problému a cíle práce

Cílem práce je snížení spotřeby energií na vytápění v ubytovacím zařízení, konkrétně s využitím inteligentního systému vytápění. Cíl není určený specifickou hodnotou, či číslem, ale výsledek by měl být maximalizován, potažmo platba za energie minimalizována.

Vymezení problému je v tomto případě oddělení spotřeby energie za vytápění od ostatních prvků celkové ceny za energie. Tato spotřebovaná energie byla v zimním období neúnosná počínaje problémem zdroje kotle až po nehospodárnost jednotlivých zákazníků hotelu.

Problém nastával v několika místech celého systému. První problém je otázka, kdy začít vytápět a kde začít vytápět? Tento problém bude následně vyřešen implementací rezervačního systému do systému vytápění hotelu. Problematika toho, kde začít vytápět bez špatného ovládní, většinou znamenala vytápět celý hotel bez ohledu na to, v kolika pokojích jsou ubytováni hosté.

Čím topit, když jsou v hotelu dva zdroje tepla? Rozhodnutí mezi využitím plynu a elektrické energie, přičemž po výpočtech je výsledný výběr zajímavý.

Další z problémů, které jsou definovány, je tepelný komfort. Teplota, kterou preferuje zákazník, vůči teplotě, kterou preferuje vytápějící, je nutné správně vybrat, aby zákazník byl spokojen a zároveň teplota nepřesahovala potřebnou mez. Problémem této otázky, je že vytopení místnosti o každý stupeň nahoru znamená zvýšení nákladů o 6 až 7 % ceny za vytápění.

Předchozí otázka směřovala k výběru správné teploty a další problém je, jak této teploty dosáhnout, aniž by to zákazník mohl ovlivnit.

K problémům, které jsou definovány, patří nehospodárnost zákazníka, například oblíbený jev, že zákazník před odchodem za zábavou otevře okno, aby měl „čerstvý vzduch“ po návratu v nočních hodinách. Pro jistotu ještě situaci vylepší otevřením radiátorů „naplno“.

Všechny tyto zmíněné problémy vedou ke zvýšení ceny za vytápění, a tím nesplnění zadaného cíle, proto je nutné tyto aspekty odstranit a hlavně celý systém zautomatizovat, aby nedocházelo ke zbytečným chybám, jak ze strany zákazníka, tak i ze strany zaměstnance. Proto bude vše automaticky funkční bez možnosti zásahu ze strany normálního zaměstnance.

3 Teoretická východiska práce

Kapitola teoretická se zaměřuje na úvodní znalosti k lepšímu pochopení celého energetického managementu, proto jsou zde zmíněny prostředky (palivo) pro výrobu tepelné energie, které ukazují, že dřevo není jediný materiál k výrobě tepla a zároveň oheň není jediný zdroj tepla, o čemž pojednává další kapitola teoretické části.

Třetí podkapitola pojednává o způsobu uchovávání a distribuce tepla v rámci topné soustavy a definuje základní pojmy, které budou dále používány. Poslední dvě podkapitoly specifikují důležité informace, kterými jsou ekvitermní regulace a energetický management podle ISO.

3.1 Prostředky (palivo) pro výrobu tepelné energie

Palivo pro výrobu tepla je první parametr, který ovlivňuje celkovou cenu vytápění a způsob regulace tepelné energie v objektu. Na celkové částce za vytápění má velký vliv. Proto je nutné uvést jednotlivé typy paliv, jejich přednosti a nedostatky.

3.1.1 Zemní plyn

„Zemní plyn je směs různých plynů a dalších příměsí. Na jeho složení v místě odběru má vliv mnoho faktorů, mezi něž patří zejména zdroj (ložisko), poměr množství různých druhů zemního plynu dodávaných do daného místa plynovodní sítě z různých ložisek a způsob úpravy zemního plynu v místě těžby a závodu pro jeho úpravu. Složení zemního plynu se může tedy dosti měnit, a to nejen v závislosti na místě, ale i na čase. Orientačně však lze říci, že zemní plyn se skládá z 88 - 95 % metanu, 2 - 6 % ostatních uhlovodíkových plynů (etan, etylén, propan atd.) a 0,1 - 10 % inertních plynů (dusík, oxid uhličitý).“ [1]

„Zemní plyn je bezesporu ekologické palivo. Produkuje totiž polovinu škodlivých látek ve srovnání s uhlím a zároveň má vysokou výhřevnost. Nevýhodou jsou vyšší náklady na vytápění plynem než u uhlí a nedostatečná infrastruktura plynovodů a z toho vyplývající nemožnost volby dodavatele. To způsobuje velkou závislost na Rusku.“ [2]

- „Výhřevnost zemního plynu je přibližně 29,5 MJ/kg“ [3]

3.1.2 Černé uhlí

„Černé uhlí vznikalo přibližně před 250-350 miliony let a je uloženo v hloubkách dosahujících až 1200 metrů, odkud je získáváno dolováním. Kvalita uhlí je posuzována podle obsahu uhlíku. Nejvyšším černým uhlím je antracit, na druhém konci pomyslné tabulky nalezneme plynové uhlí, ze kterého se vyrábí svítiplyn. Některé druhy lze přeměnit na koks. Výhodou černého uhlí je výborná výhřevnost a vyvinuté osvědčené technologie, při kterých je zužitkována velká část energie. Nevýhodami jsou vysoký podíl škodlivých látek, které vznikají při jeho spalování, vyčerpatelné zásoby a náročnější podpovrchová těžba.“ [2]

- „Výhřevnost černého uhlí je přibližně 23,1 MJ/kg“ [3]

3.1.3 Hnědé uhlí

„Hnědé uhlí je mladší než uhlí černé a těží se v povrchových dolech. Nejvyšším druhem hnědého uhlí je hnědý antracit, naopak nejméně zuhelnatělý typ hnědého uhlí se nazývá lignit. Všeobecně je výhřevnost hnědého uhlí zhruba poloviční oproti uhlí černému, a nevýhodou je tak malá výhřevnost na úkor vysokého množství škodlivých látek obsažených v kouři. Výhodou může být nízká cena vzhledem k bohatým nalezištím na území ČR.“ [2]

- „Výhřevnost hnědého uhlí je podle lokality 13,2 až 23 MJ/kg“ [3]

3.1.4 Koks

„Vyrábí se z tzv. koksovatelných druhů černého uhlí. Koks vzniká zahříváním černého uhlí ve vzduchotěsných komorách při nízké koncentraci kyslíku a za teplot nad 1000°C. Koks je čistší a má větší výhřevnost než černé uhlí. Vytápění koksem je osvědčené a velmi rozšířené, avšak na úkor životního prostředí vzhledem k vysokému podílu škodlivých látek vznikajících jeho spalováním.“ [2]

- „Výhřevnost koksu je přibližně 27,5 MJ/kg“ [3]

3.1.5 Dřevo

„Dřevo je organický materiál přírodního původu. Palivové dřevo se rozlišuje dle tvrdosti: tvrdé dřevo z listnatých stromů nejlépe slouží k vytvoření stabilního a dlouhotrvajícího žáru v kotli, měkké dřevo z jehličnanů je naopak vhodné pro zapalování a také v případě, kdy chceme rychle vyhřát vytápěný prostor.

Výhodou dřeva je jeho vysoká obnovitelnost a tudíž nízká cena, což má za následek snadnou dostupnost suroviny. Při dobrém hospodaření jsou ale zdroje dřeva prakticky nevyčerpatelné. Popel lze navíc použít jako přírodní hnojivo.

Mezi hlavní nevýhody dřeva patří vlhkost dřeva, která má zásadní vliv na jeho výhřevnost. S rostoucím obsahem vody ve dřevě je potřeba více tepla na přeměnu obsažené vody ve vodní páru při hoření, a tím se snižuje energetický zisk ze dřeva. Další nevýhodou dřeva je větší nárok na uskladnění (dřevo je nutné nechat přirozeným způsobem vysychat až 2 roky) a větší časová náročnost na přípravu a nutnost příkládání v průběhu spalování.

- Výhřevnost dřeva je asi 15 MJ/kg (při vlhkosti okolo 20 %)“[4]

3.1.6 Pelety

„Pelety jsou ekologicky ušlechtilé palivo vyráběné lisováním především dřevní a rostlinné biomasy pod tlakem a za vysokých teplot, tzv. peletováním. Vedle kvalitních dřevních pelet, které jsou nejrozšířenější, se mohou vyrábět i ze slámy, sena, energetických rostlin a zemědělských zbytků. Dodávají se v podobě slisovaných granulí kruhového průřezu, ty se pak spalují se ve speciálních automatických kotlích nebo kamnech na pelety.

Hlavními výhodami pelet je jejich vysoká energetická hustota, ohleduplnost vzhledem k životnímu prostředí, neobsahují žádná chemická pojiva a jiné znečišťující látky. Další výhodou je jejich výborná skladnost a manipulovatelnost a fakt, že jejich popel lze využít jako ekologické zahradní hnojivo.

Hlavní nevýhodou je nutnost spalování pelet ve speciálních automatických kotlích nebo kamnech na pelety, což může zvyšovat počáteční investici.

- Výhřevnost pelet se pohybuje okolo 18 MJ/kg“ [5]

3.1.7 Brikety z biomasy

„Jedná se o ušlechtilé palivo vyráběné z dřevní nebo rostlinné biomasy za působení vysokého tlaku a teploty. Brikety mohou být také vyráběny z pilin, drtě, štěpky, hoblin, kůry, ale i rostlinných zbytků a dalších odpadních materiálů. Mají tvar plných válců nebo válců s otvory.

Hlavními výhodami topení briketami jsou jejich ekologičnost, snadná manipulovatelnost, pohodlnost a kombinovatelnost se dřevem. Brikety mají nízkou vlhkost a vysokou výhřevnost a vzniklý popel lze použít jako přírodní hnojivo.

- výhřevnost briket se pohybuje nad 18 MJ/kg
- výhřevnost dřevních briket je 17,5 a 19 MJ/kg
- výhřevnost rostlinných briket je 12 až 16 MJ/kg, rašelinových 17 až 19 MJ/kg“[6]

3.1.8 Sluneční

„Energii ze slunečního záření zachycují fotovoltaické elektrárny, které využívají proces přímé přeměny světla na elektrickou energii. Jedná se o aplikaci fotoelektrického jevu, při němž dopadem fotonů na polovodičový p-n přechod dochází k uvolňování a hromadění volných elektronů. Pokud je p-n přechod doplněn o dvě elektrody (anoda a katoda), můžeme již hovořit o fotovoltaickém článku, kterým může protékat elektrický proud. Fotovoltaické články jsou seskupené do fotovoltaických panelů různých velikostí a výkonů. Fotovoltaický panel je schopen vyrábět elektrickou energii i bez přímého osvětlení na základě difúzního záření, které je v ČR převládající.“ [7]

„Výhodami solární energie je nevyčerpatelnost energie Slunce v lidském měřítku, nízké provozní náklady, nenáročná obsluha a garantovaná dlouhá životnost zařízení - až 20 let.

Nevýhodami je kolísavost přísunu slunečního záření během roku, a tudíž nemožnost využití slunečního záření jako samostatného zdroje energie, dále poměrně vysoká počáteční finanční investice a nutné úpravy objektu před instalací solární soustavy.“ [8]

3.1.9 Větrná

„Kinetickou energii větru lze, podobně jako u vodních toků, přeměnit na energii elektrickou. Tak, jako voda dává do pohybu turbínu, vítr roztáčí rotory větrných elektráren. Přírodní podmínky ČR jsou však pro masivní využití větru málo vhodné. Lepší situace je ve státech s rovinným terénem, popřípadě ve státech s přístupem k moři, od kterého proudí vítr neustále. Výhodou získávání elektrické energie z větru jsou relativně nízké pořizovací a provozní náklady. Nevýhodou je závislost výkonu na momentálních povětrnostních podmínkách, kdy může výkon značně kolísat. Další nevýhodou je relativně malý výkon jedné věže, a proto je třeba pro větší kapacitu využít velkou plochu, což má negativní vliv na ráz krajiny.“ [9]

3.1.10 Vodní

„Vodní elektrárny přeměňují kinetickou a potenciální energii vody na energii elektrickou. Děje se tak prostřednictvím vodního zdroje jako je řeka nebo jezero. Tento zdroj výroby elektrické energie je velmi efektivní za předpokladu přítomnosti vodní nádrže na toku, která slouží k umocnění jeho síly a zajišťuje tak stabilní výrobu elektrické energie. Možnost výstavby vodní nádrže může být však vzhledem k zeměpisnému reliéfu velmi omezená. Navíc v případě vybudování umělé vodní plochy hrozí nebezpečí narušení či změny mikroklimatu dané oblasti.“ [9]

3.1.11 Geotermální

„Geotermální energie je produktem pochodů v zemské kůře. Jde o nejstarší energii na naší planetě a je projevem tepelné energie zemského jádra. Dále je tato energie částečně generována radioaktivním rozpadem některých prvků v zemském tělese a působením

slapových jevů. Je vázána na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody, a to na teplotní úrovni, která je využitelná k přímé spotřebě. Geotermální energie se obvykle řadí mezi obnovitelné zdroje energie, nemusí to však platit vždy — některé zdroje geotermální energie jsou vyčerpatelné v horizontu desítek let.

Teplo suchých hornin (každých 100 m do hloubky stoupá teplota průměrně o 3°C) se využívá buď pomocí trubkových kolektorů osazených do suchých vrtů, nebo pomocí injektáže povrchové vody a jejího zpětného čerpání systémem dvou a více vrtů. Využívá se systém HDR (Hot Dry Rock = horká suchá skála).“ [10]

„Výhodami získávání geotermální energie jsou malé vlivy na životní prostředí, nezávislost na dodávkách paliva (vydrží v provozu při plném výkonu desítky let), téměř bezobslužný provoz a ve srovnání s jinými obnovitelnými zdroji i stálost výkonu.

Nevýhodami jsou nejistoty v geologických podmínkách a vysoká pořizovací cena zařízení a provozní kapaliny v případě použití glykolu.“ [11]

3.1.12 Elektrická energie

Elektrickou energii vytváříme z obnovitelných nebo neobnovitelných zdrojů, které jdou na Zemi získat. Jedná se o paliva zmíněná v této kapitole, která předávají svojí energii ve formě ohřevu vody nebo právě přeměnou na elektrickou energii, která se následně využívá pro výrobu tepelné energie. Pro výrobu tepelné energie je elektrická energie nejvhodnější, díky její univerzálnosti.

3.2 Výroba tepelné energie

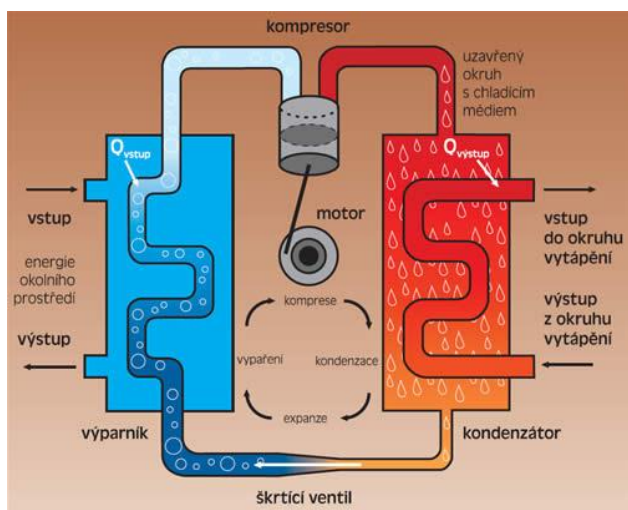
Tato podkategorie má za úkol shrnout všechny používané zdroj tepelné energie, které jsou použitelné v našich podmínkách.

3.2.1 Tepelné čerpadlo

„Tepelné čerpadlo je zařízení, které dokáže odebírat teplo z chladnějšího tělesa, jako je země, voda či vzduch, a přenášet jej na těleso teplejší - topná voda nebo vzduch v domě. K takovému přenosu tepla je nutné dodat elektrickou energii pro pohon kompresoru, ale existují i tepelná čerpadla na absorpčním principu, která jsou poháněna pouze teplem. Rovněž existuje tepelné čerpadlo poháněné zemním plynem, které je však nákladné a jeho provoz je, ve srovnání s elektrickými čerpadly, dražší.

V praxi se setkáme téměř výlučně s tepelnými čerpadly s kompresorem poháněným elektrickým motorem. V zásadě jde o mírně upravený chladicí stroj. Základní části tohoto tepelného čerpadla jsou:

- kompresor - stlačuje chladivo a zvyšuje jeho teplotu
- kondenzátor - tepelný výměník, kde chladivo kondenzuje a odevzdává teplo do topného systému
- výparník - zde se chladivo odpařuje a odebírá teplo z okolí
- regulační systém
- pomocné vytápění pro přitápění“ [12]



Obr. 1: Princip fungování kompresoru (Zdroj:<http://www.ekowatt.cz/cz/informace/%20obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geothermalni-energi-e-tepelna-cerpadla>)

„Na tepelné čerpadlo se lze dívat jako na chladničku, která ochlazuje vnější prostředí v okolí domu a dodává teplo dovnitř. Účinnost tohoto procesu se posuzuje pomocí tzv. topného faktoru - ten udává, kolik kWh tepla je vneseno do topného systému na každou kWh spotřebované elektrické energie. Topný faktor závisí jednak na vlastní tepelné a mechanické účinnosti daného kompresoru, ale také, a to velmi významně, na rozdílu teplot mezi místem odkud teplo bereme a místem, kam jej dodáváme. Pokud chceme dosáhnout velkého topného faktoru, musíme teplo odebírat z co nejteplejšího zdroje (např. odpadní teplo z větracího vzduchu nebo teplo z podzemní vody) a používat topný systém s co nejnižší teplotou (např. podlahové nebo teplovzdušné vytápění).

Topný faktor se obvykle pohybuje mezi hodnotami 2 až 4. Tepelné čerpadlo sice spotřebovává cennou formu elektrické energie, ale za to nám každou spotřebovanou kWh rozmnoží na dvoj - až čtyřnásobek. Levný provoz je ovšem spojen s poměrně vysokými investičními náklady.

Teplo lze brát ze země, vody nebo vzduchu. Předává se buď do vody (při teplovodním vytápění) nebo do vzduchu (u vzduchových vytápěcích systémů nebo při rekuperačním větrání). Tepelné čerpadlo předávající teplo do topné vody je tedy možno používat s běžným ústředním vytápěním za předpokladu, že je navrženo na nižší teplotu topné vody (přibližně 55°C na vstupu a 45°C na zpětném potrubí). Zde se pozitivně uplatní výrazné snížení potřebné teploty topné vody po provedení dodatečných tepelných izolací domu. Ty díky výraznému snížení potřeby tepla dokáží starý topný systém, který je projektovaný na teplotní spád 90/70°C, přeměnit na systém, který je pro tepelné čerpadlo přijatelný. Tepelné čerpadlo se však zpravidla nepoužívá jako jediný zdroj tepla. V období nejnižších teplot (tj. nejvyšší potřebné teploty topné vody) se dotápí elektrickým topným tělesem (přímotopným kotlem). Je to tzv. bivalentní zdroj tepla.“ [12]

3.2.1.1 Tepelné čerpadlo země (zemní kolektor) – voda

„Zdrojem tepla je v tomto případě zemina v hloubce 1,5 až 2 m, z níž je teplo odebíráno pomocí plastových trubek, kterými protéká vhodný nemrznoucí roztok. Vzhledem k malé tepelné vodivosti zeminy je pro vytápění běžného rodinného domu potřebná plocha

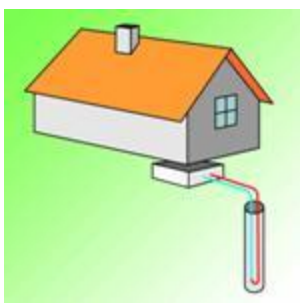
pozemku cca přes 200 m². Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potřeba 10 až 30 m² plochy pozemku - podle typu zeminy.“ [12]



Obr. 2: TČ nemrznoucí kapalina (zemní kolektor)/voda. (Zdroj:<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.1.2 Tepelné čerpadlo země (zemní vrt) - voda

„Tam kde není možné položit zemní kolektor, se svazek trubek uloží do hlubokého vrtu. Výhodou je vyšší a rovnoměrnější teplota, než v případě zemního kolektoru pod povrchem (v hloubce pod asi 10 m je už prakticky neměnná teplota rovna průměrné roční teplotě, což je v našich podmínkách přibližně 8°C). Výhodný je i minimální požadavek na plochu pozemku. Podle tepelné vodivosti podloží je hloubka vrtu pro rodinný dům 50 – 120 m. Používá se i několik vrtů paralelně spojených. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potřeba 12 až 18 m hloubky vrtu podle geologických podmínek.“ [12]



Obr. 3: TČ nemrznoucí kapalina (zemní vrt)/voda. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.1.3 Tepelné čerpadlo země (rybník) - voda

„Máme-li k dispozici mělkou vodní nádrž (rybník nebo potok), je výhodné umístit svazek trubek na jeho dno. Bereme vlastně teplo z vody a do ní se kontinuálně teplo doplňuje ze

země. Díky dobrému konvekčnímu přenosu tepla ve vodě stačí menší plocha trubek a také instalace je jednodušší než u zemního kolektoru nebo vrtu, což ji zlevňuje. Nevýhodou je zvýšené riziko poškození trubek při povodni, výlovu rybníka či při jeho údržbě (čištění od nánosů).“ [12]



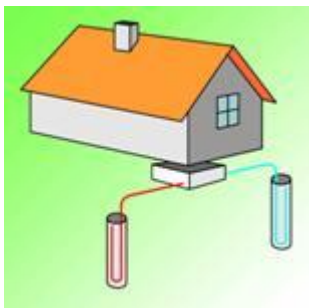
Obr. 4: TČ nemrznoucí kapalina (rybník)/voda. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.1.4 Tepelné čerpadlo voda - voda

„Ideální situace je, když můžeme teplo odebírat z vody. Pak je totiž možno předávat ve výměníku teplo z čerpané vody přímo do chladiwa (bez vřazeného okruhu s nemrznoucím roztokem) a součinitel přestupu tepla je vysoký. Je to možné v případech, kdy je dům v blízkosti vhodného vodního zdroje. Může to být studna s dostatečnou vydatností vody, zvodnělý vrt, podzemní štola s vodou a další. Důležité ale je, aby voda neobsahovala příliš velké množství minerálních látek, které by se při ochlazení ve výměníku mohly vyloučit a výměník zanášet. Povrchové toky také nejsou vhodné, protože hrozí nebezpečí zanesení výměníku tepelného čerpadla nečistotami.

Vždy je nutné ochlazenou vodu vracet zpět do podloží. K tomu se používá další vrt (vsakovací studna). Samotná studna ale nestačí. Vždy to musí být kombinace dvou studní, kdy spodní voda je vyčerpávána z jedné studny, v tepelném čerpadle je ochlazená a pak zavedena do druhé, vsakovací studny. Podloží mezi studnami, jenž je tepelným výměníkem, v němž se vsakovaná voda ohřívá, musí být dostatečně propustné. Proto je ideální vrstva štěrkopísku.

Výhodou tohoto řešení je nižší pořizovací cena v porovnání s vrty nebo zemním kolektorem a velmi vysoký topný faktor (v některých místech dosahuje teplota spodní vody až 14°C). Pro běžný rodinný dům však musí mít zdroj vody (pramen, studna) stálou vydatnost přibližně 40 - 50 l/min pro 10kW tepelné čerpadlo (to je 80 m³ za den). Proto je důležité vracet vodu zpět do podloží. Místa, kde jsou k dispozici takovéto vydatné zdroje, jsou poměrně vzácná.“ [12]



Obr. 5: TČ voda/voda. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.1.5 Tepelné čerpadlo vzduch - voda

„Vzduch je velmi univerzální zdroj tepla, který má ovšem několik zásadních nevýhod. Jednak je teplota venkovního vzduchu v období, kdy potřebujeme nejvíce tepla na vytápění, velmi nízká a dále se značně mění jeho teplota a vlhkost během roku.

Výhodou použití tepelného čerpadla vzduch - voda je nižší pořizovací cena, dále pak snadná a rychlá instalace. Nevýhodou je nižší topný faktor v oblastech s nižšími průměrnými venkovními teplotami, určitá hlučnost díky pomaluběžnému ventilátoru venkovní jednotky a pokles výkonu při nízkých venkovních teplotách. Topný faktor při venkovní teplotě -7°C a teplotě topné vody 35°C je menší než 3. Při teplotách kolem 0°C a při plusových teplotách (převážná většina topného období) se tento typ tepelného čerpadla vyrovná ostatním nebo je dokonce lepší (má vyšší topný faktor). „[12]



Obr. 6: TČ vzduch/voda. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.1.6 Tepelné čerpadlo odpadní vzduch - voda

„Tepelné čerpadlo odebírá teplo z vypouštěného vnitřního vzduchu z budovy v rámci rekuperační větrací jednotky a předává ho do topné vody. Proto má podstatně vyšší topný faktor, protože tento vzduch je podstatně teplejší než vzduch venkovní. Pokud tímto tepelným čerpadlem ohříváme nasávaný větrací vzduch nebo předeheříváme TV (nejchladnější média v domě) pak jsou podmínky ještě lepší. Pro tyto účely se používají malá tepelná čerpadla s topným výkonem 1,7 - 2 kW.

Tepelné čerpadlo může pochopitelně využívat i více zdrojů tepla najednou a teplo předávat jak do topného systému, tak je možné ho využít i pro ohřev TV. Tato tepelná čerpadla tak představují komplexní systém pro řešení větrání, vytápění a ohřevu TV.

Kombinace využívání tepla odpadního vzduchu a tepla ze zemního plošného kolektoru zvyšuje účinnost tepelného čerpadla. Pokud není teplo z odpadního vzduchu využito pro vytápění nebo ohřev TV, je uloženo do zemního kolektoru. Díky tomu je teplota zemního kolektoru stále vysoká a tepelné čerpadlo pracuje celoročně s vysokým topným faktorem. Celý systém vytápění, ohřevu TV a ventilace je řízen jedním regulátorem.“ [12]



Obr. 7: TČ odpadní vzduch/voda. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.2 Elektrické vytápění

Elektrická energie je dostupná prakticky všude, dá se snadno rozvádět do jednotlivých místností a velmi snadno, s téměř 100% účinností, se dá přeměnit na teplo. Elektrické topné systémy mohou proto být lokální (pro každou místnost zvlášť), malé, levné a snadno regulovatelné.

Zásadní nevýhodou elektřiny je ovšem její relativně vysoká cena. Důvodem je drahé výrobní zařízení a malá účinnost výroby z hlediska spotřeby primárního paliva (v tepelné elektrárně se přibližně 1/3 energie obsažené v palivu přemění na elektřinu, zbytek odchází neúčinně do chladicích věží). Topení elektřinou by tedy mělo být vyhrazeno jen pro ty domy, které mají malé tepelné ztráty nebo v nich nelze použít jiný, výhodnější zdroj energie.

Elektřina se nedá jednoduše skladovat (prakticky jen pomocí přečerpávacích elektráren), elektrická síť funguje tak, že se v každém okamžiku musí rovnat výkon elektráren příkonu momentálně zapojených spotřebičů. V určitých časových intervalech dne je spotřeba větší (ranní a večerní špičky), v noci zase podstatně klesá. Rozvodné společnosti proto prodávají mimošpičkovou elektřinu za nižší cenu a využívají dálkové zapínání a vypínání elektrického vytápění jako poměrně účinný nástroj řízení spotřeby.

Kromě ceny za kWh se platí ještě stálý měsíční plat, jehož výše je odvozena od velikosti instalovaného jističe (čím větší jistič, tím vyšší cena).

Od roku 2005 mohou domácnosti odebírat elektřinu od regionálního distributora. Ceny lze zjistit na jejich internetových stránkách, někdy zde nabízí i nástroj pro výběr optimální sazby.

Cena se skládá ze tří hlavních položek, které se dále člení:

- cena silové elektřiny (dodavatele lze zvolit)
 - a. cena za dodávku ve vysokém tarifu [Kč/kWh]
 - b. cena za dodávku v nízkém tarifu [Kč/kWh]
 - c. poplatky za připojení (měsíčně za odběrné místo).

- cena za distribuci elektřiny (podle územně příslušného distributora)
 - a. cena za distribuci el. ve vysokém tarifu [Kč/kWh]
 - b. cena za distribuci el. v nízkém tarifu [Kč/kWh]
 - c. stálé platby dle velikosti jističe / poplatky za kapacitu (měsíčně za odběrné místo).
 - d. platby za systémové a další služby dle cenového výměru Energetického regulačního úřadu

3.2.2.1 Přímotopné vytápění

„Vytápěcí zařízení je zapojeno po dobu minimálně 20 hodin za den a pomocí dálkového ovládání je vypínáno na max. 2 hodiny denně. V tomto případě lze vytápět elektrickými konvektory, sálavými panely, podlahovým vytápěním či elektrokotlem, není třeba teplo akumulovat, pokud je dům dobře izolován, stačí přirozená akumulace do stěn a podlah. Investice do vytápěcího zařízení je relativně malá, ale cena za 1 kWh a měsíční stálý plat jsou relativně vyšší. Důležité je, že ostatní spotřebiče v domácnosti jako osvětlení a pračka odebírají po dobu 20 hodin denně levnější elektřinu. To zlevňuje provoz.“ [12]

3.2.2.2 Akumulační vytápění

„Vytápěcí zařízení je zapnuto minimálně po 8 hodin denně, zpravidla ve dvou časových intervalech. Takto se využívá té nejlevnější elektřiny (cena 1 kWh je přibližně 1,40 Kč). Získané teplo se ovšem musí vhodným způsobem akumulovat, aby zajistilo vytápění po zbývajících 16 hodin (buď se používají akumulací nádrže s vodou, nebo, akumulací kamna s keramickou tepelně - akumulací hmotou). Investiční náklady jsou vyšší než u přímotopného vytápění.“ [12]

3.2.2.3 Hybridní vytápění

„Jde o kombinaci předchozích způsobů, kdy základ je akumulací vytápění doplněné pro dobu nejnižších venkovních teplot přímotopným vytápěním. Zpravidla využívají sazby s 16

hodinovou dobou trvání nízkého tarifu. V praxi se využívají málo pro nevýhodnost sazby. “
[12]

3.2.2.4 Lokální topidla přímotopná

“Konvektory jsou jednoduchá elektrická topná tělesa k upevnění na stěnu, která odevzdávají teplo do vzduchu převážně konvekcí (někdy jsou opatřena i ventilátorem). Teplota v místnosti se snadno reguluje a často bývá konvektor opatřen i nějakým způsobem časové regulace (pro noční pokles teploty apod.).

3.2.2.5 Sálavé panely

Sálavé panely předávají teplo převážně radiací (sáláním). Výhodou tohoto způsobu vytápění je možnost umístit sálavé panely na strop a také to, že sálavé teplo kompenzuje případnou nižší teplotu stěn a oken. Panely mají malou tepelnou setrvačnost a umožní rychlý zátop.

3.2.2.6 Topné kabely

Topné kabely se používají pro podlahové vytápění a ukládají se zpravidla do betonové, zespodu tepelně izolované podlahy. Toto vytápění vydává teplo převážně radiací, nejteplejší je podlaha místnosti. Vzhledem k poměrně velké tepelné kapacitě betonové podlahy je regulace výkonu obtížnější a tento způsob vytápění není moc vhodný do místností, kde se dají očekávat značné a nenadálé tepelné zisky (například sluneční záření z velkých jižních oken). Ne vždy se kabely pokládají do betonu, existují i systémy, které mají relativně malou tepelnou setrvačnost a podobají se tak systémům s topnou fólií.

3.2.2.7 Topné fólie

Topné fólie jsou vyrobeny z materiálu o velkém odporu, s výkony kolem 60 W/m^2 , které se umísťují do stropu nebo pod sádkartonové desky na stěny. Výhodou je opět přenos tepla radiací, rovnoměrné rozložení teploty a snadná a rychlá regulace (malá tepelná setrvačnost).

3.2.2.8 Infrazářiče

Infrazářiče přenášejí teplo téměř výlučně radiací, mají malé rozměry a používají se převážně do koupelen nebo jako pomocné vytápění. Dnes jsou oblíbené halogenové zářiče.

3.2.2.9 Teplovzdušná topidla

Předávají teplo výlučně konvekcí, mají malé rozměry a používají se tam, kde potřebujeme rychle ohřát vzduch.

3.2.2.10 Ústřední elektrické vytápění

Elektrokotel - jde vlastně o elektrickou topnou vložku, která je spolu s termostatem a oběhovým čerpadlem umístěna v malé kompaktní jednotce a zapojena do rozvodu ústředního vytápění. Použití elektrokotle je výhodné tam, kde je již instalováno ústřední vytápění a kde elektrokotel nahradil např. kotel na uhlí, nebo tam, kde chceme používat ještě další zdroj tepla (kotel na uhlí nebo dřevo, tepelné čerpadlo, solární kolektory apod.). Je vhodný pro použití při výhodném nočním tarifu. Někdy se elektrická topná vložka montuje přímo do kotle na dřevo, tím se systém zjednoduší a zlevní ovšem za cenu určitého zvýšení tepelných ztrát.

Nevýhodou oproti lokálním přímotopným topidlům jsou určité tepelné ztráty do nevytápěného prostoru (sklep).“ [12]



Obr. 8: Kombinovaný kotel AM Elektro. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.3 Plynové vytápění

„Zemní plyn je v současnosti velmi oblíbený zdroj energie pro vytápění a díky rozsáhlé plynofikaci v nedávné minulosti je dostupný prakticky ve všech větších městech a v mnoha vesnicích. Výhodou zemního plynu je dobrá účinnost spalování, snadná regulace výkonu a minimální produkce škodlivých emisí. Zemní plyn je také poměrně perspektivní fosilní palivo, protože má nejmenší emise CO₂ na kWh tepla a ložiska zemního plynu vydrží déle než ložiska ropy. Navíc teplo ze zemního plynu je levnější než teplo z nejlépejší sazby pro elektřinu.

Prakticky všechny spotřebiče na zemní plyn se po výměně trysky, respektive hořáku, dají používat i na zkapalněný propan nebo směs propan-butan. Základní nevýhodou propanu a butanu je podstatně vyšší cena a nutnost používat tlakovou zásobní nádrž.

3.2.3.1 Lokální plynové vytápění

Plyn se dá rozvést do jednotlivých místností skoro stejně snadno jako elektřina, problém je ale s odvodem spalin. Na trhu nicméně existuje určitá nabídka plynových topidel pro vytápění jednotlivých místností. Odvod spalin a přívod vzduchu se obvykle řeší skrz obvodovou stěnu a topidlo se umísťuje pod okno, nebo se spaliny odvádí do komína podobně jako u klasických kamen na tuhá paliva. Při použití plynového spotřebiče s odvodem spalin do komína musí být komín vyvložkován a okna v místnosti nesmí být zatěsněná, nebo musí být vytvořen zvláštní přívod vzduchu. Existují i topidla, kde se dává důraz na estetické působení viditelného "živého ohně" tj. plynové krby.

Výše uvedená topidla předávají teplo do vzduchu převážně konvekcí, pouze plynový krb má výraznou sálavou složku. Podobně jako u elektrického vytápění existují i plynová topidla vydávající teplo převážně sáláním (radiací).

Podle teploty sálajícího povrchu se dají rozdělit na světlé a tmavé. Světlé mají povrchovou teplotu nad 600°C a vydávají tedy kromě infračerveného záření i záření světelné. Jejich výhodou je velký výkon při malé ploše vyzařující teplo. Nevýhodou je, že se na nich pálí prach, a představují tak požární riziko, a spaliny odcházejí do vytápěného prostoru.

Tmavé zářiče s teplotou pod 550°C jsou z hlediska tepelného komfortu a požární bezpečnosti výhodnější. Používají se ovšem spíše na vytápění průmyslových, sportovních nebo výstavních prostor, než pro běžné bytové domy.

3.2.3.2 Kotle pro plynové ústřední vytápění

Podle toho, jaké médium přenáší teplo, je lze rozdělit na kotle ohřívající vzduch (pro teplovzdušné vytápěcí systémy) a kotle ohřívající vodu (pro teplovodní vytápěcí systémy).

Teplovzdušné kotle se u nás téměř nepoužívají. Tam kde je teplovzdušné vytápění se používá běžný teplovodní plynový kotel a výměník voda-vzduch.

Teplovodní plynové kotle jsou nejrozšířenější systém vytápění plynem a nabídka na trhu je velmi široká.

Podle způsobu provedení lze kotle dělit na stacionární, umístěné na podlaze a na závěsné, umístěné na stěně.

Stacionární kotle mohou být větší a těžké, lze v nich uplatnit např. litinové kotlové těleso s dlouhou životností, nebo je možné použít je pro samotížný oběh vody. Jde o litinový plynový kotel pro bezelektrický provoz a samotížné systémy vytápění. Je vhodný zejména pro instalaci do míst, kde jsou problémy s dodávkou elektrické energie. Jeho výhodou je jednoduchost obsluhy a výhodnými pořizovací a provozní náklady.

Závěsné kotle jsou lehčí a menší a kotel také zajišťuje ohřev teplé užitkové vody. Podle způsobu odvodu spalin je dělíme na kotle s odvodem do komína a na tzv. turbokotle, které mají pro odvod spalin skrz stěnu nebo strop zabudovaný ventilátor. Výhodou turbokotle je oddělení spalovacích prostor od vnitřku domu a tedy možnost umístění do nevětrané místnosti.

Vylepšenou verzí jsou takzvané kondenzační plynové kotle. Při spalování zemního plynu se totiž kromě oxidu uhličitého uvolňuje značné množství vodní páry. Vodní pára má vysoké výparné, a tedy i kondenzační teplo. Pokud spaliny vystupující z kotle ochladíme pod rosný bod, vodní pára z větší části zkondenzuje a toto kondenzační teplo se využije.

Základní podmínkou pro kondenzaci je ale poměrně nízká teplota vratné topné vody (pod 50°C).

3.2.3.3 Vytápění propanem nebo směsí propanu a butanu

Kde není k dispozici rozvod zemního plynu, lze použít zkapalněný propan nebo směs propan - butan. Pro malá přenosná topidla a jiné plynové spotřebiče se používá propan - butan v ocelových lahvích. Vzhledem k tomu, že butan má bod varu přibližně 0°C, což je teplota znatelně vyšší než u propanu, dochází při umístění nádrže venku v zimním období k přednostnímu odpařování propanu a poklesu tlaku v zásobníku. Proto se v zimě používá pro topné účely převážně propan.

Běžně se pro vytápění propanem nebo směsí propan - butanu používají stejná topidla jako pro zemní plyn, pouze trysky hořáků jsou jiné a liší se jmenovité výkony jednotlivých spotřebičů. Cena propanu je výrazně vyšší a navíc se musí platit nájem za nádrž. Jedná se tak o nejdražší způsob vytápění.

K dispozici je celá škála zásobníků, z nichž má zákazník volně na výběr. Nejčastějšími typy zásobníků jsou zásobníky nadzemní, podzemní a polozapuštěné.

Nadzemní zásobníky jsou používány tam, kde je dostatek prostoru. Mají obvykle válcovitý tvar, instalují se na betonový základ a musí být uzemněny.“ [12]



Obr. 9: Venkovní nadzemní zásobník pro vytápění domu. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

„Podzemní zásobníky potřebují ke své instalaci méně prostoru. Jsou vizuálně i ekologicky přijatelnější pro životní prostředí. Mají válcovitý nebo kulový tvar. Zásobníky jsou opatřeny speciální antikorozií povrchovou úpravou, která je duroplastická a není tedy

deformována vlivem tlaku či tepla a je odolná proti spodní vodě. Společně s aktivní antikorozií ochranou se tak značně prodlužuje životnost zásobníku. Ta zároveň plní i funkci uzemnění zásobníku.



Obr. 10: Venkovní podzemní zásobník pro vytápění domu. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.4 Vytápění uhlím a koksem

Hnědé uhlí je v současné době nejlevnější palivo. Z hlediska účinnosti, komfortu vytápění a znečištění vzduchu je to ale nejhorší možný zdroj tepla. Významné je zejména velké lokální znečištění vzduchu karcinogenními látkami z nedokonalého spalování hnědého uhlí. Černé uhlí a koks jsou při spalování čistší a jsou pochopitelně také dražší. Výrazného zlepšení ekologických parametrů spalování a také komfortu obsluhy a regulace přináší v posledních letech automatické kotle na uhlí.

3.2.4.1 Lokální topidla na uhlí

Kamna na uhlí se v současné době v bytových domech používají už jen málo. Jako doplňkový zdroj tepla se však poměrně často používají různá krbová kamna nebo kamna kachlová, v nichž se vedle dřeva často spaluje i uhlí.

Klasická kamna jsou určena pro spalování dřeva, uhlí a briket. Velká litinová dvířka umožňují jednoduché přikládání velkého množství paliva. Dlouhý čas mezi přikládáním umožňuje trvalý celodenní provoz. Teplo se šíří do okolí konvekcí a sáláním.



Obr. 11: Kamna Minor s výkonem 4 kW. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

Sporáky na dřevo a uhlí se používají na rekreačních chalupách a topí se v nich dřevem a uhlím, jejich výhodou je možnost vaření. Jako příklad lze uvést sporák Roseta.



Obr. 12: Luxusní sporák. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

Krbová kamna se používají tam, kde se žádá viditelný oheň a současně malé rozměry a rozumná účinnost, kterou otevřený krb při stejné ceně většinou neposkytne. Primární hoření probíhá na roštu, sekundární hoření plynů nad palivem. Tím se dosáhne větší účinnosti.

Krby a krbové vložky se uplatňují tam, kde je estetické působení primární a vytápění spíše sekundární. Teplo je přenášeno sáláním. Účinnost otevřených krbů bývá velmi nízká, je proto třeba přivést vzduch pro spalování zvláštním kanálem na spodní stranu krbu. Emise

škodlivých látek jsou při spalování uhlí v krbech ještě větší než z klasických kamen. V krbech se však uhlí spaluje jen zřídka a často se používá v kombinaci se dřevem. Lepší podmínky pro spalování mají krby, které se dají uzavřít průhlednými dvířky.

Kachlová kamna mají výhodu velké akumulace tepla v hmotě kamen a malé povrchové teploty, při které nedochází k pálení prachu na povrchu. Teplo je přenášeno převážně konvekcí, nicméně díky velké ploše stěn je radiální přenos také znatelný. Kachlová kamna bývají opatřena systémem kanálů, které umožní regulovat výdej tepla (výkon) a dají se použít i k rozvodu vzduchu do dalších místností přirozenou konvekcí nebo pomocí ventilátoru. Kachlová kamna mohou mít účinnost až 85% a jejich další výhodou je krátká doba vlastního vytápění.



Obr. 13: Kachlová kamna. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.4.2 Kotle na uhlí nebo koks pro ústřední vytápění

V minulosti byla tato možnost převažujícím způsobem vytápění, později však mnoho lidí přešlo na vytápění zemním plynem nebo na použití elektrických přímotopů.

Klasické kotle na hnědé uhlí používají systém spodního odhořívání paliva, které je v násypce. Výkon se reguluje přívodem sekundárního vzduchu pod rošt (otevíráním dvířek) a v zadní části topeniště se přimíchává do plamene sekundární vzduch, který zajišťuje spalování těkavých složek uvolněných z uhlí a oxidu uhelnatého vzniklého ve vrstvě žhavého uhlí. Tyto kotle se dají provozovat jen v určitém rozmezí výkonu od 40 do 110%

jmenovitého výkonu a jejich účinnost bývá kolem 60%. Při snaze o snížení výkonu pod tuto hranici dochází k dehtování a prudce klesá účinnost. Situace se podstatně zlepši zařazením vyrovnávací akumulární nádrže (viz - kotle na dřevo).

3.2.4.3 Zplyňovací kotle

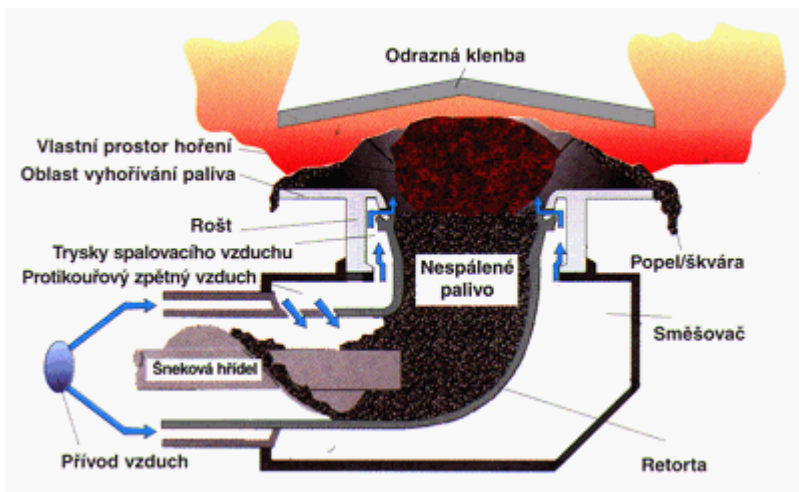
Zde se používá podobného dvoustupňového spalování jako u kotlů na dřevo.

Rozšířené jsou např. zplyňovací kotle na uhlí a dřevo firmy ATMOS s výkonovým rozsahem 14 – 48 kW.



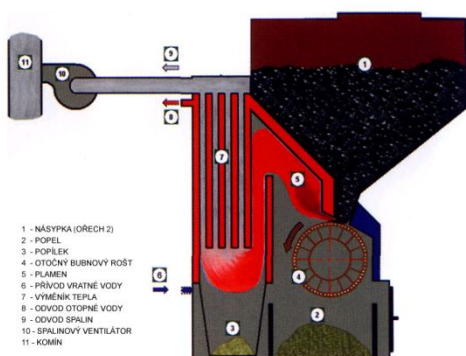
Obr. 14: Zplyňovací kotel na uhlí a dřevo ATMOS (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

Kotle s automatickým přikládáním jsou poměrně novou a zajímavou konstrukcí. Uhlí je pomocí šnekového podavače přesouváno ze zásobníku do spalovací komory, kde odhořívá na jakémsi talíři a vzniklý popel odpadáva na okrajích. Díky zásobníku na 0,4 m³ paliva a šnekovému podávacímu mechanismu, který přisunuje palivo dle nastaveného programu do hořáku kotle, lze docílit komfortního provozu vyžadujícího pouze 10 minut pozornosti denně. Udávaná účinnost je až 85%.



Obr. 15: Schéma topeniště teplovodního automatického kotle Benekov. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

U dalšího typu kotle s automatickým přikládáním je palivo spalováno na horní části válcového roštu. Do jeho vnitřní horní části je nasáván spalovací vzduch a palivo na něj sklouzává vlastní vahou z násypky a je jím vnášeno do spalovacího prostoru. Zde probíhá intenzivní hoření podporované tahem spalínového ventilátoru. Spaliny jsou vedeny podél stěn spalovacího prostoru do spalínového výměníku, kde jsou vychlazené na 180°C. Přes kouřovod jsou spaliny přiváděny do ventilátoru a tímto vháněny do komína.



Obr. 16: Průřez kotlem CARBOROBOT (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.4.4 Kotle na koks

Koks neobsahuje těkavou hořlavinu a lze jej proto spalovat jednodušším, prohořivacím, způsobem. Výkon kotle se dá lépe regulovat. Také emise jsou menší než v případě hnědého uhlí. Často se používá stejná konstrukce kotle pro hnědé uhlí i koks a pouze se přesune klapka určující způsob hoření (odhořivací pro uhlí, prohořivací pro koks).

3.2.5 Vytápění dálkovým teplem

Teplo pro vytápění se bere z výtopny nebo teplárny, případně se v některých lokalitách používá odpadní teplo z elektrárny. Tento druh vytápění je z hlediska uživatele velmi pohodlný, minimalizuje se při něm lokální znečištění, nicméně je poměrně drahý a při rozvodu na větší vzdálenosti má dost velké ztráty. Z hlediska energetického je důležité, že společně s výrobou tepla se v teplárnách vyrábí i elektřina; teplo z elektrárny je dokonce svého druhu "odpadní produkt". Výtopny však elektřinu neprodukují.

I když je ve výtopnách a teplárnách palivem nejčastěji uhlí, je zde spalováno s vyšší účinností, než v individuálních kotlích či kamnech. Spaliny jsou čištěny, což snižuje množství škodlivin v ovzduší. Komíny těchto zařízení jsou vysoké, což zlepšuje imisní situaci v místě.

Ve výtopně je produkováno pouze teplo, v teplárně navíc i elektřina. Z hlediska vlivu na životní prostředí je teplárna nejlepší způsob, jak využívat problematická fosilní paliva.

3.2.6 Vytápění biomasou

Pojem biomasa zahrnuje kusové dřevo, dřevní odpad jako je kůra, štěpka, piliny, sláma a také suché části rostlin pěstovaných k účelu spalování. Pro účely vytápění v bytových domech přichází v úvahu prakticky jen kusové dřevo a brikety či peletky lisované z dřevního odpadu. Základní výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj energie s minimálními negativními účinky na životní prostředí při správném způsobu spalování. Z hlediska technického je výhodný malý obsah popela oproti třeba hnědému uhlí. To

umožňuje snazší konstrukci topidel a lepší regulaci, případně automatizaci procesu spalování.

Biomasa je tvořena převážně celulórou. Výhřevnost je výrazně ovlivněna obsahem vody a obsahem pryskyřice či oleje. Velký obsah vlhkosti je problém u dřevní štěpky - proto se v malých zařízeních prakticky nepoužívá. Dokonale vysušené jsou naopak lisované dřevěné brikety nebo peletky. Jejich nevýhodou je ovšem vyšší cena.

3.2.7 Vytápění dřevem

U nás velmi oblíbený způsob vytápění. Hlavně na venkově využívané, díky levnému zdroji energie. Hlavní problém u tohoto typu vytápění je zastaralost kotlů, které dnes nesplňují přísné euro limity a budou muset být brzo vyměněny. Další úskalí je, v případě absence akumulární nádrže je regulace téměř nemožná.

3.2.7.1 Lokální topidla na dřevo

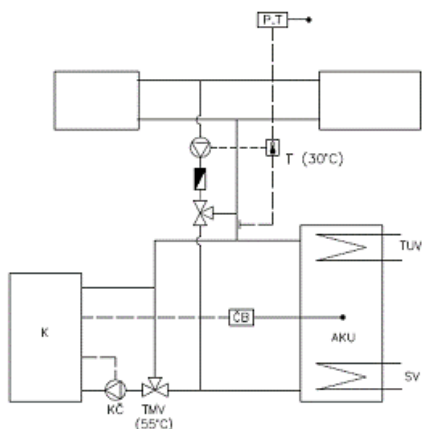
Všechna kamna a krby uvedené v části o spalování uhlí je možné používat i na spalování dřeva. Spalování dřeva v kamnech na uhlí je ale málo účinné, a proto se nedoporučuje jako trvalé řešení. To je dáno tím, že dřevo hoří delším plamenem než uhlí a topidla jsou jinak konstruována. Proto existují i kamna speciálně určená pro spalování dřeva.

3.2.7.2 Teplovodní kotle na dřevo

Většina teplovodních kotlů na dřevo používá tzv. pyrolýzní spalování, kde dřevo v tepelně izolované násypce odhořívá s omezeným množstvím primárního vzduchu, takže vzniká převážně oxid uhelnatý a různé plynné produkty rozkladu pryskyřic ve dřevě. Horké plyny jsou vedeny do keramické spalovací trysky v dolní části kotle, kam přichází předeřhřátý sekundární vzduch a zde se při vysoké teplotě spalují. Díky tomu, že všechny produkty tepelného rozkladu dřeva prochází velmi horkým plynovým plamenem, mají tyto kotle při nominálním výkonu velmi malé emise škodlivých látek.

Pokud ovšem výkon kotle poklesne pod určitou mez, zhruba 40% nominálního výkonu, tento zplyňovací proces ustane, kotel začne dehtovat, škodlivé emise se dramaticky zvýší a účinnost klesne. Z tohoto důvodu se v nedávné době začaly k těmto kotlům používat

přídavné akumulční nádrže, které umožní provozovat kotel při optimálním výkonu bez ohledu na momentální spotřebu tepla domu. Po nahřátí nádrže je možno kotel nechat vyhasnout dům vytápět z nádrže.



K	kotel VERNER A251 (A501)	TMV	termostatický míšící ventil
B	boiler	⊗	uzavírací armatura
R	regulátor	T	termostat
AKU	akumulační nádrž	M	servopohon ventilu
P.T	pokojevý termostat	TLV	teplá užitková voda
SČ	systémové čerpadlo	SV	solární výměník
KČ	kotlové čerpadlo		
ČB	čidlo teploty		

Obr. 17: Schéma zapojení kotle na dřevo s aku. nádrží do topného systému. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.2.8 Teplovodní kotle na peletky

Problém s přípravou dřeva a částečně i se skladovacím prostorem řeší peletky. Sklad paliva však musí být suchý a poblíž kotle. Do kotle se peletky dopravují automaticky, šnekovým dopravníkem. Nebo je kotel vybaven zásobníkem, který je nutno naplnit ručně jednou za několik dní. Automatika kotle řídí přísun peletek podle potřeby (spalují se přímo, bez zplyňování). Konstrukce některých kotlů umožňuje vybírat popel i za chodu, takže oheň může hořet nepřetržitě od podzimu do jara.

Komfort je srovnatelný s vytápěním plynem nebo lehkým topným olejem. To je patrně spolu s cenou a přínosem pro životní prostředí jeden z důvodů, proč jsou tak oblíbené v Rakousku, kde nahrazují právě topný olej. U nás se pelety postupně pomalu prosazují.

Nabídka vhodných kotlů je poměrně široká, ovšem problém může být s dostupností pelet. Proto je třeba před rozhodnutím o koupi kotle na pelety, zjistit možnosti dodávek paliva z nejbližšího okolí.“ [12]



Obr. 18:Automatický kotel na peletky a obilí se zásobníkem Verner A25. (Zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>)

3.3 Distribuce tepelné energie

První dvě kapitoly teoretické části pojednávaly o použitelných palivech a výrobnících tepla, nyní je důležité popsat další část topné soustavy, kterou je distribuční síť. Jelikož je každý zdroj tepla jiný, je také jeho zapojení do topného systému trochu odlišné. Tyto odlišnosti a způsoby zapojení by vydaly na další diplomovou práci, proto se pokusím tento fakt zjednodušit a zobecnit pouze do té míry, aby byla naplněna teoretická základna.

3.3.1 Vnitřní rozvody energie

V první řadě je nutné se zmínit o rozvodech. Rozvod tepelné energie se rozděluje podle typu přenosného média (přenášené médium je energie - tepelná nebo elektrická). Základní dělení médií je na kapalně, kabelové a vzduchové nosiče.

Kabelové přenašeče elektrické energie jsou silové kabely, které mají rozdílné průřezy. Materiálem je většinou měď díky svým dobrým vodivým vlastnostem. Dříve se využíval i hliník, který ovšem není stabilní při vyšších proudech.

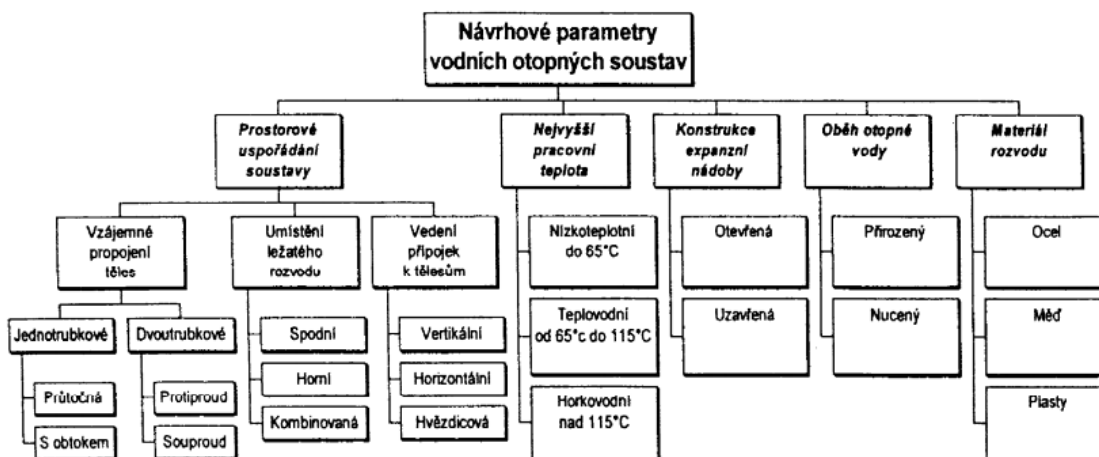
Vzduchový nosič energie je používán spíše v oboru vzduchotechniky, kde má stejnou funkci, jako při vytápění. Má za úkol přenést teplo šířením vzduchu o určitém nasycení vodní molekulou. Velká nevýhoda tohoto přenašeče je nízká hustota média, která má za následek prostorově velké rozvody potrubí. Také je nutné rozlišit typ potrubí podle teploty přenášeného plynu. Pokud půjde o nenasycenou páru, je nutné provést větší izolaci oproti přenášení suchého vzduchu.

Kapalina je nejběžněji používaná k přenášení tepelné energie v rámci systému vytápění. Nejčastějším kapalinovým nosičem je voda. Mezi její problémové vlastnosti však patří rozpínavost. Výhodou je relativně velká schopnost přenášet energii, její kapacita je $4,19 \text{ kJ/Kg} \cdot \text{K}$. (pokud vezmeme v úvahu přepočet, že $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$) je energie přenesená při změně jednoho kilogramu vody o jeden stupeň = $1,16 \text{ Wh}$.

Ve stavebách, kde není celoroční provoz, ale nejsou vypouštěny rozvody vody, lze využít Friterm. „Friterm je kapalina do ústředního topení. Jedná se o viskózní roztok žlutohnědé barvy s opalescencí, s charakteristickým zápachem a s nízkým bodem tuhnutí. Obsahuje směs glykolů s odpěňovadlem a inhibitory koroze. Použití: Friterm se používá do topných systémů v příslušném ředění vodou. Chrání topné systémy před poškozením mrazem a před korozními účinky vody při ředění do 1:2 tj. na $-20 \text{ }^\circ\text{C}$.” [13]

Glykol má nižší přenosovou kapacitu než voda, proto je nutné v případě použití glykolu počítat s vyšší oběhovou rychlostí čerpadla, popřípadě je nutný větší průřez vodivé trubky. „Jeho velkou výhodou je zámrazná teplota $-12,9^\circ\text{C}$ “ [13] Proto je vhodné ho používat v systémech, které přebírají teplo z venkovních prostor (tepelné čerpadlo)

3.3.2 Vodní otopná soustava



Obr 19.: Rozdělení otopných soustav (Zdroj: <http://users.fs.cvut.cz/~vavrirom/Kurz%20Vytapeni/Otopne%20soustavy%20teplotovodni%20%20Kurz%20vytapeni.pdf>)

Na obrázku je shrnutí vodních otopných soustav. Ty se dělí podle materiálu potrubí, typu oběhu vody, nejvyšší pracovní teploty a prostorového uspořádání soustavy. Dále budu pracovat v rámci této diplomové práce s ocelovými rozvody, kde probíhá nucený oběh. Expanzní nádoby jsou uzavřené, nejvyšší pracovní teplota je 115°C. Prostorové uspořádání v Balonovém hotelu je dvojtrubkové protiproudé, se spodním umístěním rozvodu a s hvězdicovým připojením přípojek.

3.3.3 Akumulační nádrž

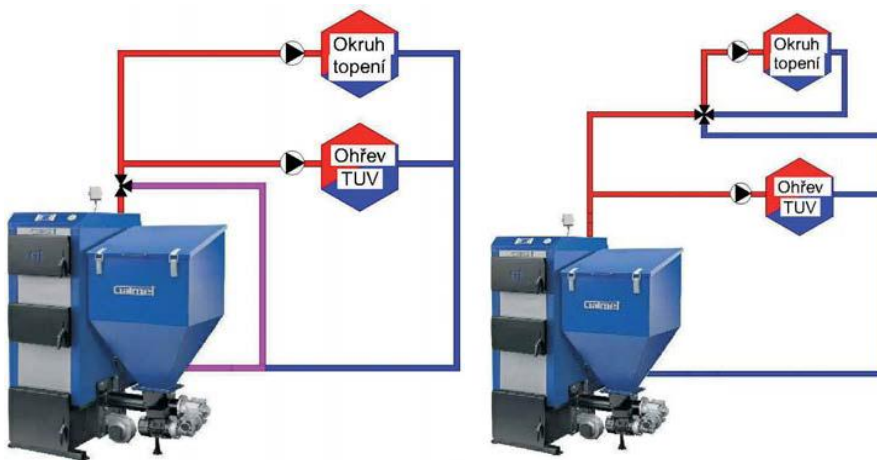
Akumulační nádrž jako taková není zdroj tepla, protože nevyrábí teplou vodu (v případě aku nádrže s topným tělesem je zdroj tepla elektrický přímotop). Akumulační nádrž je zjednodušeně velká nádoba plná vody, ve které se uchovává vyrobená přebytečná energie. Většina zdrojů tepla má ideální účinnost při určitém výkonu. Pokud je výkon vyráběný vyšší než spotřeba tepla v rámci otopného systému, je nutné toto přebytečné teplo odebírat. V případě neodebrání je zpětná teplota vody do kotle vyšší než požadovaná a tím se snižuje účinnost kotle, což má za následek další problémy. Pro odstranění toho problému je proto

nutné mít právě nádobu na energii, která odebírá přebytečné teplo a zpět ho posílá v případě potřeby. Právě proto, že může poslat přebytečné teplo do oběhu až v případě vypnutého zdroje tepla, je sama o sobě akumulární nádrž zdrojem tepla.

Na každý 1kW výkonu zdroje je potřeba 50 litrů vody v nádrži, z čehož se dá snadno spočítat minimální potřebný objem nádrže. Velikost nádrže se dále odvíjí od pravidelnosti zapínání zdroje tepla. (vyšší výkon, kratší doba - větší nádrž)

3.3.4 3 - 4 cestný ventil

Stará se o smíchávání zpětné vody s vodou, která míří do topného okruhu nebo do kotle. Její hlavní funkcí je míchat dvě vstupní vody takovým způsobem, aby na výstupu z ventilu byla voda o požadované teplotě. Toto zařízení je velmi důležité pro správný chod některých zdrojů tepla, které požadují přesnou teplotu vstupní vody (kotle na tuhá paliva). Využití a zapojení 3 nebo 4 cestného ventilu je mnoho. Pro představu slouží následující obrázky, které ukazují možnosti zapojení 3 - 4 cestných ventilů.



Obr 20.: zapojení 3 a 4 cestného ventilu (Zdroj: http://www.peletkamna.cz/automaticky_kotel_galmet17.html)

3.3.5 Oběhové čerpadlo

„Oběhové čerpadlo je navrženo k zajišťování cirkulace vody v otopných soustavách a systémech cirkulace teplé (užitkové) vody. Oběhové čerpadlo představuje nejlepší řešení pro:

- systémy podlahového vytápění
- jednotrubkové soustavy
- dvoutrubkové soustavy

Čerpadlo je vybaveno hnacím motorem s permanentními magnety a řídicím systémem založeným na diferenčním tlaku, který umožňuje trvalé přizpůsobování výkonu čerpadla aktuálním požadavkům dané soustavy.“ [14]



Obr 21.: Oběhové čerpadlo Grundfos (Zdroj: http://www.kto.cz/picture/pdf/grundfos_alpha2_navod.pdf)

3.3.6 Měřící čidla

Měřící čidla jsou velmi důležitý prvek v celém systému regulace. Pro přesnou a správnou regulaci potřebujeme znát aktuální stav celého topného systému. Existují čidla několika typů, ze kterých budou popsány dva nejpoužívanější typy - analogové a digitální.

Používaná čidla:

- Výška hladiny
- Teplota
- Tlak
- Vlhkost
- CO₂
- Elektroměr, plynoměr, průtokoměr

3.3.6.1 Analogová měřící čidla

V minulosti byl jediným typem čidel a dodnes je hojně využíván. Výhoda je přesnost měření, díky velké produkci těchto čidel, a přesnější fyzikální vlastnosti při měření. Velká nevýhoda je jejich výstup, který je právě analogový. Tento výstup lze převést do digitální podoby pro další zpracování, ale většinou to čidlo prodraží natolik, že existuje levnější digitální varianta.

3.3.6.2 Digitální měřící čidla

Výhoda digitálních čidel je právě digitální výstup, který slouží pro další zpracování. V digitalizaci měřících čidel se využívá mnoho protokolů a standartu. Za zmínku stojí 1wire protokol, který má výborné vlastnosti týkající se možnosti připojení počtu zařízení a dosahu jednotlivých informací. Nevýhodou je nižší přesnost a u některých typů čidel (průtokoměr) také mnohem vyšší cena.

3.3.7 Přenos tepla do prostoru

PŘENOS TEPLA VEDENÍM (KONDUKČÍ)

„Kinetická energie neuspořádaného pohybu molekul se předává srážkami na sousední molekuly, a tak se přenáší tepelná energie. Vedení dominuje v pevných látkách, ale i v tekutinách bez proudění. Vedení tepla zvyšují volné elektrony či ionty v tekutinách.“ [15]

PŘENOS TEPLA KONVEKČÍ (PROUDĚNÍM)

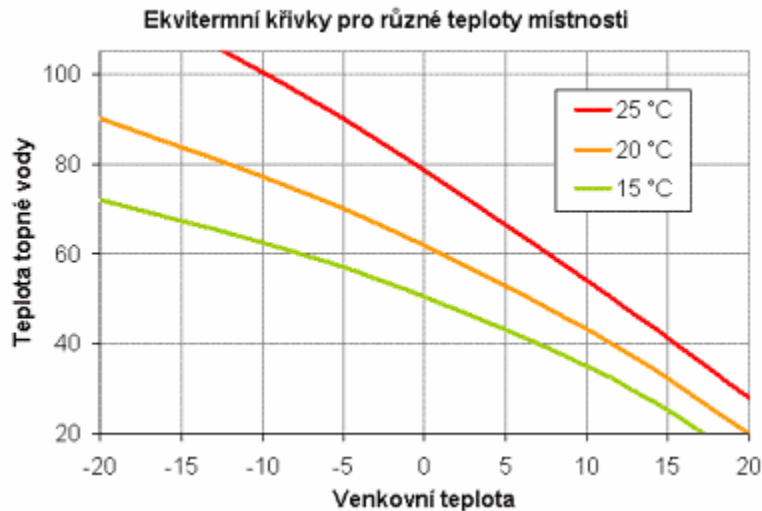
„Přemísťováním molekul v prostoru při nuceném či přirozeném proudění se přenáší tepelná energie. Přenos tepla konvekci dominuje v tekutinách (existuje i v pevných látkách, viz difúze).“ [15]

PŘENOS TEPLA ZÁŘENÍM (RADIACÍ, SÁLÁNÍM)

„Každý objekt s $T > 0$ K vyzařuje fotony, které jsou nositeli energie, a to včetně tepelné. Fotony se šíří v transparentním prostředí rychlostí světla.“ [15]

3.4 Ekvitermní regulace

„Ekvitermní regulace teploty v místnosti spočívá v nastavení teploty topné vody (regulací zdroje tepla) na základě venkovní teploty. Při nižší venkovní teplotě je požadována vyšší teplota dodávané topné vody, aby došlo k rovnováze mezi dodaným teplem a tepelnými ztrátami místnosti a teplota místnosti tak zůstala konstantní.“



Obr 22.: Ekvitermní křivka (Zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6294-ekvitermni-regulace-princip-a-vyuziti-v-systemech-regulace-vytapani>)

Pro danou místnost lze stanovit soustavu tzv. ekvitermních křivek (také "topné křivky"), které popisují vzájemnou závislost teploty topné vody, teploty místnosti a venkovní teploty. Na základě požadované teploty místnosti lze zvolit určitou křivku a podle venkovní teploty

regulovat teplotu topné vody. Samozřejmě z uvedeného popisu okamžitě vyplývá několik základních otázek. Co to vlastně znamená "lze stanovit soustavu ekvitermních křivek"? Soustava topných křivek se stanovuje na základě požadované teploty v místnosti (např. pro požadovanou teplotu 25°C) a také na základě znalosti nejnižší venkovní teploty, která byla v dané oblasti kdy dosažena.“[16]

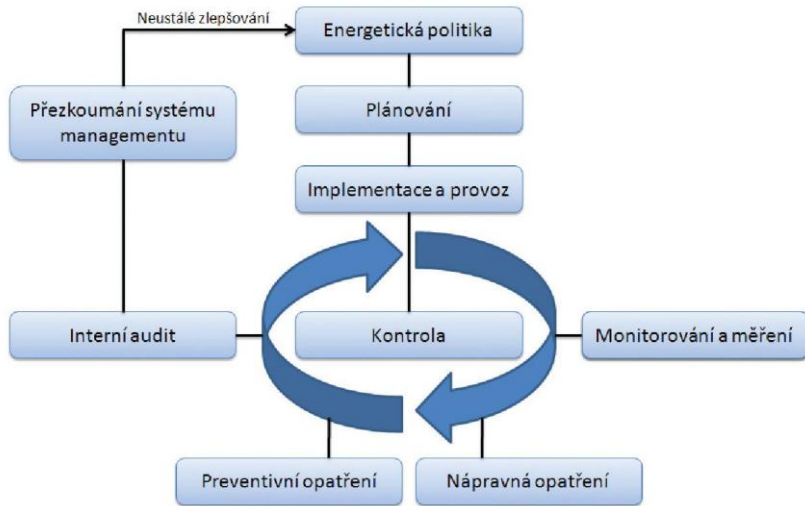
3.5 ISO 50001

“International Organization for Standardization (ISO) vydala v roce 2011 nový mezinárodní standard ISO 50001 - Energy management systems. Tento standard, podobně jako dřívější EN 16001, poskytuje metodiku založenou na struktuře požadavků vedoucích ke snižování energetické náročnosti organizace a neustálému zvyšování její energetické účinnosti. Systém vychází z kompletního přehledu spotřeb všech hlavních i pomocných zařízení (budovy, technologie, aj.), zlepšení sledování spotřeby při všech činnostech a určení energetické využitelnosti a spotřebních limitů pro nejdůležitější využití energií.

ČSN EN ISO 50001 Systémy managementu hospodaření s energií je slučitelná s normou ISO 9001 a zejména s normou ISO 14001. Je tedy možné implementovat systém managementu hospodaření s energií samostatně nebo i prostřednictvím existujícího systému environmentálního managementu či managementu kvality.

3.5.1 CÍLE, PŘÍNOSY, VÝHODY

- ucelený a jasný přístup k inteligentnímu využívání energie
- optimalizace absolutní spotřeby energií
- optimalizace energetických zdrojů
- zvyšování energetické účinnosti
- prokazatelná úspora výdajů díky systémovému přístupu
- řízení energií založené na měřitelnosti.
- zvýšení konkurenceschopnosti na trhu” [17]



Obr. 23.: Energetický management (Zdroj: http://www.itczlin.cz/_itc_/testovani-certifikace.php?kategorie=2407&sekce=2167)

4 Analýza problému a současné situace

Nejprve je nutné zmínit, že tato diplomová práce nezahrnuje kompletní energetický management v ubytovacím zařízení, ale zaměřuje se pouze na sektor vytápění. Je to z důvodu toho, že úspory na jiných částech spotřeby, jako jsou světla, vybavení kuchyně, či spotřeba vody, jsou téměř fixní (při provedení známých úsporných praktik, jako jsou výměna žárovek za úsporné, osazení regulátoru 1/4 hodinových špiček, či snížení TUV na 60°C), za každých podmínek a nelze v těchto částech vybavení a služeb udělat velké úspory (lze je pouze optimalizovat a uzpůsobit praktickým jevům a poznatkům).

Proto se nyní zaměříme na analýzu problému vytápění v ubytovacím zařízení. Pro popis reálného chování ubytovacího zařízení bude v práci využit testovaný hotel, kde je celé následující zapojení nainstalováno a jeho funkčnost je testována. Jedná se o Balonový hotel Radešín.

4.1 Popis ubytovacího zařízení

Balonový hotel Radešín leží v malé vesnici 10 km severně od Křižanova. Budova se nachází v zóně venkovní výpočtové teploty rovnající se -15°C. Nadmořská výška hotelu je 553 metrů nad mořem. Jedná se o budovu z 80. let minulého století, která byla postavena pomocí tehdejších standardů. V dnešní době nesplňuje žádné z kritérií pasivních či nízkoenergetických budov. Plášť budovy je s minimální izolací (do 2 cm), okna byla vyměněna v roce 2003 za dvojskla.

Provoz budovy, která byla v roce 1983 postavena pro český statistický úřad jako školící zařízení, mělo na starosti několik správců. V roce 2009 převzala hotel do pronájmu rodina Kubíčků, kterým patří přilehlý zámek. Český statistický úřad hledal kupce pro již téměř nevyužívaný objekt, ovšem o budovu nejevil nikdo zájem.

Po dvou letech provozu byli Kubičkovci nuceni hotel uzavřít z důvodu provozních ztrát. V tu chvíli se stal kupcem hotelu Ing. Miloslav Škorpík. Během první zimy byl problém s regulací ihned patrný a cena za energie opravdu neúnosná. Proto vznikla myšlenka regulace.

4.1.1 Poloha budovy

„První dochované zmínky o parcele, na které stojí nynější hotel, jsou z 16. století. Právě na místě současného hotelu byl na konci 16. století postaven pivovar. Ten ovšem postupně chátral. Dochovanou památkou na bývalý pivovar je přilehlý „Pivovarský” rybník. Současný stav budovy je nezměněn od roku 1983. Budova je ze severní strany zapuštěna do terénu do výšky prvního nadzemního patra. Na jižní straně hotelu je terén snížen pod úroveň rybníku. Z tohoto důvodu se nejedná o sklepní prostory hotelu, ale o přístupné podzemní patro.

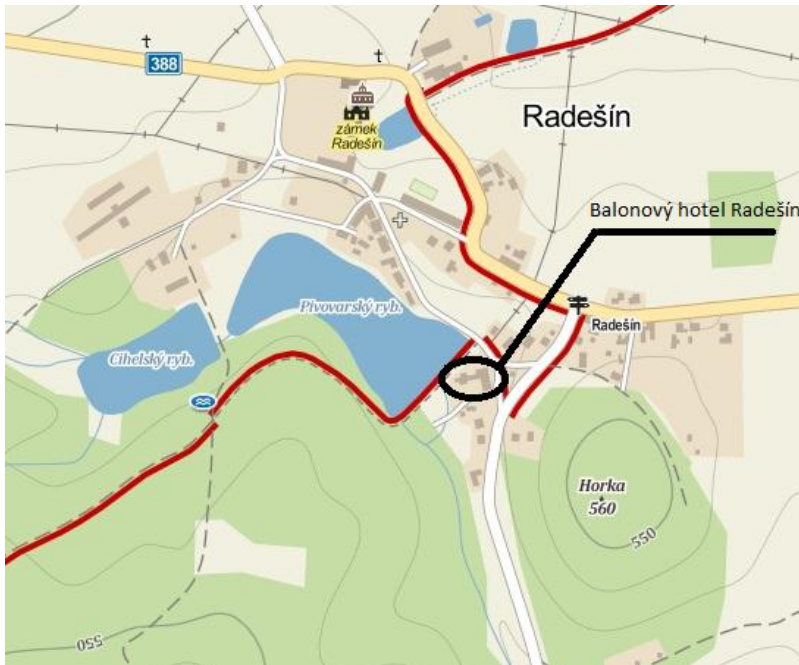
Z pohledu energie na vytápění budovy je její vnoření do země výhodné. Pokud shrneme výhody a nevýhody tohoto typu stavby, musíme zmínit okolní teplotu země, která v zimě dosahuje ve 2 metrech hloubky až 8°C. Dále nejsou prostory vystaveny povětrnostním podmínkám. Nevýhodou je malý přístup slunečního záření a prostup vlhkosti do vnitřních prostor budovy. Proto je nutné, aby tyto prostory sloužily ke skladování, popřípadě pro krátkodobé účely (loupačka brambor, prostor vinárny, atd.)

I přes tyto nevýhody lze ale říci, že budova takto zapuštěná do svahu je úspornější než kdyby stála nad zemí celá.

4.1.2 Geografická poloha

Hotel stojí jihovýchodně od Pivovarského rybníku. Z následující mapky je patrné, že na západě je rozsáhlý zalesněný kopec (pivovarský les), kolem kterého protéká potok, který je přehrazen právě na úpatí kopce. Tento kopec je díky svojí velikosti dobrým ochráncem před horšími povětrnostními podmínkami na Vysočině, které mývají za následek rapidní ochlazování pláště budovy.

Přes nadmořskou výšku 550 metrů nad mořem je z měření patrné, že teplota předpokládaná je nižší než teplota naměřená. Podle mého názoru je to způsobeno okolním reliéfem krajiny. Jak je následující mapy patrné, na jižní části vesnice je úzký pruh, kudy může vzduch laminárně protékat. Proto se celé okolí chová jako nízká nádrž s výpustí právě mezi pivovarským lesem a Horkou.



Obr. 24: Mapa Radešína a okolí (Zdroj: <http://mapy.cz/#x=16.095077&y=49.468490&z=14&l=16> +vlastní zpracování)

Silné větry, které “protékají” Vysočinou se do tohoto místa nedostanou a zároveň tvoří nízkou střechu při tvorbě termických stoupavých proudů. Všechny tyto geografické a meteorologické jevy mají za výsledek úspory při vytápění.[18]

Další úsporou při vytápění je sluneční záření.

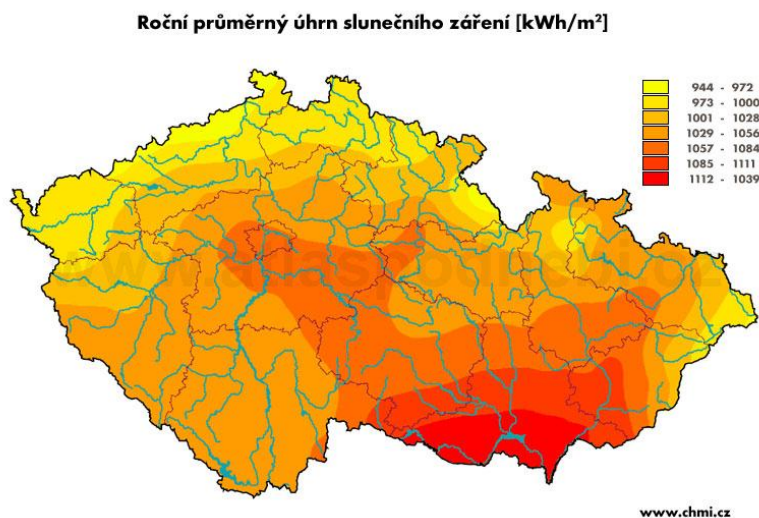
4.1.3 Poloha hotelu vůči slunci

Po boomu v oboru fotovoltaických elektráren se dá za oblíbený zdroj energie považovat Slunce (pokud k tomu připočteme dotace od státu). V rámci této práce bych nerad detailně

rozebíral výhody a nevýhody fotovoltaické energie. Pro energetický management je ovšem sluneční záření jednou z úsporných položek.

Pro správný výpočet úspor je nutné znát vstupní parametry.” Hlavními parametry jsou pohyb Slunce po obloze, procento svitu a intenzita slunečního záření, průsvitná plocha a stínící součinitel”. [19] První zmíněný parametr je jednoduché určit například pomocí [20]. Procento svitu slunečního záření je ovlivněno počasím.

Procento svitu a intenzita slunečního záření je na každé “adrese” jiná a je ovlivněna mnoha dalšími faktory, které ovšem nebudou v této práci rozebírány. Lze však obecně říci, že průměrný roční úhrn slunečního záření klesá se zvyšující se zeměpisnou šířkou a s rostoucí nadmořskou výškou - viz. následující obrázek



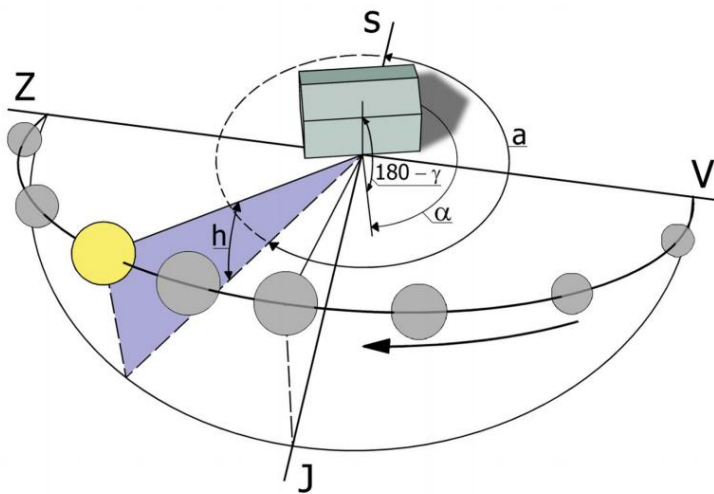
Obr. 25: Roční průměrný úhrn slunečního záření (Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp01.pdf>)

Průsvitná plocha je další z parametrů. Tato hodnota se spočítá, jako (okno-rám) * průsvitnost skla. [19]

Stínící součinitel v případě Balonového hotelu nepočítáme ze stínění okolních budov, ale ze stínění Pivovarského lesa. (viz. obrázek mapa Radešína)

“Na každý čtvereční metr zemského povrchu dopadá v našich podmínkách za jeden rok 1200kWh sluneční energie, to je srovnatelné s množstvím energie uvolněné při spálení 250kg uhlí.”

[19]



Obr. 26: Pohyb Slunce po obloze v denní rovníčnosti (Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp01.pdf>)

4.1.4 Energie vyzářená člověkem

Energie, kterou vydá člověk, lze také považovat za zdroj tepla. Ukazuje se to především na místech, kde se vyskytuje velký počet lidí v malých uzavřených prostorech (koncerty, diskotéky, atd.) Tato energie je většinou brána jako odpadní a je nenávratně odváděna pryč. Proto jsou pro tento zdroj tepelné energie vhodné rekuperační jednotky, které se starají o ventilaci a zároveň až 80% tepla vydaného člověkem dokáží vrátit zpět do budovy.

Druhá metoda získávání energie vyzářené člověkem je systém pracující na principu výměníku vzduch - voda, který má za úkol teplo převést do vody, tím ochladit prostor a zároveň uložit energii do přenosného média.

V následující tabulce je znázorněn wattový výkon člověka při jednotlivých činnostech a fyzických aktivitách.

Fyzická aktivita	tepelná produkce (W) dle ISO 7243	
hluboký spánek (bazální metabolismus)	85	
sezení v klidu - duševní práce	90 -95	
čtení potichu, v sedě, bez opory	115	
sezení s mírnou aktivitou a uvolněné stání	120 - 150	
velmi lehká práce (švadleny, čtení nahlas)	120 - 140	
lehká práce (práce v laboratoři, učitelé)	140 - 200	180
středně těžká práce (slévači, přednášející)	200 - 260	300
těžká práce (tesaři, nakládači s lopatou)	260 - 320	400
velmi těžká práce (dřevorubci, ruční sekáči)	nad 320	520
horolezci	700 - 1000	
krátkodobý max. výkon	1 800	
chůze rychlostí 3,5 km.h ⁻¹ po rovině	290	
chůze rychlostí 3,5 km.h ⁻¹ při stoupání 2,5°	330	

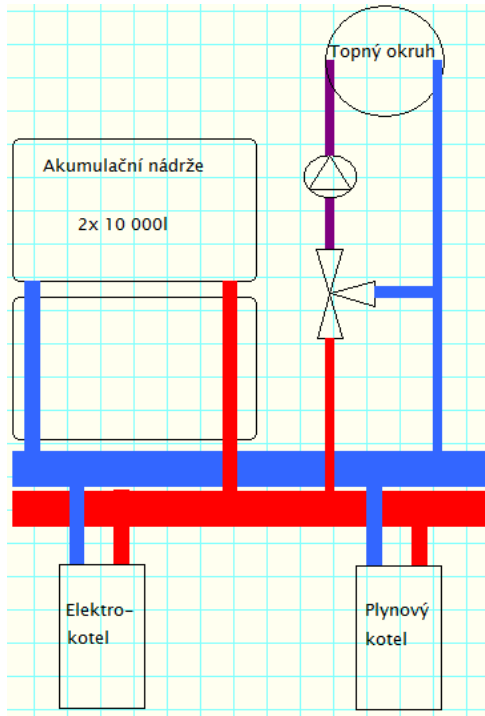
Obr. 26: Pohyb Slunce po obloze v denní rovníčnosti (Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp02.pdf>)

Slunce a člověk jsou sice dobrými obnovitelnými zdroji tepla, ovšem na vytopení hotelu tyto zdroje nestačí, proto se nyní zaměříme na použité zdroje tepla, otopné okruhy, a rozdělení budovy na jednotlivé sektory.

4.2 Popis otopné soustavy

Topná soustava byla vytvořena v rámci stavby celé budovy, proto jsou použity postupy a normy z té doby. Bohužel pojem izolace, jak topné soustavy, tak i pláště budovy, byl v té době nestandardní.

Na následujícím obrázku je zachyceno blokové schéma kotelny na Balonovém hotelu Radešín.



Obr. 27: Blokové schéma kotelny (Zdroj: vlastní zpracování)

4.2.1 Zařízení v kotelně

Akumulační nádrže

Hotel disponuje dvěma akumulacími nádržemi o velikosti 10 000 litrů, které slouží k uchování vyrobené teplé vody. Výhodou je právě zapojení s elektrickým kotlem, který se využívá pouze v noci, ale díky jeho předdimenzovanému výkonu je výroba tepla vyšší než spotřeba tepla (při venkovní teplotě -25°C a vyšší). Díky tomu je v období, kdy je vyšší teplota, kotel schopný vyrábět teplou vodu do zásoby, která se uloží právě do těchto akumulacích nádob a následně je využívána podle potřeby. Nevýhoda těchto nádrží je špatná izolace, která se projevuje v prvním nadzemním patře, přímo nad nádržemi, kde teplota v místnosti může vystoupat i k 30°C (maximální naměřená hodnota $32,3^{\circ}\text{C}$)

Elektrokotel a plynový kotel

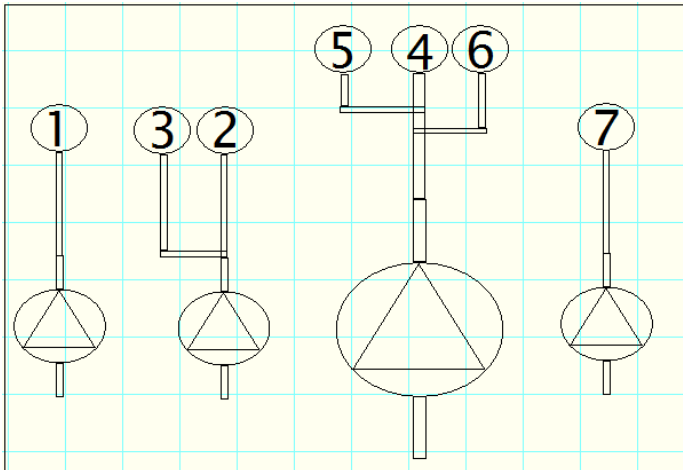
Elektrokotel má výkon 240kW, čímž několikrát převyšuje průměrný potřebný výkon pro vytopení celého hotelu. Díky tomu stačí kotel využívat pouze v nočním provozu. Kotel je původní a bez jakékoli regulace či úprav. Řízení tohoto kotle probíhá pouze změnou stavu 0/1. Jedinou zajímavou funkcí tohoto kotle je postupné spínání jednotlivých kroků motoru, což slouží k zamezení proudových zpětných špiček do rozvodné sítě. Funkce je jednoduchá - výkon kotle je rozdělen na tři stupně, které jsou připínány postupně s časovou mezerou do pěti sekund.

Plynový kotel je kondenzační kotel společnosti Baxi, o výkonu 33kW, který je nastaven na automatický režim. Jeho spouštění probíhá opět pouze přes relé kontakt. Tento kotel je využíván především pro dotápění hotelu v případě tuhé zimy nebo nepřesnosti v regulaci. Cena za plyn je vyšší než cena za noční proud, proto se tento kotel většinou nevyužívá.

Otopný okruh

Otopný okruh se skládá z třicestného ventilu, čerpadla a topných těles. Každý okruh slouží pro jinou část hotelu. Toto rozdělení se používá v případě velkých prostor, které nemusí být plně využívány a díky víceokruhovému systému není ztráta, způsobená vedením teplé vody, tak vysoká, jak v případě jednookruhového systému.

V hotelu jsou čtyři hlavní okruhy, z nichž dva jsou dále rozděleny, a to pro přesnější regulaci. Pro jednodušší práci s jednotlivými okruhy byla vytvořena následující pojmenování podle jednotlivých čerpadel, které jsou společně se 3 cestnými ventily ovládány.



Obr. 28.: Rozdělení čerpadel podle topných okruhů (Zdroj: vlastní zpracování)

Servis- Slouží pro vytápění okruhů 2 a 3 v následujících schématech.

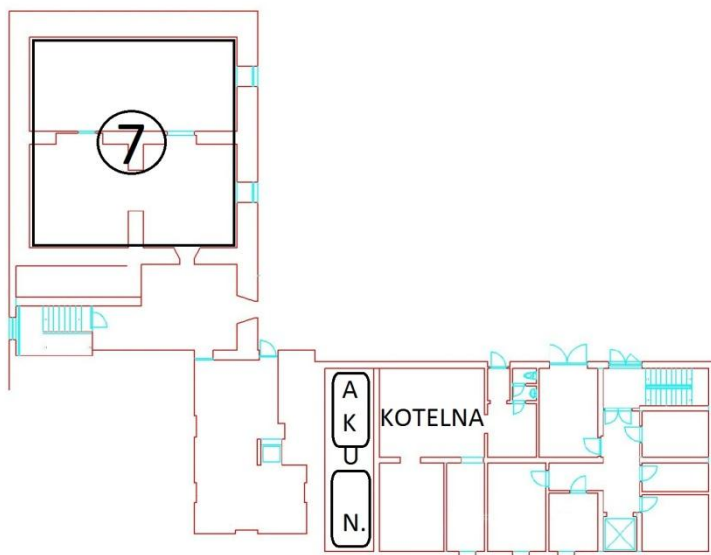
Velké- Hlavní velké čerpadlo, které se stará o okruhy 4,5 a 6 v následujících schématech

Restaurace- Slouží pro vytápění okruhu 1 (restaurace)

Vinárna- Slouží pro vytápění okruhu 7 (vinárny)

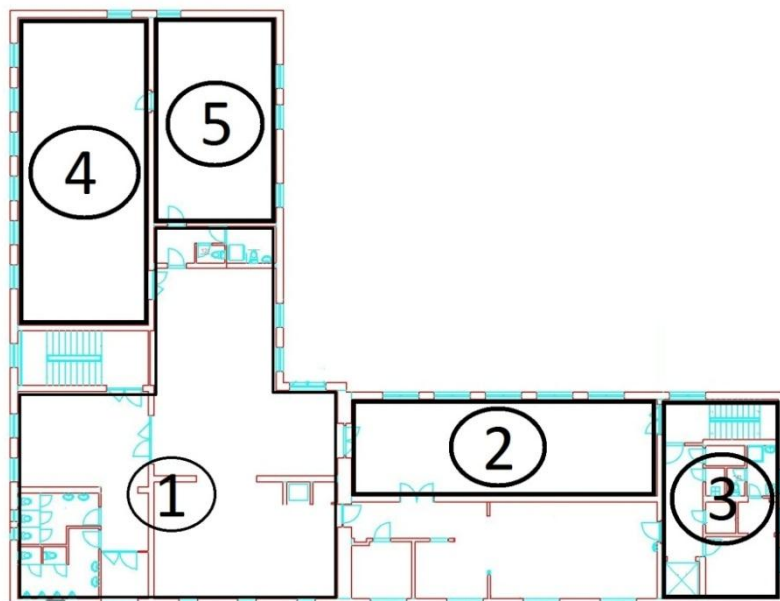
Schéma hotelu ze strany otopných okruhů:

Podzemní patro

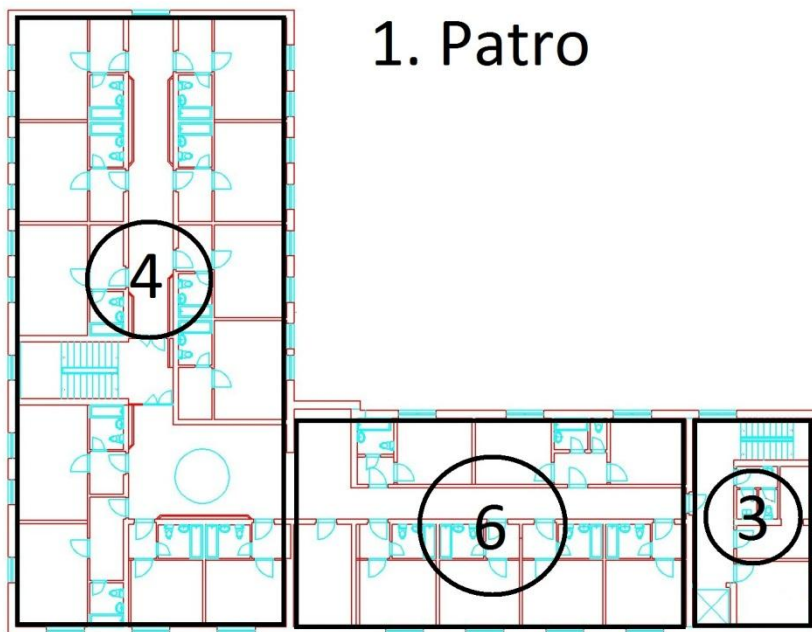


Obr. 29: Půdorys podzemního patra (Zdroj: vlastní zpracování)

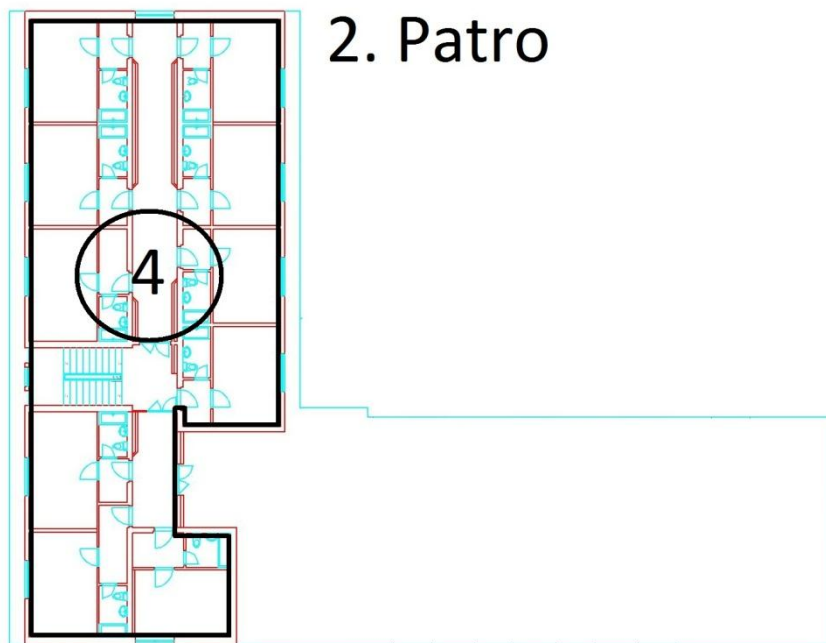
Přízemní patro



Obr. 30: Půdorys přízemního patra (Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 31: Půdorys 1. patra (Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 32: Půdorys 2. patra (Zdroj: vlastní zpracování)

4.2.2 Popis vnitřních topných prostor

Pro zoptimalizování celého objektu je nutné určit podmínky a pravidla pro vytápění jednotlivých místností.

V budově se nachází 27 pokojů, které mají 2,3 a 4 lůžka, ale pro tento model budeme brát pokoj jako samostatnou jednotku. V přízemí se nachází restaurace, vstupní prostory (včetně kulečnicku a toalet), dvě školící místnosti, jídelna, kuchyň a technické místnosti. V nejnižším patře se nachází vinárna, skladovací prostory pro restauraci a kotelna.

Budovu rozdělíme na dvě části. Část objektu, kde se musí udržovat teplo celou topnou sezónu a druhou část budovy, kde se topí jen v případě potřeby. V topné části je hlavně restaurace a vstupní prostory. Provoz restaurace je celoroční, proto je nutné udržovat v této místnosti tepelný komfort. S provozem restaurace se slučuje i kuchyně, která se ovšem dá považovat za tepelný zdroj. V kuchyni se netopí, naopak je teplo z kuchyně použito pro temperování vedlejší jídelny.

V restauraci se nachází jeden ze zdrojů tepla, kterým je kotel na tuhá paliva (kamna na dřevo). Tento zdroj je připojen k soustavě rozvodů tepla. Kotel je zapojen v sérii mezi jednotlivými radiátory. Toto není úplně správné řešení, jelikož by měl být napojen na centrální rozvodnou síť. Tím, že jsou ovládány jednotlivé radiátory elektroventilem, je možné tento způsob zapojení použít. Je však nutné dodržet správné dávky odebírání tepla z tohoto zdroje tepla. Jde především o problém, který může nastat v případě, že kotel topí, ale topná voda se v otopném okruhu nehýbe. Tím by mohlo nastat přehřátí vody v kotli a následné exploze kotle. Pro případ nouze je na kotli nainstalován nouzový ventil. Pro správný chod musí být oběhové čerpadlo v provozu, aby odebíralo teplou vodu. Odebraná teplá voda, která není použita v radiátorech, odchází zpět do kotelny. Zde se míchá s ostatními okruhy a je znovu využita. Proto je možné použít toto zapojení.

V případě, že kotel není funkční (neprobíhá hoření), je používán jako řadový radiátor.

4.2.3 Analýza otopného systému před regulací

První fáze regulace přišla v 11/2011, proto analýza otopného systému je zaměřena na zimu předchozí, tj. v zima 2010/2011.

Z hlediska zákazníků se většinou se jedná o ubytované na letní prázdninové sportovní dovolené s dětmi, popř. školy v přírodě. V zimě je pak potenciálním zákazníkem většinou běžkař, popř. člověk preferující jinou volnočasovou aktivitu. Lze tedy tvrdit, že hlavní sezona je letní, proto je zimní provoz hotelu omezený.

Popis fungování systému je vlastně velmi složitý, protože kroky, které byly prováděny v rámci řízení topného systému, byly neregulované a nesystematické. Průběh byl následující: Zákazník byl ohlášen dopředu, aby bylo možné v klidu vytopit jeho pokoj. Byl tedy spuštěn elektrický kotel, který nahříval akumulární nádrže o velikosti 2x 10 000l. Následně byla teplá voda poslána do otopného okruhu. V požadovaném pokoji byly otevřeny termostatické hlavice. V případě, že byly hlavice otevřeny i v dalších pokojích, nastával problém obrovských ztrát. Už regulace jednotlivých topných okruhů byla neregulovaná. To v praxi znamenalo, že teplá voda “běhala” po domě bez využití.

V případě že byl ubytován větší počet zákazníků, pracoval elektrický kotel i přes den, což znamenalo obrovské náklady na vytápění. O uzavření termostatických ventilů se staraly uklízečky, které ovšem v některých případech uklízely v daném pokoji až několik dní po odjezdu zákazníka.

V rámci objektu probíhaly další neekonomické procesy, které měly za následek další zvýšení provozních nákladů. Všechny tyto problémy, včetně nezateplené půdy, vedly k problémům s platební morálkou a následně měly za následek uzavření hotelu.

4.3 Analýza rezervačních systémů

Rezervační systém je základní řídicí program celého systému vytápění, proto se nyní zaměříme na možné produkty, které jsou pro toto ovládání vhodné. Při výběru nebudeme hodnotit frontend a funkce, které jsou pro řízení vytápění nepotřebné, a také tyto skutečnosti nebudeme zahrnovat do hodnocení jednotlivých systémů. Základním a hlavním požadavkem systému je jednoduchost a „čistota“ databáze. V této části si představíme několik rezervačních softwarů, ze kterých bude následně vybrán vyhovující rezervační systém.

Rezervační systém Agnis

Společnost Agnis s.r.o. se zaměřuje především na pokladní a skladové systémy. Zabývají se také telefonní tarifkací a spolupracují s přístupovými systémy. Rezervační systém agnis byl na hotelu již před tvorbou regulačního systému.

“Program plně využívá možností, které nabízí a poskytuje operační systém Windows - grafické rozhraní, ovládání nejmodernějších periferií a zařízení, vazbu na internet, moderní SQL jazyk a podobně. Základním rysem našeho programu je názorná grafická aktuální informace o obsazenosti hotelu – ubytování, rezervace a uvedení mimo provoz na jednotlivých pokojích (srubech, chatkách). Z této základní obrazovky je možno intuitivně vstupovat do formulářů poskytujících podrobné informace, provádět různá zpracování, změny stavu, vyúčtování a vyhodnocení.

Vlastnosti systému Agnis:

- Evidence objednávek **hotelové penze** ve zjednodušené variantě (jen snídaně) nebo ve variantě plné penze
- Uvedení pokoje **mimo provoz** (malování, rekonstrukce, havárie...)
- Vedení **knihy hostů**, hlášení pro policii a cizineckou policii, výpočet daně z přechodného rekreačního pobytu a daně za lůžko/noc odváděné na obecní úřad.
- Automatické kompletní rozúčtování dokladů, souhrnné **podklady pro účetnictví**, vykazování DPH.” [21]

MITON Previo s.r.o.

Společnost Míton Previo s.r.o. se zabývá online rezervačními systémy, hotelovými systémy a internetovým marketingem. Pro tuto diplomovou práci je důležitá část hotelového systému.

“K efektivnímu řízení hotelu či penzionu neodmyslitelně patří i systémové uložení dat, přehledná práce s rezervacemi, vedení hotelových účtů, vystavování účetních dokladů, evidence plateb, marketingová práce s databází hostů a výkaznictví vůči orgánům státní správy. To vše společně s propojením na restaurační, zámkový nebo účetní software poskytuje recepční systém PREVIO PRO.

- automaticky generované reporty pro ČSÚ, MěÚ a cizineckou policii (samozřejmě s možností následné ruční úpravy)
- interaktivní "Plachta rezervací" v moderním online recepčním systému PREVIO PRO
- elektronická databáze firem, individuální obchodní podmínky a ceníky pro Vaše vlastní partnery
- vedení pokladní knihy, bankovního deníku a platebních karet, v různých měnách, flexibilní uzávěrky pokladny “ [22]
- 12500,- jednorázově a 640,- /měsíc

Hores Plus s.r.o.

Společnost Hores Plus s.r.o. nabízí hotelový systém, rezervační systém, tvorbu webových stránek pro hotely, pokladní systém, hardware a další.

“Systém HORES představuje flexibilní systém komplexně řešící problematiku ubytovacího úseku, zejména funkci recepce a na ni navazující služby. Je vhodný pro hotely všech velikostí s rozličnou klientelou (individuální, skupinovou, tuzemskou, zahraniční) a s různými typy nabízených služeb.

Veškeré údaje o uživateli a jeho zařízení se zadávají parametricky a uživatel si je může měnit sám. Produkt je chráněn definicí přístupu v několika rovinách pravomocí a hesly uživatelů. Jištění dat je automatické a volené.

HORES produkuje data pro účetnictví, daňová přiznání, interní i externí statistiky a fakturaci - data mohou být předávána v síti on-line nebo jiným médiem. HORES komunikuje s návaznými systémy (např. telefonní ústředna, zámky hotelových pokojů, závory garáží, informační TV systémy, restaurační pokladny atd.)”

- snadný, flexibilní systém, komplexně řešící problematiku ubytovacího úseku, zejména funkci recepce a na ni navazující služby
- je vhodný pro hotely všech velikostí s rozličnou klientelou (individuální, skupinovou, tuzemskou, zahraniční) a s různými typy nabízených služeb
- údaje o hotelu, střediscích, cenách ubytování a většina dalších jsou zadávány parametricky
- Cena: 38300 bez DPH“[23]

ABX software s.r.o.

Společnost se zaměřuje především na pokladní systémy, které stále vyvíjí a aktualizuje. Jejich hlavní produkt je pokladní systém Harsys 6, který má za úkol zrychlit práci personálu a má neustálou technickou podporu. Pro tuto práci je ovšem důležitější jejich druhý produkt. Recepce 3.

- “Hotelový systém ABX RECEPCE Vám v každém okamžiku poskytuje aktuální přehled o stavu hotelu – obsazenosti, příjezdech, odjezdech, uklizenosti...
- Pomocí jednoduše ovladatelných grafických štaflí snadno vytvoříte novou rezervaci nebo pobyt, přesunete ho z pokoje na pokoj nebo změníte období a délku pobytu tažením myši, podobně jako v grafickém editoru.
- Administrativu Vám ulehčí automaticky generovaná hlášení pro ČSÚ, hlášení o pobytu cizinců, ale i hlášení pro obecní úřady.

- Nové zákazníky můžete přilákat i používáním rezervačního rozhraní weblink (online rezervací přímo z www stránek Vašeho hotelu).
- Pro uživatele hotelového systému RECEPCE je 7 dní v týdnu k dispozici linka technické podpory.
- Každý uživatel může snadno nastavit chování a vzhled programu podle své potřeby.”[24]
- Cena bez DPH: 5500 Kč

4.4 Dodavatel energií

Správný výběr dodavatele energií je velmi důležitým krokem, který má za následek výrazné úspory. Nejprve je nutné si ujasnit, jakou energii a v jakém množství chceme odebírat.

Záznamy stavů před začátkem regulace jsou dostupné pouze z celkových faktur za elektrickou energii. Jsou zde ovšem čitelné následující poznatky:

Data jsou od 11/2009. Dodavatel je E.ON Energie, a.s. Cena za denní odběr bez všech manipulačních a distribučních poplatků je stanovena na 2,918 Kč/KWh. V nižší sazbě je cena 1,468 Kč/KWh.

4.4.1 Výběr dodavatele energií

První otázkou je, proč měnit dodavatele, když ten stávající mi dává dobré ceny už dlouhou dobu? Jsou ceny opravdu dlouhodobě výhodné? Je složité odpovídat na tyto otázky, proto se nyní pokusíme tuto problematiku prozkoumat. Nejprve je nutné podívat se na pozadí energetického průmyslu.

4.4.2 Energetický trh

Fundamentální analýza

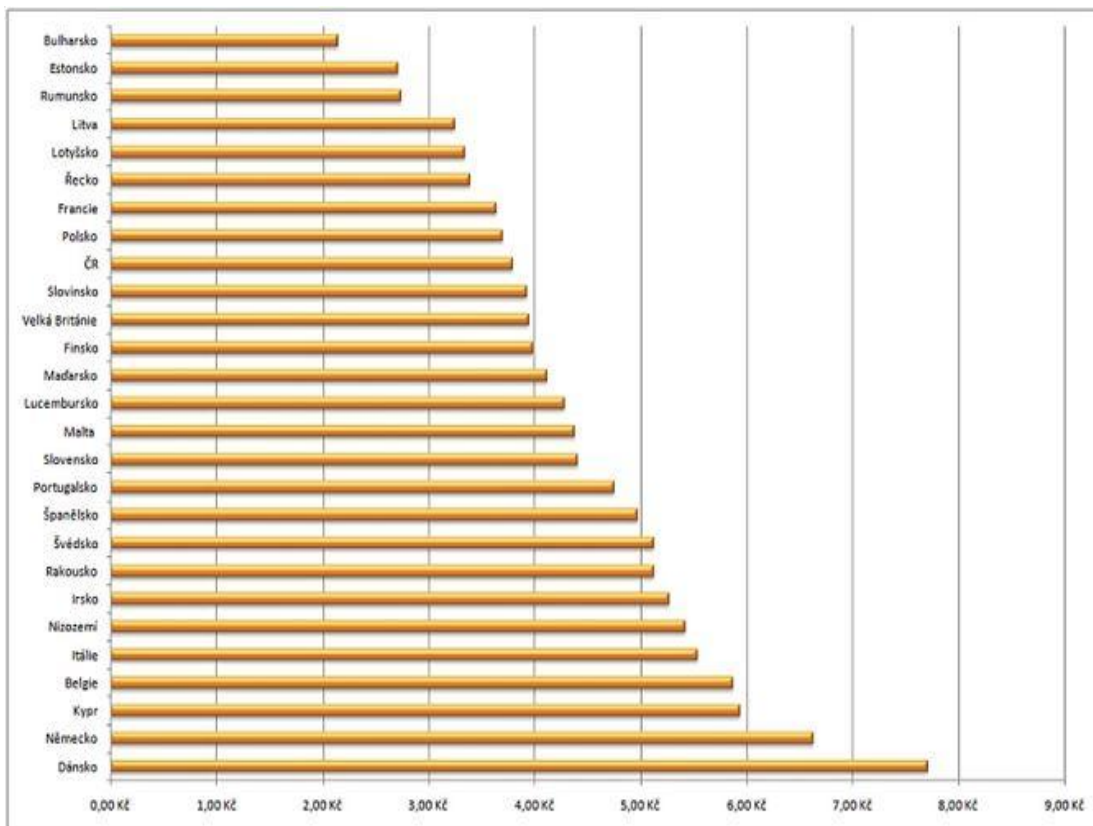
“Fundamentální analýza je termín hojně se vyskytující ve slovníku obchodníků na finančních trzích a ekonomů. Definovat se dá různě. Například jako **snaha o nalezení vnitřní hodnoty akcie**, či jiného finančního instrumentu. Jedná se o cenu, která odpovídá kapitalizovaným výnosům z daného aktiva, kterou samozřejmě nikdo přesně nezná a není nikde uvedena. Pokud se k ní ale naším odhadem blížíme a ona cena neodpovídá ceně aktuálně tržní, otevírá se nám prostor k dosažení zisku.

K odhadnutí vnitřní hodnoty akcie slouží právě fundamentální analýza – tedy **proces sesbírání co největšího množství relevantních informací pro odhad budoucího vývoje**. Jinými slovy, jedná se o snahu odhadnout budoucnost. Nikoli však prostou extrapolací minulosti ani věštěním z křišťálové koule, nýbrž vlastním **poznáním a rozuměním**.” [25]

Mezinárodní energetický trh

Světová energetika zažívá velmi zajímavé změny. Pro nás je velmi důležitou změnou odklon Německa od jádra, a to po katastrofě v japonské Fukušimě. V současnosti má Německo 17 jaderných elektráren a jejich výroba pokryje 27% celkové spotřeby státu. K ukončení výroby energie z jádra má dojít někdy v letech 2021 až 2025. Tento stav je pro Českou republiku velmi nepříjemný, protože současná cena elektřiny v Německu je 6,63Kč/KWh. Po odstavení jaderných elektráren a přechodu na alternativní zdroje, přijde rapidní zvýšení poptávky po energii z okolních států. Pokud dojde k propojení českého a německého trhu, bude to mít za následek zvýšení ceny el. energie až na úroveň Německa. Pro zajímavost podotkněme, že současný poplatek německých domácností za zelenou energii je 1,3 Kč/KWh.[26]

V následujícím grafu jsou zachyceny průměrné ceny el. energie pro domácnosti za listopad 2012. Zajímavé jsou ceny v Bulharsku, či Řecku.



Obr. 33: Průměrná cena el. energie v rámci EU (Zdroj: <http://www.penize.cz/spotrebitel/250619-ceny-elektřiny-v-evrope-kde-je-nejlevněji-a-kde-nejdraž>)

Česká republika

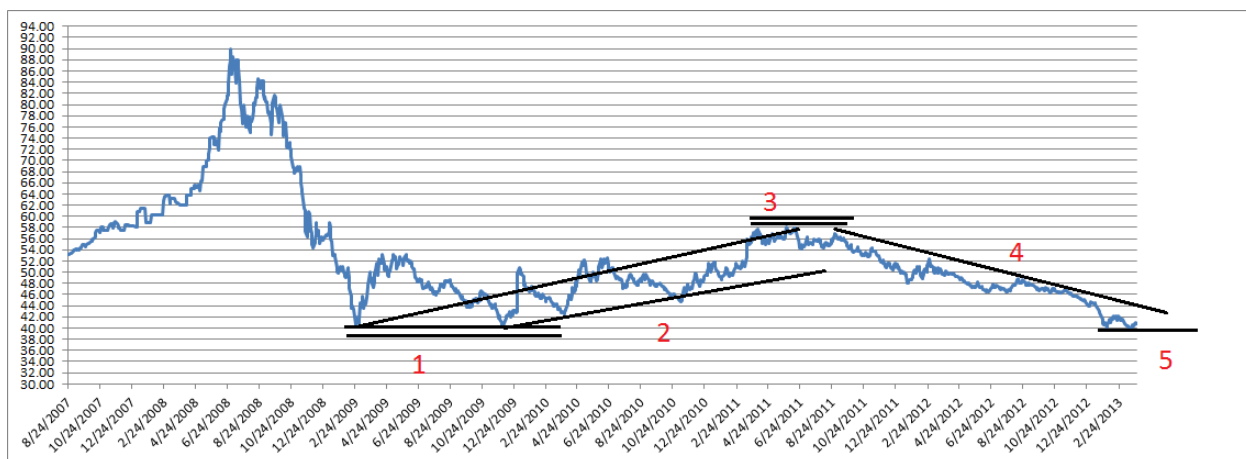
Vývoj cen energií na území České republiky je ovlivňován především burzou PXE, která je dceřinou společností Burzy cenných papírů Praha. Obchodování s elektrickou energií v podobě komoditních futures[27]

PXE sdružuje od července 2007 Českou republiku a Slovensko. Následně se přidalo Maďarsko a v budoucnu má zájem o připojení i Polsko. Na této burze se za leden 2013 prodaly futures kontrakty na objem 2 813 752 MWh.

Technická analýza

Pro technickou analýzu použijeme pouze základní techniky. Pro dlouhodobé rozhodování ovšem nemá příliš velký význam. Analýza byla provedena na základě oficiálních dat české burzy cenných papírů.[27]

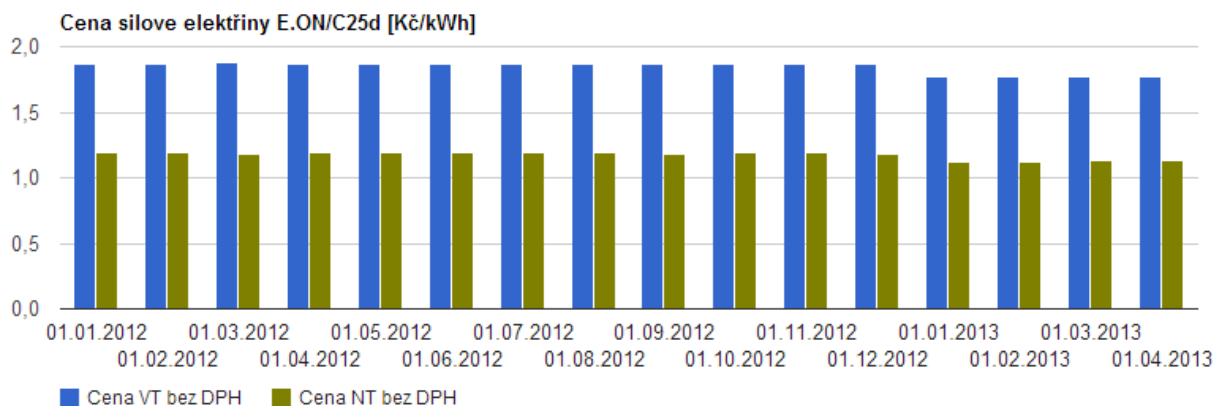
Následující graf ukazuje situaci na Českém energetickém trhu od roku 2007 do současnosti. Poslední data jsou z 29/3/2013. Osa Y= spot index v [eur]



Obr. 34: Vývoj ceny el. energie v letech 2007 až 2013 v České republice (Zdroj: vlastní zpracování)

Na obrázku 34. je patrný nárůst a následný pád cen elektrické energie v letech 2007 až 2009. Pro analýzu bylo použito období od 2/2009, kdy byl trh na svém globálním minimu. Toto minimum označuje číslo 1 v grafu. Jedná se o dvojité dno, kdy se trh pokusil prolomit hranici 40 bodů stupnice spot indexu. Na přelomu 2009/2010 došlo k dalšímu pokusu o prolomení silného supportu na hodnotě 40. Tím bylo dvojité dno uzavřeno a následoval stoupající trend až na hranici 58, kde ovšem nedošlo k prolomení oné resistance. Po několika pokusech se trh opět obrátil a získal klesající tendenci, která je patrná v zóně 4, která pokračuje dodnes. Aktuální stav trhu je velmi zajímavý, protože nastává situace, kdy se silný klesající trend dostává až do prostoru supportu na hranici 40. Tímto zostřením situace je předpoklad, že dojde k prolomení tohoto supportu nebo se trh stane opět Bull [28]

Vývoj cen na velkoobchodním trhu je pro odběratele v posledním roce příznivý a nejenom, že se cena drží na dlouhodobém minimu, ale zároveň se velcí dodavatelé el. energie museli začít bránit odlivu zákazníků vlivem malých distributorů a snížili na přelomu roku 2012/2013 cenu dodávané energie. Z následujícího grafu je patrné skokové snížení ceny na denní a noční tarif od společnosti E.ON.



Obr. 35: vývoj ceny elektrické energie u společnosti E.ON(Zdroj: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-cen-silove-elektřiny-pro-podnikatele?sazba=C25d>)

4.4.3 Postup při výběru dodavatele

Nejprve je nutné si uvědomit, že čím větší je objem poptávané energie, tím nižší bude cena té nabízené. Na druhou stranu může dojít k sankcím ze strany dodavatele při nižším odebrání, než stanovuje následná smlouva.

Pro výběr dodavatele el. energie v současnosti nejlépe poslouží kalkulátor cen energie na portálu tzb-info.cz

Stačí postupovat podle průvodce a postupně vyplnit všechny údaje. Kalkulátor nakonec vygeneruje ceny jednotlivých dodavatelů vůči tomu současnému. Odběratel má ihned představu, zda odběratele změnit při první příležitosti nebo je jeho zdroj výhodný.

V případě Balonového hotelu Radešín proběhlo několik změn, spíše však v typu tarifu než v dodavateli. Jelikož má hotel vlastní trafostanici, není maloodběratelem, ale naopak velkoodběratel, a tudíž má výhodné ceny el. energie. Současný tarif je zvolený pro noční vytápění.

Jedná se o dvoutarifovou sazbu, kde je denní proud na hranici dvou korun za kWh. S maximálními 1/4 hodinovými špičkami a noční proud za 1,1 Kč/kWh. Díky nočnímu tarifu, který nemá odběrové omezení, je vytápění elektrickou energií levnější než vytápění plynem!

Tato informace je pro další část diplomové práce klíčová, protože při stanovování správného zdroje tepla pro úsporné vytápění nebude využíván plyn pro aktuální natápění, ale využijeme akumulární nádrže v kombinaci s elektrickým kotlem.

4.5 Ovládací systémy

“Centralizovaný systém

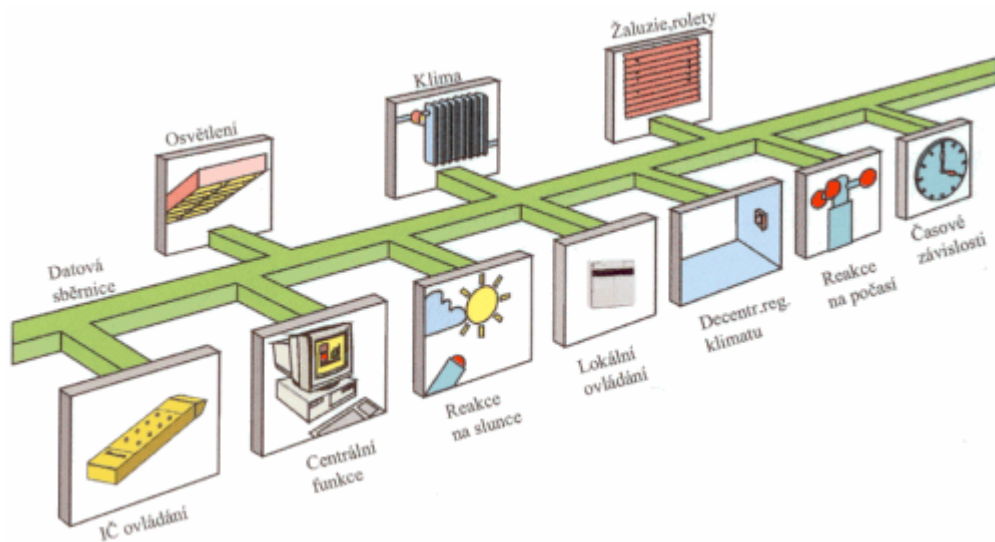
U centralizovaného systému jsou vstupy (spínače, tlačítkové spínače, senzory atd.) a výstupy (svítidla, spotřebiče atd.) propojeny s centrálním řízením hvězdicově. To znamená, že každý účastník (senzor, případně spotřebič) má vlastní spojení s centrálním řízením. Účastníci mohou vzájemně komunikovat jen prostřednictvím této centrály. Toto uspořádání je obvyklé například u programovatelných automatů. Velkou nevýhodou je velký počet kabelového vedení oproti decentralizovanému řešení. (například Ego-n, iNels, Xcomfort)

Hybridní (částečně decentralizovaný systém)

V hybridním systému jsou vstupy (senzory) zapojeny na sběrnici, zatímco výstupy jsou hvězdicově připojeny na řídicí jednotku (například Nikobus).

Decentralizovaný systém

O decentralizovaném systému mluvíme, má-li každý účastník (senzory i aktory) vlastní „inteligenci“ (mikroprocesor s pamětí). Každý účastník je přímo připojen na sběrnicevé vedení. Mluvíme o „decentralizované inteligenci“, kdy neexistuje žádné centrální řízení a je zaručeno větší spolehlivostí provozu. (například KNX, LON, DALI).“ [29]



Obr. 36:schéma zapojení zařízení decentralizovaným způsobem (Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>)

Otevřené systémy

Otevřený systém se bere takový, který má k dispozici zdrojové kódy. Většina těchto systémů spadá pod GNU/GLP licence verze 2. Výhody těchto systémů jsou veřejně dostupné specifikace (IEC, ANSI, ISO, EN), výborná variabilita, konkurenční schopnost. Na otevřených systémech probíhá masivní akademický a soukromý vývoj. Komunita uživatelů je nesrovnatelně větší a díky dobré komunikaci pomocí fór je řešení problémů většinou jednoduché. Nevýhoda je vysoká cena pro jeden projekt (je nutná složitá individuální implementace).

Příklady: KNX – EN 50090, ISO/IEC 14543, LON – ANSI/CEA 709.1, BACnet – ASHRAE/ANSI 135 ISO 16484-5

Uzavřené systémy

Uzavřený systém je produkt jednotlivých velkých společností na trhu, které si zaplatily vývoj vlastního systému, a tím zvýšily konkurenční výhodu. Tyto systémy mohou být zadarmo, ovšem skýtají mnoho omezení. Vnitřní specifikace systému firma tají. Většinou

je omezený počet zařízení, které jsou podporovány, čímž vzniká závislost na jedné firmě. Velkou výhodou je snadná instalace a konfigurace.

Příklady: ABB Ego-n, Moeller Xcomfort

4.5.1 Komunikační protokoly

Systémové sběrnice a protokoly

V současné době existuje několik desítek protokolů, které se starají o komunikaci jednotlivých zařízení v systému. Liší se hlavně způsobem přenosu informací (druh kabeláže či vysílací frekvence). Jak bylo zmíněno, velký problém je budování kabeláže v již postavené budově. Většinou to znamená relativně výrazné omezení provozu, proto je v současnosti výhodnější použít technologie bezdrátové.

4.5.1.1 Systém KNX/EIB

„V Evropě nejrozšířenějším decentralizovaným systémem je systém KNX/EIB. Zabírá až 80% evropského trhu. EIB je zkratkou anglických slov European Installation Bus (evropská instalační sběrnice). KNX je standardizovaný síťový protokol v Bruselu sídlící mezinárodní asociace výrobců a uživatelů tohoto systému KONNEX. Systém KNX je zaveden jako drátový systém, který využívá BUS sběrnici. Postupně přibývali i další fyzické způsoby šíření tohoto protokolu. Díky otevřenosti systému vzniklo společenství 50 vysokých škol, které se tímto tématem zabývají s centrem ve Vídni. KNX najde využití od drobných bytů po velké komplexy budov.

Největší uživatelé: ABB, GIRA, Siemens, Hager, Buderus, Viessmann

Příklady použití: Veřejné osvětlení v Salzburgu, terminál 5 letiště Heathrow, loď MS Bele de l'Adriatique, atd.

Fyzická vrstva:

Silnoproudé rozvody (powerline 230V)

Rádiová komunikace (KNX RF)

Kroucená dvojlinka (twisted pair)

Infrared

Ethernet (EIBnet/IP a KNXnet/IP)

Rychlost 1200bits - 9600bits

Dosah 300m – 1000m

4.5.1.2 X10

Jedná se o mezinárodní otevřený průmyslový standard pro komunikaci mezi elektronickými zařízeními po elektrických rozvodech. Nadále patří ve světě mezi nejoblíbenějšími a nejlevnějšími řídicími protokoly, i přestože v dnešní době existují modernější a výkonnější (X10 bylo vyvinuto v roce 1975).

Přenosy jsou synchronizovány k nulovému přechodu střídavého proudu v el. rozvodu. Cílem je vyslat 1ms obálku signálu co nejbližší k nule. Binární 1 je potom určena výskytem pulzu na 120kHz. Pokud tento pulz není detekován, je brán jako binární 0. X10 příkaz se skládá z adresy zařízení + kódu zprávy. Každý X10 rámec začíná binární startovací sekvencí 1110 a navazuje příkazem. Adresa zařízení se skládá ze 4 bitů označení domu (A-P) a 5 bitů číselného označení zařízení (1-16) nebo kódu příkazu. Dohromady se jedná tedy o 256 adres. Pokud dojde ke změně adresy nebo kódu operace, je nutné zrušit příkaz vysláním 6-ti nul. Mezi základní charakteristiky patří problémy v třífázových el. rozvodech, díky vysoké frekvenci dochází často k rušení X10 signálů, některé moderní el. zdroje požívají vysokofrekvenční signály připojením nízké impedance, může být vyslán pouze jeden X10 příkaz najednou, odvíjení X10 příkazu je pomalé - trvá až 3/4 sekundy a nepodporuje šifrování.

4.5.1.3 UPB (Universal Powerline Bus)

UPB je dalším standardem využívajícím ke komunikaci zařízení elektrické rozvody. Byl vyvinut v roce 1999 společností PCS Powerline Systems of Northridge, California na základě X10 standardu. UPB přináší vyšší přenosovou rychlost a lepší spolehlivost, která je dle měření více jak 99%.

Na rozdíl od X10 používá UPB k synchronizaci přenosu signálu špičku sinusoidy střídavého proudu. Jeden rámec je odvíjen za půl periody 60Hz proudu. Pomocí vybíjení kapacitoru v přesně daných časových intervalech se generují UPB pulsy. Přesné časování určuje pozici pulzu, a tím i jeho hodnotu, která může nabývat hodnot 0,1,2 nebo 3. Jedná se

o kódování tzv. pulzně-poziční modulaci (PPM). Přenosová rychlost dosahuje přibližně 240bit/s, což postačuje pro řízení jednoduchých zařízení. Bohužel i zde přetrvává problém v třífázových el. rozvodech.

4.5.1.4 INSTEON

Insteon je dvoupásmový radiofrekvenční komunikační protokol. Byl vyvinut v roce 2007 společností SmartLabs na základě protokolu X10, s nímž je i zpětně kompatibilní. Jedná se o Mesh topologii, kde jsou uzly sítě spojeny větším počtem kratších spojů, a tím je dosaženo velkým překrytím uzlů a menší chybovosti při výpadku. Zařízení komunikuje pomocí el. rozvodů, rádiových vln nebo může být hybridní. Hybridní uzly mohou fungovat jako brány mezi dvěma nezávislými el. sítěmi. Celá síť je postavená na peer-to-peer technologii, kde se každý uzel v síti chová jako peer, to znamená, že může přijímat, vysílat i přeposílat zprávy dalším uzlům. Dochází tak k opakování zpráv v síti, tj. není třeba je směřovat pomocí směrovačů a i při výpadku je vysoká pravděpodobnost přerušení. V současnosti je tato technologie velice perspektivní vzhledem k relativně nízké ceně komponent na ní postavené a zpětné kompatibilitě s protokolem X10. V současnosti není ale dostupný pro Evropu (zařízení nejsou stavěné na 230V 50Hz a RF je na frekvencích zasahujících do pásma GSM).

4.5.1.5 Z-Wave

Z-Wave je směrovaná RF síť navržena v roce 2005 dánskou společností ZenSys. Jejimi hlavními cíli jsou nízká cena, nízký el. odběr, spolehlivost, jednoduchá instalace a žádný síťový management.

K routování zpráv mezi uzly sítě se používá Source Routing Algoritmus (SRA). Zařízení postavené na Z-Wave technologii nemají z výroby předurčené unikátní číslo, což vede k nutnosti objevování sousedů v síti a posílání informací o nich hlavnímu řadiči sítě, který novým zařízením přiřadí jejich ID číslo. K připojení nového zařízení je většinou třeba instalace uživatelem. Uživatel musí přivést zařízení do párovacího režimu tak, aby zařízení mohl řadič sítě připojit. Hlavním řadičem sítě je vždy jedno zařízení, lze však kopírovat směrovací tabulky do dalších ovladačů (to je však nutné udělat při každém připojení

nového zařízení). Je zde ovšem potřeba řadiče sítě a ruční nastavování sítě a propagace směrovacích tabulek do dalších ovladačů.

4.5.1.6 ZigBee

Je to bezdrátová technologie energeticky nenáročná síť postavená na standardu IEEE802.15.4. Díky nenáročnosti na energii postačuje k napájení zařízení pouhá baterie či solární panel. Technologie umožňuje zařízením automatické postavení sítě pomocí detekování okolních zařízení (je třeba směrování). Síť může fungovat ve 3 druzích topologií – Hvězda, Strom, Mesh. V síti je vždy určen jeden uzel, který funguje jako koordinátor. Koordinátorem a směrovači jsou vybrány nejčastěji zařízení, které jsou zapojeny do el. sítě (z důvodu šetření baterií ostatních zařízení). Bohužel existuje spíše menší počet dostupných produktů. “[30]

4.6 Porovnání řídicích softwarů

Kapitola porovnávání softwarů je v rámci této diplomové práce velmi důležitá a jsou v ní popsány hlavní typy ovládacích softwarů, jejich rozdíly, výhody a nevýhody.

Jednotlivé softwary se od sebe liší především podporou komunikačních protokolů, dále také tím, zda je placený nebo zdarma. Zároveň je velmi důležité, pro který trh je konkrétní software určen. Další členění je podle platformy, na které dotyčný software běží, také je důležitá platforma uživatelského prostředí a neméně důležité je vývojové prostředí pro nastavování regulační sítě.

Poslední částí, neméně však důležitou, je forma podpory, diskuzní fóra a počet uživatelů.

4.6.1 mControl 2013

-mControl Manager- konfigurace systému a ovladačů

-mControl Editor- operační administrace a kontrola

- Podporuje mBee, INSTEON, Z-Wave, X10 protokoly
- Podporuje ovladače třetích stran například KNX
- Pro úpravu softwaru/uživatelského prostředí slouží RESTful API přes SDK (Software Development Kit)
- Absence fóra, tutoriálů, či telefonické podpory
- Windows 8, iTunes, Blackberry

Společnost Embedded automation se zabývá automatizací malých objektů, většinou domácností, popřípadě bytů. Její hlavní komunikační protokol je ZigBee, což napovídá americkému sídlu společnosti. Jejich centrální jednotka se nazývá mStation. Ke komunikaci s dalšími zařízeními používají vysílač/přijímač mBee, který běží právě na protokolu ZigBee. Velká nevýhoda je v absenci fóra, které se snaží nahradit technickou podporou, která je ovšem pouze e-mailová. Poslední informací je cena 170\$ za software. [31]

4.6.2 HomeSeer

- Diskuzní fórum, telefonická podpora, tutoriály
- Podporuje platformy WIN, OS X,
- Podporuje ZigBee, INSTEON, Z-Wave, X10 protokoly
- Podporuje ovladače třetích stran například KNX
- Zabezpečení přístupu do systému

HomeSeer je velmi podobný produkt předchozímu mControlu. Jeho cena je stanovena na 220\$. Za vyšší cenu nabízí navíc e-shop se všemi produkty, které jsou kompatibilní. Zároveň disponuje diskuzním fórem a telefonickou podporou. V současnosti nemá vyvinutou mobilní aplikaci pro Windows mobile. Při bližší prostudování ceníku je zajímavá informace, že 220\$ je pouze za základní verzi bez podpory žádného protokolu, který je nutné dokoupit. Pro standartní použití je výhodnější koupit verzi PRO, která ovšem stojí 600\$. [32]

4.6.3 Fhem

Fhem je německý open source software, který je vyvíjen panem Rudolfem Konigem a kolektivem. Výhoda open source softwaru je, že každý, kdo vyvine nový algoritmus, či zpřístupní další zařízení, ho následně vloží na internet. Tímto způsobem je postaráno o neustálý vývoj a rozšiřování podporovaných protokolů a zařízení. Oproti předchozím americkým softwarům je tento software vytvořen především pro komunikační protokol KNX. Tento prvek je velmi důležitý, což bude patrné z následující analýzy softwaru.

Fhem je GNU/GPL v3 open source software sloužící k domácí automatizaci vytápění, světel, žaluzií, audiovizuální techniky, zahradní techniky a mnoha dalších zařízení. Jde vlastně o perl server, který zajišťuje komunikaci mezi uživatelem a jednotlivými zařízeními.

Nespornou výhodou je členská základna aktivně přispívajících diskutujících na fórech, licence zdarma a rychlost vývoje jednotlivých algoritmů a ovladačů. Naopak nevýhodou je složitá komercializace tohoto systému. Další nevýhodou je oficiální jazyk tohoto softwaru, kterým je němčina místo obligátní angličtiny. V posledním roce je ovšem, za podpory několika překladatelů, tento problém částečně odstraněn. (v manuálech)

4.6.4 Domotica Europe

Jde o další z open source projektů, který má původce v Itálii. Bohužel se jeho počet uživatelů nepřehoupl přes 300, takže je jeho členská základna velmi řídká a tím i rychlost vývoje. Tento systém zatím neumí komunikovat s protokoly X10 a ZigBee. Jistě to bude výborný řídicí software. Bohužel zatím je v počátku vývoje.

4.7 Porovnání systému komunikace

V této kapitole porovnáme drátovou a bezdrátovou komunikaci. V mnoha technických oborech je toto nikdy neukončené téma, protože jsou oba typy komunikace někde

prospěšné, ovšem mají i své velké mínusy. Nelze ovšem říct, že jeden je prostě lepší než ten druhý. Lze ale s přesností určit, kde je lepší využít bezdrátovou technologii a kde drátovou.

Nejprve se podíváme na technologii drátovou. Komunikace po kabelu má v současnosti několik nesporných výhod. Jedná se především o stabilní způsob komunikace, kde nedochází ke ztrátě paketů. Šířkou pásma vždy převyšuje bezdrátovou technologii a také je stálejší. Není ovlivněna rušením. Má ovšem jednu výraznou nevýhodu. Kabel se vždy musí natáhnout, což je v mnoha případech neproveditelné (především ve starších, či historických budovách).

Tento problém řeší právě bezdrátová technologie, která zajišťuje spojení mezi jednotlivými uzly právě bez pomoci drátu. Tím, že se nemusí nic vrtat, lištovat, zasekávat či jinak instalovat je zároveň technologie většinou levnější. Bohužel za tyto výhody musí přijít také nevýhody. První velký problém u bezdrátových zařízení je jejich napájení. Pokud se máme na bezdrátové technologie dívat, jako na kabel nepotřebné (wireless), je nutné je napájet z vlastního zdroje (baterie, solární panel), což nám opět snižuje stabilitu a většinou také životnost. Další ze základních problémů bezdrátové komunikace je komunikační pásmo. Právě komunikační pásmo je kámen úrazu, protože není otevřené, ale je regulované českým telekomunikačním úřadem.

Důležitá pásma pro regulaci vytápění v Balonovém hotelu Radešín:

Pásmo

433,05–434,79 MHz lze využívat pro průmyslové, vědecké a lékařské účely (ISM).[33]

860–960 MHz pohyblivé rádiové sítě [34]

2400–2500 MHz lze využívat pro průmyslové, vědecké a lékařské účely (ISM). [35]

Předchozí pásma jsou dostatečná pro bezdrátovou komunikaci pro regulaci vytápění. Je tu ale jeden velký problém, kterým je šířka pásma. Datový tok v jednotlivých úzkých pásmech je značně omezený a je nutné s ním zacházet správně. Přestože jsou komunikační protokoly

výborně vytvořené, není jejich používání stoprocentně možné v případě většího počtu zařízení v dosahu. Bohužel se jedná o zařízení v počtu 4 a více kusů. V případě většího počtu je nutné komunikaci omezit.

Pro správnou regulaci je nutné rozhodnutí, který typ komunikace použít. V případě stavby nové budovy jsem osobně jednoznačně pro drátovou technologii. Problém je v tom, že hotel stojí již 30 let. Proto je nutné zvážit, jakým způsobem tuto otázku vyřešit.

4.8 Analýza hardwarového trhu

Z předchozích kapitol je jasné, že výběr hardware a software je na sobě přímo závislý. Problém je zřejmý- pokud vybraný software nepodporuje vybraný hardware, je vybraný hardware nepoužitelný. Nyní přichází důležitá otázka. Vybrat nejprve software nebo hardware? Odpověď je jednodušší, než se zdá. Hardware má přednost! Cena hardwaru ovlivňuje cenu regulace. Software lze pořídit zdarma nebo za jednorázovou částku, hardware dělá v celkových nákladech téměř 90% celkové ceny. To je důvod, proč hardware vybíráme vždy první.

Požadavky na hardware pro distribuci energie

První požadavek je elektromechanická bezdrátová hlavice. Hlavice musí být bezdrátová, protože natáhnout kabelovou infrastrukturu by bylo velmi složité. Hardware musí být levný, spolehlivý, kompatibilní, dostupný a škálovatelný.

Pro funkčnost systému jsou nutné minimálně tři druhy zařízení. Elektromechanická hlavice, okenní senzor a pokojový teploměr (termostat).

Tyto tři typy zařízení musí být plně kompatibilní a hlavně musí mít použitelnou řídicí

jednotku. Špatný systém znamená nenavázání spojení s řídicími procesy. Proto je nutné brát všechny aspekty a najít shodu mezi software a hardware.

Požadavky na hardware jsou jednoduché. Elektromechanická hlavice musí být levná a zároveň ovladatelná řídicí jednotkou, která zároveň musí komunikovat některým protokolem z kapitoly “Komunikační protokoly”. Jde vlastně o sjednocení všech aspektů do jednoho celku. Tímto úkolem se budeme zabývat v kapitole “Návrh řešení”.

Nyní se zaměříme na problematiku bezdrátových hlavic, okenních kontaktů a řídicích jednotek.

4.8.1 Bezdrátová hlavice

Názvy těchto hlavic se velmi často liší podle výrobce, či překladu prodejce. Používají se tyto výrazy: Elektroventil, Servopohon, Bezdrátová hlavice, Programovatelná termostatická hlavice, atd. První informací pro bezdrátovou hlavici je typ ventilu instalovaný na radiátoru. Jelikož neexistuje jeden univerzální rozměr, ale každý výrobce si drží svůj rozměr ventilu, je nutná informace, zda půjde hlavice na ventil našroubovat, popřípadě bude nutná redukce.

V tomto případě je práce i cena lehčí o redukci, protože ventily jsou v rozměru 30x1,5mm, který dnes podle informací u hlavic, drží většina výrobců.

Následující tabulka popisuje jednotlivé hlavice. Nejsou to všechny hlavice na trhu, ale pro vyselektování správného typu je tento výběr dostatečný.

Název Hlavice	Výrobce	Napájení	Frekvence	Rozměr ventilu	Stupeň krytí	teplotní rozsah	Životnost baterií	Poznámka	
PH-HD01	elektrobock	2x1,5V	433,92MHz	30x1,5 mm	IP40	5°C až 30°C	1 až 3 roky	Absence připojení k internetu	
HR80	Honeywell	2x1,5V	868MHz	M 30x1,5	IP21	0° až 50 °C	2 roky	Řízení systémem Hometronic (uzavřený systém)	
Sparmatic-Comet	Sparmatic-Comet	2x1,5V	není	M 30x1,5	IP21	8°C až 28°C	?	Samostatná hlavice	
FHT8	EQ-3.de	2x1,5V	868MHz	M 30x1,5	IP21	5°C až 35°C	2 roky		
Homematic	833-75	2x1,5V	868MHz	M 30x1,5	IP21	5°C až 35°C	2 roky	Stejná hlavice, jako FHT8	
MAX! valve	EQ-3.de	2x1,5V	868MHz	M 30x1,5	IP21	5°C až 35°C	2 roky	Novinka na trhu	
Název Hlavice	Řídící jednotka	Teploměr	indikace otevření ventilu v %	funkce otevřené okno	ochrana vodní kámen	ochrana protimrazová	Indikace slabé baterie	okenní kontakt	cena včetně DPH
PH-HD01	PH-CJ37 Plus	ano	ano	ano	ano	ano	na cent. jednotce	ne	1482
HR80	HCM200D	ano	ano	ano	ne	ano	?	ano	1260
Sparmatic-Comet	není	ano	ne	ano	ano	ano	ne	ne	559
FHT80B	FHT80B	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	979
Homematic	Bezdrátový termostat	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	1190
MAX! valve	MAX! Cube	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	839

Tab. 1: Seznam elektromechanických hlavice (Zdroj:vlastní zpracování)

4.8.2 Ovládací jednotky

Řídící jednotky jsou rozděleny do dvou kategorií podle typu regulace. První kategorie je jednotka hlavní, která se stará o všechny hlavice a okenní čidla v objektu. Tento typ centrální jednotky je problematický pokud se jedná o velký objekt, kde je počet zařízení větší než maximální šířka pásma centrální jednotky, což bývá obvykle 16 zařízení. V případě, že je potřeba ovládat větší počet koncových zařízení, je nutné mít združovač těchto jednotek.

Další problém nastává ve vzdálenosti jednotlivých zařízení. Pokud je pokojová jednotka, která se stará o jednotlivé zařízení, mimo dosah centrální jednotky, která se stará o chod celého systému, musí dojít nějakým způsobem k propojení těchto pokojových jednotek. Zařízení, které propojuje pokojové jednotky a centrální jednotku nazveme repeater, jelikož má funkci obdržení informace, zesílení a znovu poslání dál.

4.8.2.1 Pokojová jednotka

Stará se o ovládání zařízení v jednotlivých pokojích. Má za úkol měřit teplotu v pokoji a řídit bezdrátové hlavice podle aktuálního režimu a teploty. Druhá funkce je manuální úprava teploty do spuštění dalšího režimu. Tato funkce není nutná. Okenní kontakt vysílá pokojové jednotce informaci v případě, že dojde k otevření okna. Pokojová jednotka automaticky zavírá hlavice a posílá zprávu centrální jednotce. Výhoda této pokojové jednotky spočívá v jejím sdružování více oken do jednoho parametru "okno". To stejné dělá i s radiátory. Díky tomu se komunikace mezi jednotlivými zařízeními sníží o redundantní zprávy. Pokojová jednotka má také za úkol hlídat stav baterií a provádí se na ní synchronizace. Po provedení synchronizace lze brát pokoj jako jedno zařízení. Tím se ulehčí komunikace i způsob ovládání.

Pokojové jednotky jsou vždy stejného výrobce a typu zařízení jako jsou bezdrátové hlavice (to samé platí u okenních kontaktů), proto už si nebudeme znovu představovat jednotlivé společnosti a jejich výrobky. V kapitole Návrhem řešení bude vybrána správná hlavice a k ní přesně pasuje pokojová jednotka, okenní kontakt či repeater.

4.8.2.2 Repeater

Zařízení typu repeater má za úkol předávat informace z pokojových jednotek centrální jednotce. Jsou to zařízení, které potřebují napájení. Existuje několik typů repeaterů, které mají rozdílné využití. Toto rozdělení se liší podle způsobu komunikace mezi repeaterem a centrální jednotkou.

Typ 868MHz→868MHz

Zařízení, které obdrží informaci, pouze zesílí a posílá dál ve stejné frekvenci, je základní typ repeaterů. Tyto zařízení mají výhodu jednoduchosti a nízké ceny. Nevýhoda je, oproti dalším typům, menší dosah zařízení, protože se signál v budově nešíří moc dobře. Dosah je psán na 30 metrů, praxe však ukazuje, že maximální dosah jsou 3-4 zdi a okruh 15 metrů.

Typ 868MHz→2.4GHz

Tento typ zařízení má velkou výhodu v lepší prostupnosti materiály díky kratší vlnové délce. Jasnou nevýhodou je právě pásmo 2.4GHz, které je využíváno jinými typy zařízení a může docházet ke vzájemnému rušení. Další nevýhoda je vysoká cena, která je asi čtyřikrát vyšší než předchozí typ.

Typ 868MHz→ETH

Poslední typ přenašeče informací je jiné technologie. Informaci, kterou získá, dál neposílá bezdrátově, ale využívá k tomu kabel typu utp (stp, ftp). Tím se dosah rapidně zvyšuje, ale velkou slabinou je nutnost natažení kabelu. Tento typ lze využít v případě příznivých podmínek, jinak je nutné se spolehnout na předchozí dva typy repeaterů.

4.8.2.3 Centrální pokojové jednotky

Tato podkapitola popisuje několik řídicích jednotek, které jsou k dostání na evropském trhu.

PH-CJ37 Plus, elektrobock

„Pracuje jako koordinátor mezi kotlem a jednotlivými radiátory v místnostech. Ventily radiátorů jsou ovládány bezdrátovými hlavicemi PH-HD20, které regulují teplotu

jednotlivých místností podle nastaveného týdenního programu. Výhodou tohoto systému je, že při poklesu teploty v některé z regulovaných místností, dojde k zapnutí kotle. PH-CJ37 Plus periodicky (6x za 1hodinu) zjišťuje požadavek na zapnutí kotle u všech hlavic s nastavenou prioritou (tzn. má povoleno žádat o zapnutí kotle). Pokud najde hlavici, jejíž procentuální hodnota otevření ventilu je vyšší než nastavená, ihned vysílá požadavek bezdrátovému přijímači kotle (PH-PK20,21) a ten zapne kotel. Tento komfortní systém ovládání zaručuje požadovanou teplotu jednotlivých místností nezávisle na referenční místnosti na rozdíl od běžných systémů. Je určen výhradně pro soustavy s vlastním tepelným zdrojem.“ [36]

Hodnocení tohoto výrobku je jednoduché. Pro účely většího objektu je toto zařízení nepoužitelné, protože nelze sloučit více centrálních jednotek do jednoho systému a chybí webový frontend. Celý systém není vhodný pro navrhovaný typ regulace.

Honeywell

“Centrální řídicí jednotka Hometronic HCM200D je navržena pro centrální zónovou regulaci domů, bytů, penzionů, kanceláří apod. HCM200D komunikuje ve dvou frekvenčních pásmech 433MHz a 868MHz. Tím je zajištěná komunikace se všemi prvky pro regulaci vytápění/chlazení systému zónového vytápění/chlazení s HR80 a HCE80 a dále se všemi komponenty systému Hometronic pro ovládání osvětlení, žaluzií, rolet a ostatními komponenty systému s komunikační frekvencí 433MHz. Díky modernímu designu a modulové architektuře může být HCM200D konfigurovatelný a aktualizovatelný pro individuální požadavky zákazníka. V HCM200D je možné nastavení nezávislých časových programů pro prvky regulace vytápění/chlazení až pro 16 teplotních zón. V oblasti řízení inteligentního domu je možné programové řízení až 32 modulů ovládání rolet, žaluzií, osvětlení apod. K celému systému Hometronic lze připojit až 16 čidel intenzity slunečního záření, intenzity větru a tím dále zvýšit komfort. Veškerá nastavení jsou možná prostřednictvím multifunkčního tlačítka. Centrální jednotka HCM200D umožňuje vytvoření speciálních nestandardních časových programů - lifestylů i ECO režimu.” [37]

Zařízení společnosti Honeywell odstranilo několik problémů s kompatibilitou, ovšem spojení jednotlivých centrálních jednotek HCM200D s nadřazenou jednotkou, která dovoluje vzdálenou správu popřípadě vlastní úpravu softwaru, je nejasné. I v případě možnosti zavedení těchto funkcí a propojení systému honeywellu s rezervačním systémem, nastává velký problém v ceně. Ta totiž několikrát převyšuje další centrální jednotky.

Homematic

“Systém bezdrátové regulace vytápění HomeMatic® umožňuje snadné nastavení topného tělesa zcela podle potřeb. Termostat je vybaven praktickým nástěnným držákem, přitom jej můžete z držáku kdykoliv vyjmout a pohodlně naprogramovat třeba přímo z pohodlí křesla. Můžete automaticky snížit teplotu na noc, nebo když nejste přes den doma. Výrazně tak ušetříte za topení. Pokud navíc připojíte do systému bezdrátový dveřní/okenní kontakty ze systému HomeMatic®, termostatická hlavice na radiátoru při větrání automaticky ztlumí topení.

Montáž je velmi snadná. Není potřeba pokládání kabelů ani připojování do elektrické sítě. Výměna starého mechanického regulátoru na radiátoru za automatickou termostatickou hlavici se servopohonem je jednoduchá a zvládne ji i laik. Kvůli výměně není potřeba vypouštět vodu z okruhu topení nebo systém odvzdušňovat. Naprogramování bezdrátového spojení termostatické hlavice s nástěnným termostatem je také velmi snadné a intuitivní.”

[38]

Systém Homematic je od základu velmi dobře postavený systém, který umožňuje připojovat mnoho typů zařízení. Produktová řada tohoto typu je velmi rozsáhlá a práce s pokojovou a centrální jednotkou velmi jednoduchá a inovativní. Hlavní nevýhodou je fakt, že následující systém FHT je po funkční stránce stejný, ale není „značkový“, proto je levnější. Ovšem pro rodinné domy mi přišel tento systém jako nejlepší.

FHT

„Obousměrný bezdrátový termostat umožňuje pohodlné a přímé ovládání až osmi bezdrátových servopohonů. Prostřednictvím dodatečně zabudovaného přijímacího modulu může také termostat komunikovat s domácí bezdrátovou centrálou FHZ 1000 a vyměňovat si s ní vzájemně data. Změny nastavení teploty nebo časování můžete provádět nejen přímo na místě, ale také z centrálního místa. Bezdrátový termostat se přitom hlásí v pravidelných intervalech centrále, která v případě poruchy ihned spustí alarm.“

FHT splňuje všechny požadavky ovládání, řízení a komunikace, které jsou potřebné pro ovládání vytápění způsobem IRC (individual room control). Více systém FHT proberu v návrhu řešení.

4.8.3 Požadavky na hardware pro výrobu tepla

Pro výrobu tepla a řízení kotelny je nutné ovládat několik různorodých zařízení. Plynový a elektrický kotel, tepelná čerpadla, 3-4 cestné ventily a další, přičemž velký problém je ve způsobu jejich ovládání. Některé zařízení umí komunikační protokol open therm protokol, elektrický kotel má vlastní ekvitermní regulátor od společnosti komextherm [39]. Z důvodu rozdílnosti jednotlivých zařízení jsme využili nadřazenou regulaci. Po základním nastavení jednotlivých zařízení jsou ovládány pouze pomocí relé modulů, které vypíná a zapíná jednotlivé kusy zařízení.

4.8.3.1 Bezdrátový rádiový spínač FS20 AS4

“Tento programovatelný nástěnný 4kanálový spínač umožní ovládat až 4 různé spotřebiče nezávisle na sobě, např. garážová vrata, čerpadla, osvětlení atd... Regulace probíhá pomocí vysílače bezdrátového spínacího systému FS20 nebo bezdrátové domovní centrály FHZ 1000. Bezdrátový nástěnný spínač disponuje 4 beznapětovými relé, která jsou zabudována do stávajícího kabelového propojení, a dle potřeby je můžeme obsluhovat přímo na přístroji. U času sepnutí můžeme zvolit, zda spotřebiče chcete spínat v jednom nastavitelném časovém rozmezí od 1 s do 4,25 h nebo trvale. Díky odolnému pouzdru je možné použití i ve venkovním prostředí.“ [40]

Tento bezdrátový spínač je z rodiny FS20, které jsou příbuzné zařízením typu FHT. Je to zařízení, které na jedné straně spíná drátové zařízení typu čerpadlo a na druhé straně posílá a přijímá informace bezdrátově do řídicí jednotky. Toto je již několikrát zmiňovaná nevýhoda.

5 Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Následující kapitola se zabývá praktickou částí této práce. Obsahuje postup výběru všech komponent celého systému vytápění. Následnou instalaci a optimalizaci pro správnou funkčnost a na konec výpočet pořizovacích nákladů a ušetřených peněz při fungování celého automatického systému.

5.1 Vstupní podmínky pro vytvoření systému vytápění

Pro správné vypracování celého projektu je nutné určit vstupní podmínky, které musíme dodržet, aby regulace fungovala.

Rezervační systém ab-x

Rezervační systém dává informaci o ubytovaném. Důležitý je čas, kdy je informace stažena a dále využita. Tento čas musím správně určit s ohledem na další podmínky.

Elektrokotel

Elektrokotel je hlavní topná jednotka hotel, jeho běh je však podmíněn omezeným časovým prostorem. Tento prostor je od 22:00 do 06:00, takže je nutné celý vytápěcí systém přizpůsobit tomuto požadavku.

Ovládání 3-4 cestných ventilů, ovládání čerpadel

Pro správnou a přesnou distribuci tepla v rámci objektu je nutné přesné řízení 3-4 cestných okruhů, které posílají vodu o správné teplotě a zapínání/vypínání čerpadel v případě potřeby, protože čerpadla mají určitou spotřebu, která jde optimalizovat.

Plynový kotel a krb na dřevo

Plynový kotel je nastavený na auto. Pro správnou funkčnost je potřeba minimalizovat počet startů, kdy kotel nemá maximální účinnost, ale náběh je neekonomický. Kotel používá dražší typ paliva, takže by měl sloužit pouze k dotápní nepřesností, či nečekaných

událostí. Krb na dřevo slouží spíše na navození atmosféry v restauraci, ale díky jeho vysokému výkonu je nutné vyráběné teplo odebírat, protože dochází k přehřívání restaurace.

6 topných okruhů, rozvodná infrastruktura, radiátory

Přesná znalost okruhu a rozvodné infrastruktury je velmi důležitá pro přesný a cílený rozvod tepla. Tím se zamezí ztrátám ze špatného managementu tepla.

Problém s kabelovou infrastrukturou

Tento bod podmínek je bohužel velmi nepříjemný, protože je nutné použít bezdrátovou technologii, která nese problém nestability a chybovosti. Mezi kotelnou a serverem je naopak bezpodmínečně nutné vytvořit kabelovou infrastrukturu.

Udržení tepelného komfortu

Správné a příjemné prostředí dělá zákazníky spokojené a vracející se. Proto jednou z hlavních podmínek, i přes všechna úsporná opatření, je udržení tepelného komfortu.

Cena

Cena je samozřejmě na prvním místě. Hlavní důvod proč se celá regulace vytváří, je faktura za elektrickou energii. Pro regulační systém je důležité, aby ušetřil peníze tak, aby šlo říct, že tento krok byl správný a výhodný.

Tyto podmínky jsou základním stavebním kamenem celé regulace. Je nezbytně nutné dodržet všechny předchozí body a navzájem je mezi sebou propojit tak, aby došlo k ustálení vytápěcího systému.

5.2 Princip fungování systému

Celý systém regulace tepla v budově je navržen, jako plně automatický bezobsluhový systém příkazů a podmínek. Jedná se o postupnou návaznost jednotlivých kroků, které je nutné plnit pro správný chod celého objektu.

Hlavní princip fungování systému bychom rozdělili do tří základních částí:

První část je informace o ubytovaném, tj. pokud se chce ubytovat, je vložen provozní hotelu do rezervačního systému ab-x recepce, kde se vyplní základní údaje o ubytovaném. Důležité informace pro diplomovou práci jsou datum příjezdu a odjezdu ubytovaného. Pro spuštění celého procesu regulace je tato informace dostatečná.

Druhá část je příprava teplé topné vody pro vytápění hotelu. Systém je nastaven tak, aby výsledkem bylo nachystané správné množství vody v akumulacích nádrží pro další den. Kdy vstupní parametry jsou venkovní teplota, čas, počet obsazených pokojů, aktuální natopení akumulacích nádrží. Výsledkem těchto parametrů je připravená teplá voda pro vytápění hotelu.

Třetí částí je distribuce tepla v rámci jednotlivých pokojů, kde každý pokoj je samostatný blok zařízení, které obsahují pokojový termostat, elektroventily a okenní kontakty. Tento pokoj je řízen nadřazenými jednotkami podle informací z rezervačního systému. V jednoduchosti se jedná o přepínání módu z pasivního pokoje (desired-temp= 12°C, mod= 0-manual) na aktivní pokoj (desired-temp=21°C, mod=1- auto)

Celý systém regulace jsou vlastně tři provázané systémy, které jsou na sobě závislé. Pro jejich spojení bylo nutné vybrat software, který tuto funkci umožňuje. Podmínek pro výběr softwaru bylo mnoho a výběr byl velmi úzký. Pro správnou provázanost bylo potřeba spojit několik protokolů a systémů do jednoho místa. Tímto místem je právě mozek celého ovládání. Díky dobré připravenosti na připojení jednotlivých modulů, a také díky rozsáhlému seznamu driverů, jsme vybrali open source software Fhem. Jak je v kapitole

„Porovnání softwaru“ zmíněno, je Fhem otevřený produkt, který je volně k dispozici a zároveň na něm pracuje velké množství lidí, takže i vývoj jde relativně rychle dopředu.

Proto první částí implementace řešení je právě „nasazení“ softwaru Fhem.

5.2.1 FHEM

Fhem běží jako server. Používá programovací jazyk Perl. Jeho hlavní výhodou je množství zařízení, které podporuje. Jelikož cena zařízení (především bezdrátových hlavic) byla jedna z hlavních podmínek, je právě fhem ideálním software pro ovládání celého systému vytápění.

Hardwarové požadavky

Na instalaci serveru Fhem je vhodný téměř každý hardwarový stroj, který je určen pro nepřetržitý provoz 24/7. Pro toto využití je použit pouze virtuální prostor jednoho serveru, který běží na hotelu kvůli dalším provozním systémům. Pro upřesnění jsou minimální požadavky na fhem 256MB RAM, 500MHz procesor, Minimálně 2 USB porty, integrovaná grafická karta, slot na pevný disk (není nutné), eth konektor. Tyto parametry jsou v zařízení Alix 3d3 [41], na kterém celý systém běžel.

Instalace

Operační systémy Win a Linux jsou podporovány, pro výhodu licence je použit operační systém linux přesněji Debian. Vlastní instalace proběhla pomocí následujících kroků:

- Fhem.de→
- Deb: terminal→ wget fhem-5.4.deb→
- DPKG -i fhem-5.4.deb (Debian package -install)
- /opt/fhem

Po provedení těchto kroků je Fhem poslední verze 5.4 nainstalován ve složce /opt/fhem. Ve složce fhem, lze najít hlavní konfigurační soubor config.pl, který slouží pro spojení jednotlivých částí systému. Nyní se zaměříme na první část, kterou je rezervační systém.

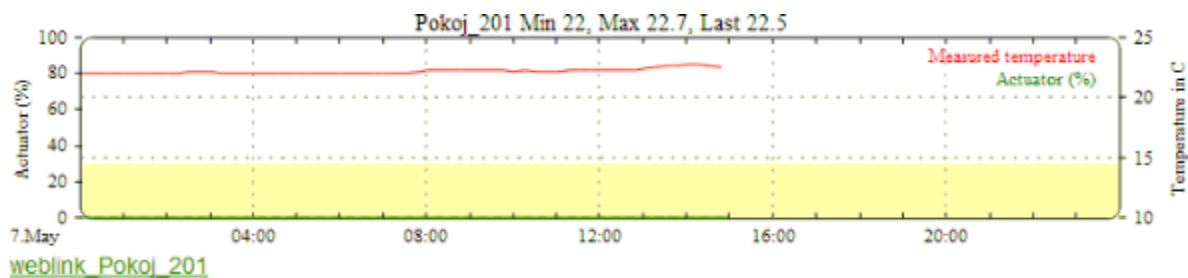
Seznam podporovaných hardwarových zařízení softwarem Fhem

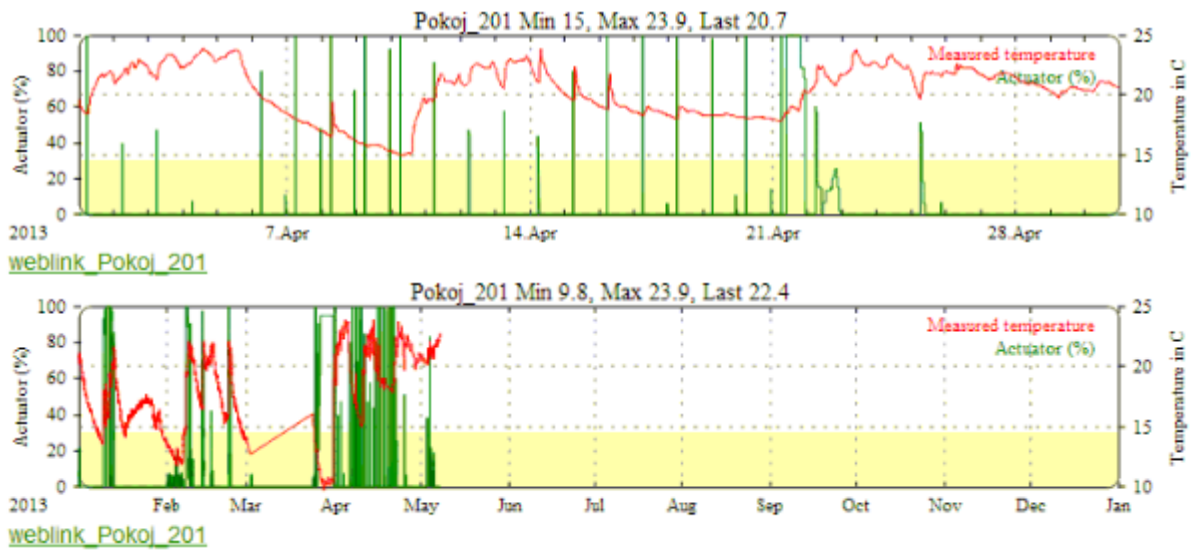
- „Via an attached CUL or CUN access to the following protocols: FS20, EM (EM1000EM, EM1000GZ and EM1000WZ), FHT80b, HMS, S300 (KS300, S300TH, KS555, S555TH, etc), HomeMatic, La Crosse TX2/TX3, MAX!
- Via an attached FHZ1000 or FHZ1300 access to the following protocols: FS20 (all devices), FHT80b, HMS, KS300. Note: For the WLAN version of the FHZ1300
- reading and sending X10 events via the CM11 module (with access to a X10 computer interface)
- Some TV models from Samsung/Panasonic/LG and amplifier (YAMAHA)
- More than one way to receive 1Wire sensor data or to switch 1wire actors.
- Allnet 3076, Temperatures sensors and Allnet 4027 relay box connected to an Allnet 4000
- Davis VantagePro2 weatherstation
- Via the RFXCOM RFXtrx433 transceiver (433 Mhz) support for various protocols (ANSLUT, ByeByeStandBy, Chacon EMW200, COCO, DomiaLite, Duewi, ELRO AB400/AB600, HomeEasy EU, HomeEasy UK, IMPULS, Intertechno, KD101, KlikAanKlikUit (KAKU), NEXA, Oregon Scientific, X10 security and lighting, Visonic, Waveman, X10).
- Via the old RFXCOM USB or LAN based 433 Mhz RF receivers (order code 80002 and others) the following devices: Oregon Scientific weather sensors, RFXCOM RFXMeter, X10 security and X10 lighting devices.
- Via the ELV USB-WDE1 access to ELV sensors KS200/KS300, S300IA, S300TH, ASH2200, PS 50 and Conrad sensors KS555, S555TH and ASH555.
- Via an eQ-3 HomeMatic Lan Configurator access to selected HomeMatic devices.
- Via the eibd or a TUL (see www.busware.de) access to the EIB/KNX protocol.
- Via a TCM120 (e.g. the BSC BOR) or a TCM310 (e.g. busware EUL) access to the EnOcean protocol.
- Via a ZWave USB Dongle (e.g. the Goodway WD6001) access to the ZWave protocol.“ [42]

Počet zařízení a protokolů, které Fhem podporuje, je na poměr volné licence velký. Velkou výhodou je možnost připojení alternativních repeaterů od společnosti busware.de. Jak je patrné z předchozího výběru, tak Fhem podporuje protokoly KNX, Zwave a EnOcean, které používá většina výrobců dodávajících regulační výrobky na evropský trh.

Fhem web

Fhem web je základní ovládací nástroj celého topného systému. Přesněji řečeno kontrola automatického řízení. Díky několika nadšencům je možné web měnit z designové stránky do několika typů. Z funkční stránky dovoluje vše potřebné a má několik užitečných funkcí jako je vykreslování grafů, či „floorplan“ což je vykreslování hodnot jednotlivých zařízení na předem definovaný obrázek. Tyto funkce dělají z Fhemu plnohodnotný řídicí systém, který je čitelný pro každého uživatele. Na následujících dvou screenshotech je vidět, jak vypadají grafy:





Obr. 37: Grafy pokoje 201 v časovém rozlišení: denní, měsíční a roční (Zdroj: Fhem web)



Obr. 38: Floorplan prvního patra (Zdroj: Fhem web)

5.2.2 Rezervační systém

Rezervační systém je pro regulaci klíčový, protože se jedná o řídicí systém celého vytápění, proto se na něj nyní zaměříme. Při tvorbě systému vytápění vlastnil hotel rezervační systém agnis.

Zkušenosti se systémem agnis:

Složitost a nestrukturalita databáze byla až zarážející. Jen pochopení logiky tabulek by bylo opravdu na dlouho. Hlavní problém byl v postupném nabalování dalších funkcí do systému. Jádro databáze bylo vytvořeno před dlouhou dobou a následný vývoj se upínal spíše na přidávání dalších funkcí, než optimalizování databáze. Pravidelně tam docházelo k redundanci, výstup některých informací byl téměř nemožný a bohužel ani technická podpora nebyla moc flexibilní.

Přechod na systém ab-x recepce:

Jedná se o první věc v regulaci celého systému, jelikož je tato informace brána jako zdrojová. Rezervační systém ab-x recepce je díky jednoduché struktuře tabulek a dodržáním pravidel dekompozice vhodný pro data mining. Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, je hlavní informace pro řízení datum příjezdu a odjezdu. Jedná se o informaci, kdy má být pokoj nachystán na teplotu 21°C. Tato informace je důležitá pro omezení zbytečného vytápění před ubytováním zákazníka. Druhá informace je datum, kdy systém ví, že už dále nemusí zbytečně natápět místnost na požadovanou teplotu.

Z předchozích důvodů proběhl přechod na systém ab-x (také účetní výstup je srozumitelný a není nutné provádět rozsáhlé úpravy). Nyní se podíváme na soubor runsql.sh, který má za úkol vyselektovat informace o ubytovaných pokojích k dalšímu využití:

```
#!/bin/bash    #interpret pro volání souboru
```

```
echo "         #volám
```

```
SELECT  'Pokoj_'||POKOJE.CISLO||'!'||MAX(CASE  WHEN  (cast(UCTY.DEN_OD||  
'||09:00:00' AS Timestamp) < cast('now' AS timestamp) AND  
cast(UCTY.DEN_DO||' ||09:00:00' AS Timestamp) > cast('now' AS timestamp)) AND  
(LOG.ID_UCTY is null) THEN 1 ELSE 0 END) AS t
```

```
FROM
```

```
UCTY
```

výběr Pokoj_ „číslo pokoje“ který má v tabulce ucty sloupec den_od datum nižší než je nyní a datum den_do vyšší než je nyní a zároveň , účet není uzavřen v tabulce logu, tak přiřad' 1 jinak nulu.

```
INNER JOIN POKOJE ON (UCTY.ID_POKOJE = POKOJE.ID_POKOJE)
```

```
LEFT JOIN LOG ON (UCTY.ID_UCTY = LOG.ID_UCTY AND log.KOD_OPERACE =  
17)
```

```
GROUP BY POKOJE.CISLO
```

```
ORDER BY POKOJE.CISLO;
```

#vnitřní spojení tabulek ucty a pokoje kde jsou sloupečky id_pokoje totožné a následné pročištění od dříve uzavřených účtů (kod_operace=17)

Pokoj_201 0 - pokoj zůstává neobydlený, systém temperuje na 12°C

Pokoj_202 1- pokoj je využíváný systém se přepíná do automatu a nastavuje 21°C

```
" | isql-fb 192.168.1.232:"c:/abx/recepce3/data/recepce.fdb" -u sysdba -p masterkey
```

#připojení se dodatabáze receptce, uživatel sysdba, heslo masterkey

Pro představu, které pokoje jsou obsazené, slouží frontend, který je zobrazen na následujícím obrázku. Pro funkci systému vytápění není důležitý, ale je vhodný pro rychlé zorientování a kontrolu, zda je vše v pořádku.

The screenshot displays a reservation system interface with a grid of rooms (rows) and dates (columns). The columns represent days of the week from 6th to 6th. The rows represent room numbers from 201 to 305. Each cell in the grid contains a name, indicating the guest occupying that room on that date. For example, room 201 is occupied by 'Kobr' on the 8th, 9th, and 10th, and by 'Saska Petr' on the 24th. The interface uses a color-coded system where green indicates occupancy and white indicates availability.

Obr. 39: Frontend (Zdroj: ab-x receptce, Balonový hotel Radešín)

Ze strany rezervačního systému je to vše, co je k další funkčnosti nutné, proto se nyní zaměříme na další část zdrojového kódu na Fhem serveru. Ještě před tím je ale nutné si ujasnit a upřesnit hardwarová zařízení, která jsou používána.

5.3 Hardware

Pro regulaci místností jsme vybrali systém protokol FHT a FS20, které splňují hlavní parametry, kterými jsou kompatibilita s Fhemem a nízká cena. Nyní rozebereme jednotlivá zařízení podle počtu, důležitosti i ceny.

Celý hardware jsme rozdělili do dvou částí - na kotelnu a distribuční síť. Funkce a povinnosti jednotlivých sekcí vyplývají z názvu.

5.3.1 Kotelna

Nejprve shrneme zařízení, které budeme v kotelně ovládat. Jsou jimi čerpadla a třicestné ventily jednotlivých okruhů, elektrokotel, plynový kotel, akumulční nádrž.

Jak jsem již zmínil v předchozí kapitole, ovládání kotelny je nutné provádět pomocí drátů, aby došlo k zamezení fatálních přeslechů (např.: nevytvoření elektrokotle v 06:00, kdy se začínají měřit ¼ hodinové špičky a zároveň se přechází na denní tarif). Bohužel přechod mezi jednotlivými systémy z bezdrátu na drát byl tak problémový, že jsme museli použít zařízení typu CUNO, které se stará o komunikaci mezi řídicí jednotkou typu FS20 a centrálním serverem. Toto řešení je ovšem dočasné a mělo by být nahrazeno.

Pro zjednodušení ovládání jsou všechny zařízení ovládány zatím pouze 1/0. Přestože například čerpadla dovolují ovládání od 0-10V. Bohužel jsem zatím nevytvořil zařízení, které je frekvenční měnič kompatibilní s Fhemem, proto je ovládání zatím pouze 0/1.

Na ovládání všech zařízení v kotelně používám zařízení protokolu FS20, přesněji zařízení:

Bezdrátový rádiový spínač FS20 AS4

Pro připojení na server jsem použil následující adresaci:

```
define Kotel_elektro FS20 4331 01
```

```
attr Kotel_elektro IODev CUNO1
```

Definovat název_zařízení typ_zařízení adresa_zařízení číslo_relé

Attribute název_zařízení typ_zařízení řídicí_jednotka

Pro ekvitermní regulaci je využit venkovní teploměr typu HMS:

```
define Okolni HMS dd32
attr Okolni room Hotel
```

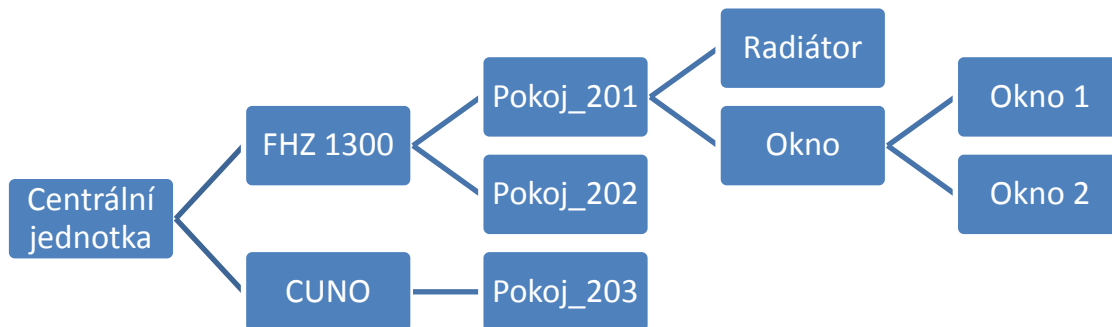
Pro vnitřní měření teploty je využit teploměr typu 1-wire:

```
define jidelna_tam ECMDDDevice ONEWIRE 28ae9f33040000d7
attr jidelna_tam loglevel 6
attr jidelna_tam room Teplomery
define      Log_jidelna_tam      FileLog      /home/fhem/log/jidelna_tam-%Y-%m.log
jidelna_tam:(temp).*
define weblink_jidelna_tam weblink fileplot Log_jidelna_tam:lwtemp:CURRENT
attr weblink_jidelna_tam label "Teplota Jidelna tepla"
attr weblink_jidelna_tam room Grafy
```

Takto jsou ovládány všechna zařízení, které je v kotelně nutné ovládat. Algoritmus, podle kterého je kotelná řízena, bude popsán později. Nyní se zaměříme na kompletní distribuci tepla v budově, která se odborně nazývá IRC (individual room kontrol).

5.3.2 Distribuce tepla

Každý pokoj má název, kterým je označena i pokojová jednotka fht, která je popsána ve čtvrté kapitole. Princip fungování je jednoduchý. Následující hierarchický harmonogram ukazuje návaznost jednotlivých úrovní a zařízení.



Obr. 40: Harmonogram návaznosti úrovní a zařízení (Zdroj: vlastní zpracování)

Centrální jednotka je Fhem server, na který jsou připojeny zařízení typu CuL/CUNO a FHZ1000/1300. Jednotlivé repeatery FHZ a CUNO přeposílají informace pokojovým jednotkám FHT, které si již sami zpracovávají tyto informace a řídí typ zařízení radiátor. Popřípadě informují o teplotě, stavu baterii, otevření hlavice, otevření okna a několika dalších informací které jsou vidět v následujícím screenshotu.

set Pokoj_201 | day

CODE	0501
DEF	0501
FHZ1_MSGCNT	18
FHZ1_RAWMSG	810c04990909a001050153007716
FHZ1_TIME	2013-04-26 09:22:29
FHZ2_MSGCNT	2
FHZ2_RAWMSG	810c04990909a001050153007716
FHZ2_TIME	2013-04-04 23:08:07
FHZ3_MSGCNT	31716
FHZ3_RAWMSG	810c045f0909a00105010000a600
FHZ3_TIME	2013-05-07 11:09:25
FHZ4_MSGCNT	1994
FHZ4_RAWMSG	810c045f0909a00105010000a600
FHZ4_TIME	2013-05-07 11:07:29
FHZ5_MSGCNT	52198
FHZ5_RAWMSG	810c045f0909a00105010000a600
FHZ5_TIME	2013-05-07 11:09:25
LASTIODev	FHZ3
MSGCNT	54425
NAME	Pokoj_201
NR	110
STATE	measured-temp: 22.1
TYPE	FHT

Readings

ack	22	2013-05-07 11:01:45
actuator	0%	2013-05-07 11:09:25
actuator1	pair	2013-03-24 08:48:32
actuator2	pair	2013-03-24 09:12:52
actuator3	pair	2013-03-24 09:12:52
battery	ok	2013-05-07 11:01:45
can-rcv	22	2013-04-26 09:22:29
can-xmit	22	2013-05-03 22:48:31
day-temp	20.5	2012-10-29 10:02:27
desired-temp	21.0	2013-05-07 05:59:30
end-xmit	22	2013-05-07 11:01:45
fri-from1	06:00	2013-05-03 22:36:58
fri-from2	24:00	2013-05-03 22:36:59
fri-to1	16:00	2013-05-03 22:36:59
fri-to2	24:00	2013-05-03 22:36:59
lowtemp	ok	2013-05-07 11:01:45
lowtemp-offset	4.0	2012-10-29 10:02:30
measured-high	0	2012-10-31 14:42:13
measured-low	169	2012-10-31 14:42:13
measured-temp	22.1	2013-05-07 11:01:45
mode	auto	2013-05-03 22:46:37
mon-from1	06:00	2012-10-29 10:00:30
mon-from2	24:00	2012-10-29 10:00:31
mon-to1	23:00	2012-10-29 10:00:31
mon-to2	24:00	2012-10-29 10:00:31
night-temp	17.0	2012-10-29 10:02:27
report1	0	2013-02-06 18:25:39
sat-from1	07:40	2012-10-29 10:00:38
sat-from2	24:00	2012-10-29 10:00:38
sat-to1	23:00	2012-10-29 10:00:38
sat-to2	24:00	2012-10-29 10:00:39
start-xmit	100	2012-10-31 13:55:54
sun-from1	06:00	2013-03-24 09:13:14
sun-from2	24:00	2013-03-24 09:13:15
sun-to1	23:00	2013-03-24 09:13:14
sun-to2	24:00	2013-03-24 09:13:15
temperature	22.1	2013-05-07 11:01:45
thu-from1	06:00	2013-03-24 09:13:12
thu-from2	24:00	2013-03-24 09:13:13
thu-to1	23:00	2013-03-24 09:13:12
thu-to2	24:00	2013-03-24 09:13:13
tue-from1	06:00	2013-01-01 02:56:39
tue-from2	24:00	2013-01-01 02:56:40
tue-to1	23:00	2013-01-01 02:56:39
tue-to2	24:00	2013-01-01 02:56:40
warnings	none	2013-05-07 11:01:45
wed-from1	06:00	2012-10-29 10:00:33
wed-from2	24:00	2012-10-29 10:00:35
wed-to1	23:00	2012-10-29 10:00:35
wed-to2	24:00	2012-10-29 10:00:35
window	closed	2013-05-07 11:01:45
windowopen-temp	12.0	2012-10-29 10:02:27
windowsensor	ok	2013-05-07 11:01:45

attr Pokoj_201 | room

IODev	FHZ5	deleteattr
fp_radesin_floorplan	300,180,1	deleteattr
retrycount	1	deleteattr
room	Pokoje	deleteattr

Příkazový řádek
Adresa zařízení

Počet zpráv, text
zprávy a datum
poslední zprávy
od jednotlivých
opakovací

-actuator: otevření
hlavice (0%)
-Spárování
jednotlivých hlavice
-Kontrola baterií
-desired-temp

-Window: closed
Okno baterie:ok

Atributy pokoje
201

Obr. 41: Screenshot (Zdroj: Fhem web + vlastní zpracování)

Předchozí screen shot je výpis z webového prostředí Fhemu o pokoji 201. Na pravé straně jsou okomentované důležité údaje pro tuto diplomovou práci. Třetí sloupec v tabulce dává

informaci časovou stopu. Je zřejmé, že některé informace, jako například windowopen-temp, jsou staré přes půl roku, ovšem je to z důvodu toho, že nebylo nutné tyto informace aktualizovat. Pro optimalizaci celého systému vytápění je nutné minimalizovat datovou komunikaci.

5.3.2.1 Definování jednotlivých zařízení v config.pl:

Typ CUNO/CUL

```
define CUNO3 CUL 192.168.1.185:2323 4221
```

Typ FHZ

```
define FHZ1 FHZ /dev/ttyUSB0 1234  
attr FHZ1 fhtsoftbuffer 0  
set FHZ1 FHTcode 10
```

Typ FHT

```
define Pokoj_201 FHT 0501  
attr Pokoj_201 IODev FHZ5  
attr Pokoj_201 retrycount 1  
attr Pokoj_201 room Pokoje  
attr Pokoj_201 fp_radesin_floorplan 300,180,1
```

```
define FileLog_Pokoj_201 FileLog /home/fhem/Pokoj_201.log Pokoj_201  
attr FileLog_Pokoj_201 logtype fht:Temp/Act,text  
attr FileLog_Pokoj_201 room FHT
```

```
define weblink_Pokoj_201 weblink fileplot FileLog_Pokoj_201:fht:CURRENT  
attr weblink_Pokoj_201 label "Pokoj_201 Min $data{min1}, Max $data{max1}, Last  
$data{currval1}"  
attr weblink_Pokoj_201 room Pokoje
```

Typ okenní kontakt

```
attr CUL_FHTTK_2a6db7 room CUL_FHTTK
```

```
define FileLog_CUL_FHTTK_2a6db7 FileLog /home/fhem/CUL_FHTTK_2a6db7.log  
CUL_FHTTK_2a6db7
```

```
attr FileLog_CUL_FHTTK_2a6db7 logtype fht80tf:Window,text
attr FileLog_CUL_FHTTK_2a6db7 room CUL_FHTTK
```

```
define weblink_CUL_FHTTK_2a6db7 weblink fileplot
FileLog_CUL_FHTTK_2a6db7:fht80tf:CURRENT
attr weblink_CUL_FHTTK_2a6db7 label "CUL_FHTTK_2a6db7 Min $data{min1}, Max
$data{max1}, Last $data{currval1}"
attr weblink_CUL_FHTTK_2a6db7 room Plots
```

Zařízení typu radiátor nedefinuji, protože informace o radiátoru mi dává zařízení typu FHT.

5.4 Řídící algoritmy

V předchozích částech jsou zobrazena jednotlivá definování zařízení, které jsou nyní použitelné a ovladatelné podle jejich názvu. Pro správný chod je nutné všechny zařízení automaticky ovládat, aby nedošlo k ztrátám způsobeným lidskou chybou. Následující algoritmy jsou vytvořeny přesně na míru podle požadavků na funkčnost.

Základní algoritmus pro aktivaci pokoje.

Pro aktivování a následné vytápění jednotlivého pokoje složí následující algoritmus, který nejprve získá informace z databáze (runsql.sh). V případě nefunkčnosti dá zprávu do logu. Pro pokoje, jako jsou kulečnick, jídelna a myslivec, které nejsou v složce Pokoje, je část přepisu na klasický pokoj. Následuje funkce pro oživení neodpovídajících pokojů (po dvou hodinách nečinnost je pokoji znovu odeslán stav, který má držet.) Následuje skupina vnořených ifů, které „procedí“ nesprávné údaje a na konci je rozhodovací podmínka, která přepíná jednotlivé pokoje na auto (21°C) a manual (12°C). Celý tento algoritmus se spouští každých 15 minut.

```
define p201 at +*00:15:00 {\
  Log(2,"Starting runsql.sh");;\
  open(RESULTSET, "/home/fhem/runsql.sh | ") || die "cannot do a sql statement";;\
  while(my $line = <RESULTSET>) {\
    chomp($line);;\
    my @pokoj = split (^\./,$line);;\
```

```

if (scalar(@pokoj)==2 && $pokoj[1] =~ /^[01]\s*$/){\
  if ($pokoj[0] eq "Pokoj_1"){\
    $pokoj[0]="Myslivec";;\
  }\
  if ($pokoj[0] eq "Pokoj_2"){\
    $pokoj[0]="Kulecnik";;\
  }\
  if ($pokoj[0] eq "Pokoj_3"){\
    $pokoj[0]="Jidelna";;\
  }\
  my $deltat = (time() - time_str2num(ReadingsTimestamp($pokoj[0], "measured-
temp", 66225600000))/(60*60);;\
  if (exists $defs{$pokoj[0]}){\
    if ( exists $defs{$pokoj[0]}{READINGS} ) {\
      if ( exists $defs{$pokoj[0]}{READINGS}{ "mode" } ) {\
        if ( exists $defs{$pokoj[0]}{READINGS}{ "mode" }{VAL} ) {\
          my $stav=$defs{$pokoj[0]}{READINGS}{ "mode" }{VAL};;\
          if (($pokoj[1] =~ /1/) && !($stav =~ /auto/ )) { fhem("set ".$pokoj[0]."
mode auto");;fhem("set ".$pokoj[0]." desired-temp 21")}\
          elsif (($pokoj[1]=~/0/) && !($stav =~ /manual/)) {fhem("set ".$pokoj[0]."
mode manual ");;fhem("set ".$pokoj[0]." desired-temp 12")}\
          elsif ($deltat>2) {\
            Log(2, "Last temp from ".$pokoj[0]." given ".$deltat." hours ago..."
Setting temp");;\
            if ($pokoj[1] =~ /1/){\
              fhem("set ".$pokoj[0]." desired-temp 21");;\
            }\
            else {\
              fhem("set ".$pokoj[0]." desired-temp 12");;\
            }\
          }\
        }\
      } else {\
        if ($pokoj[1] =~ /1/ ) { fhem("set ".$pokoj[0]." mode auto");;fhem("set
".$pokoj[0]." desired-temp 21")}\
        else { fhem("set ".$pokoj[0]." mode manual ");;fhem("set ".$pokoj[0]."
desired-temp 12")}\
      }\
    }\
  }\
  close(RESULTSET);;\
}

```

Následující algoritmus má za úkol nastavovat zpět změněné teploty pokoje na nadefinované hodnoty z jednoduchého důvodu, tj. aby zákazník při ručním přenastavení byl následně opraven.

```
define p202 at +*00:11:00 {\
  my @fhts=devspec2array("room=Pokoje");;\
  foreach(@fhts) {my $rezim=ReadingsVal($_,"mode","99");;my $steplota=ReadingsVal($_,"desired-temp","99");;\
  if(($rezim =~ /auto/) && ($steplota>21)) {fhem("set ".$_. " desired-temp 21")}\
    if(($rezim =~ /manual/) && ($steplota>12)) {fhem("set ".$_. " desired-temp 12")}\
    }\
}
```

Třetí algoritmus potřebný pro úsporný chod kotelny je zapínání jednotlivých čerpadel podle potřeby. Zařízení typu FHT se v případě otevření na více než 80% zapíše do seznamu čekajících radiátorů na teplo, čímž se spustí čerpadlo. Pokud žádný z pokojů nepožaduje teplou vodu, je čerpadlo automaticky vypnuto.

```
define p203 at +*00:05:00 {\
  my @fhts=devspec2array("TYPE=FHT");;\
  my $need_heat=0;;\
  my $idle_actuators=0;;\
  foreach(@fhts) {\
    if (index($_, "weblink")==-1){\
      my $sactuator=ReadingsVal($_, "actuator", "0%");;\
      $sactuator=(substr($sactuator, 0, (length($sactuator)-1)));;\
      if ($sactuator > 80) {\
        $need_heat++;;\
      }\
      if ($sactuator < 20) {\
        $idle_actuators++;;\
      }\
    }\
  }\
  Log(2, "Pocet zapnutych toeni: ".$need_heat);;\
  if ($need_heat>0){\
    fhem("set Cerp_pokoje on");;\
  }\
  else {\
    fhem("set Cerp_pokoje off");;\
  }\
}
```


Další z algoritmů, který zatím není dopracovaný podle představ, ale svoji funkční funkci splní, je algoritmus pro natápění akumulčních nádrží:

```
define p205 at +*00:10:00 {\
  my $temp=ReadingsVal("Elektrokotel","temperature","nA");;\
  my $kotlik=ReadingsVal("Kotel_elektro","STATE","off");;\
  Log(2, "teplota kotle: " . $temp);;\
  Log(2, "pozice kotle: " . $kotlik);;\
  if((( $hour >= 22) || ( $hour < 6)) && ( $temp < 55)) {\
    fhem("set Kotel_elektro on");;\
  }\
  elsif( $temp >= 80) {\
    fhem("set Kotel_elektro off");;\
  }\
}
```

Další algoritmy, které tu neuvádíme, jsou většinou pro zajištění správného chodu celé budovy. Například zasílání varovných e-mailů provozní hotelu, pokud je na některém pokoji otevřené okno a nikdo tam není ubytovaný. Další z těchto provozních algoritmů je kontrola stavu baterií jednotlivých zařízení, aby nedošlo k jejich úplnému vybití a tím i ztráty ovladatelnosti. Všechny tyto algoritmy jsou vytvořeny vlastnoručně, maximálně s pomocí diskutujících na webovém fóru <http://forum.fhem.de/>.

5.5 Náklady

Správný výpočet pořizovacích nákladů na zařízení a práci spjatou s instalací a konfigurací je velmi složité správně určit. Hardwarová část je jednoznačná podle ceny, za kterou prodejce nabízí jednotlivé zařízení. Část instalace, implementace, vytvoření algoritmů, hardwarová instalace, několikanásobná rekonfigurace, testování atd. je složité vyčíslit, protože čas, který byl na to vynaložen, byl z volných „nepracovních“ úseků dní.

Pořizovací náklady proto určíme časem a cenou, která je přijatelná od odborníka, který má s tímto oborem zkušenosti a zná přesný postup pro instalaci a konfiguraci celého systému. Ceny jsou orientační a převzaty z jiných komerčních projektů ve stejném oboru.

5.5.1 Hardware

Cena je spočtena podle platných ceníků internetových serveru elv.de a conrad.cz, kde byly jednotlivé komponenty nakoupeny. Poštovné se platilo pouze u kabelových položek a u zařízení CUL v3. Poštovné bylo celkem 650 Kč. Ceny jsou udány včetně DPH. Ceny jsou přepočteny v kurzu 25,50Kč za 1€.

Název zařízení	typ zařízení	počet kusů	cena za kus	celkem
Kotelna				
FS20 AS4	relé modul	2	2490	4980
HMS T10	teploměr	4	636.225	2544.9
UTP	kabel	80	7.5	600
3x1.5 silový	kabel	50	20	1000
Centrální jednotka				
Alix 3D3	PC	1	3500	3500
Distribuce tepla				
CUL v 3	repeater	3	1783.725	5351.175
FHZ 1300	repeater	5	5299	26495
FHT 80B	*sada	27	1490	40230
FHT 80b	hlavice	47	979	46013
FHTTK	okenní k.	43	576	24768
Celkem za Hardware				155482.1

Tab. 2: pořizovací cena hardwaru (Zrdoj: vlastní zpracování)

5.5.1.1 Instalace materiálu

Instalace hardwaru do pokojů a kotelny je odhadnuta na tři pracovní dny pro dva techniky. Cena stanovená za hodinu práce je 250 Kč.

5.5.1.2 Konfigurace materiálu

Konfigurace jednotlivého pokoje trvá 20 minut, tuto konfiguraci může obstarat proškolený technik, který instaluje hardware do pokojů. Proto je cena stanovená na 250 Kč.

5.5.1.3 Dokumentace materiálu

Soupis jednotlivých adres všech zařízení při instalaci trvá 5 minut v každém pokoji. Cena za hodinu je stanovena na 250 Kč.

Celkové náklady za hardwarovou instalaci včetně konfigurace a dokumentace je:

Název činnosti	Počet hodin	Cena za jednotku	za celkem
Instalace hardware	48	250	12000
Konfigurace hardware	9	250	2250
Dokumentace hardware	1.35	250	337.5
Celkem			14587.5

Tab. 3: Celková cena hardwaru (Zdroj: vlastní zpracování)

5.5.2 Software

Softwarová stránka nákladů je velmi subjektivní a liší se podle specifických požadavků jednotlivých projektů. Pro případ Balonového hotelu Radešín jsou náklady rozděleny na základní instalaci a konfiguraci hardwaru do Fhemu, vytvoření algoritmů pro potřeby hotelu, optimalizace algoritmu pro kotelnu.

5.5.2.1 Instalace a konfigurace hardware do fhemu

Instalace trvá znalému technikovi, včetně nastavení sítě a vzdáleného přístupu, 3 hodiny. Konfigurace kompletního hardware do souboru config.pl, která má 22 stránek, je odhadnuta na 8 hodin práce. Cena za hodinu je stanovena na 350 Kč.

5.5.2.2 Vytvoření algoritmů „přesně na míru“

Vytvoření algoritmů na míru je velmi důležitá položka, protože jednotlivé algoritmy je nutné vymyslet a naprogramovat a testovat pro správné fungování. Algoritmy jsou rozdílně složité, ale při zprůměrování trvá vytvoření každého algoritmu 8 hodin. Cena za hodinu je stanovena na 500 Kč.

5.5.2.3 Optimalizace funkce

Optimalizace celého systému a provázání jednotlivých částí je problémový úsek na správné vyjádření hodnoty, protože v případě, že jde vše podle plánu, není tato položka zahrnuta, ovšem zkušenosti ukázaly, že na optimalizaci předchozího nastavení a vytvoření algoritmů je potřeba další 15 hodin, které jsou oceněny 500 Kč za hodinu.

Celkové náklady na programovou část systému:

Název činnosti	Počet hodin	Cena jednotku za	celkem
Instalace Fhem	3	350	1050
Konfigurace Fhem	8	350	2800
Algoritmus na míru	40	500	20000
Optimalizace Funkce	15	500	7500
Celkem			23850

Tab. 4 : Celková cena programové části systému (Zdroj: vlastní zpracování)

5.5.3 Náklady na správu systému vytápění

Náklady na správu systému v případě, že nedochází k žádným neočekávaným výpadkům a problémům, spočívají v nákupu a výměně baterií v jednotlivých zařízeních jednou za sezonu. Na úpravu a rekonfiguraci celého systému vytápění vzdáleně je určeno deset hodin ročně servisu programátora a 5 hodin výměny baterií. Hodinové ceny jsou stanovy podle předchozích. Baterie mají výdrž 1,5 až 2 roky v případě kvalitních, proto při výměně baterií před každou topnou sezonou je cena za baterii 10 Kč dostatečná. Na jednu sezonu je potřeba vyměnit 202 baterií typu AA a 140 baterií typu AAA.

Celkové roční náklady na správu systému vytápění:

Název činnosti	Počet hodin	Cena jednotku za	celkem
Výměna baterií	5	250	1250
Baterie	342	10	3420
Vzdálená správa	10	500	5000
Celkem			9670

Tab. 5 : Celkové roční náklady na správu systému vytápění (Zdroj: vlastní zpracování)

5.5.4 Celkové náklady

Celkové náklady jsou rozděleny do dvou částí. Na pořizovací náklady, které jsou nutné investovat před začátkem regulace a náklady na provoz systému vytápění, které jsou určeny na 5 let, protože to je doba, kterou výrobce garantuje funkčnost zařízení pro distribuci tepla. Podle ohlasů z internetových fór je výrobce EQ-3.de, který tyto zařízení vyrábí, kvalitní, a

proto je životnost větší. Pro názornost výpočtu ovšem budeme uvažovat pouze pětiletou životnost.

5.5.4.1 Pořizovací náklady

V části pořizovacích nákladů je nákup materiálu, instalace materiálu a programové nastavení včetně vytvoření algoritmů. Ceny jsou uvedeny v Kč včetně DPH.

Název	Cena
Nákup materiálu	155482
Doprava	650
Instalace materiálu	14588
Programové nastavení	23850
Celkem	194570

Tab. 6: Celková cena programového nastavení (Zdroj: vlastní zpracování)

5.5.4.2 Provozní náklady

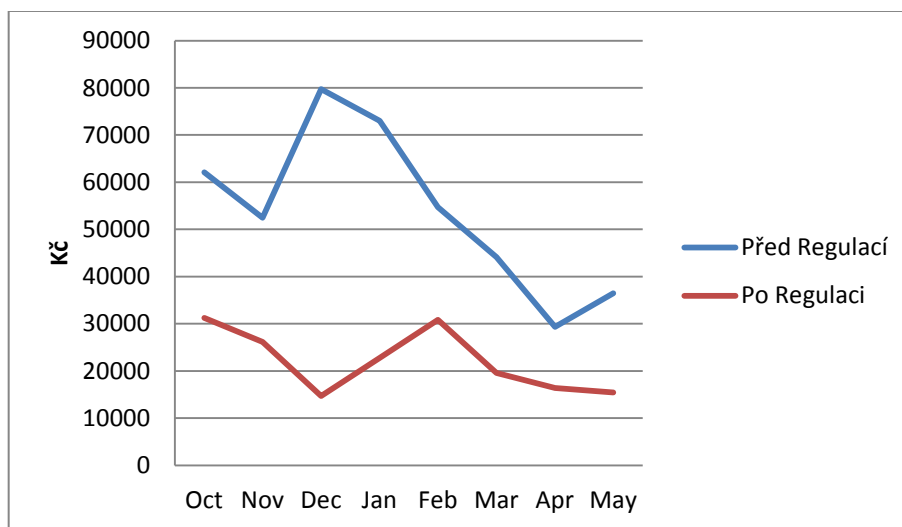
Tato položka obsahuje pět let provozování celého systému vytápění, což zahrnuje vzdálenou správu a výměnu baterií. Roční náklady jsou 9670 Kč včetně DPH, takže na správu systému, aby byl funkční po dobu pěti let, je nutné vynaložit 48350 Kč.

5.6 Sběr a vyhodnocení dat pro analýzu spotřeby el. energie.

Problém při vyhodnocení účinnosti regulačního systému je nejednotnost historických dat. Faktury od předchozího provozovatele bylo velmi složité sehnat a i přes veškerou snahu nejsou informace kompletní. Proto se muselo provést doplnění dat podle dat z následujících let, kdy již regulace fungovala, ale počasí v rámci sezony bylo velmi podobné. Bohužel informace o ubytovaných (počtech a termínech) za dobu před regulací nebylo možné získat, proto nelze přesně stanovit spotřebu el. energie za měsíce 01/2010 a 02/2010. Tuto spotřebu jsme proto stanovili podle vývoje ceny ze el. energii v následujících topných sezonách s přihlédnutím na údaje z měsíců 12/2009 a 03/2010.

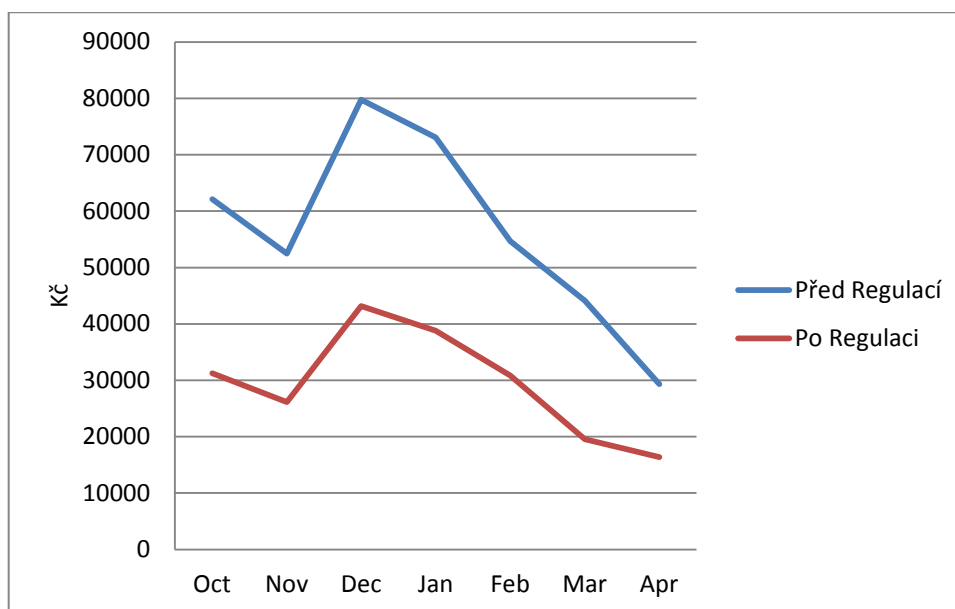
Další problém nastal u měsíců 12/2011 a 01/2012, kdy proběhl test topení plynem a následná lednová rekonstrukce restaurace a vstupních prostor do hotelu. Tyto dva měsíce nemají správnou vypovídací hodnotu. Pro zpřesnění výsledků jsme proto využili dat z následujícího roku (12/2012 a 01/2013), kde lze tato data považovat za srovnatelná s rokem 2009/2010. Počet ubytovaných v 11/2012 byl téměř stejný jak počet ubytovaných v 12/2012. Proto jsme se rozhodli tato data využít a importovali jsme je do srovnávací tabulky a grafu. Od těchto dat jsou dále vypočteny všechny ostatní údaje.

Pro lepší viditelnost změny je graf před úpravou a zpřesněním dat.



Obr. 42: Cena za vytápění před a po regulaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Z předchozího grafu je patrné, jak se prosinec a leden před regulací a po regulaci navzájem vůbec nepodobají. Což je ovlivněno především prosincovým topením plynem a lednovou rekonstrukcí. Pro zpřesnění výsledků byl tento graf modifikován podle dat z následujícího roku. Zde byly vstupní podmínky stejné. V následujícím grafu je patrná podoba ceny vytápění v jednotlivých měsících v průběhu zimy.



Obr. 43 : Cena za vytápění v zimních měsících (Zdroj: vlastní zpracování)

Roční průměrná teplota v usecích před regulací a po regulaci je zachycena v tabulce:

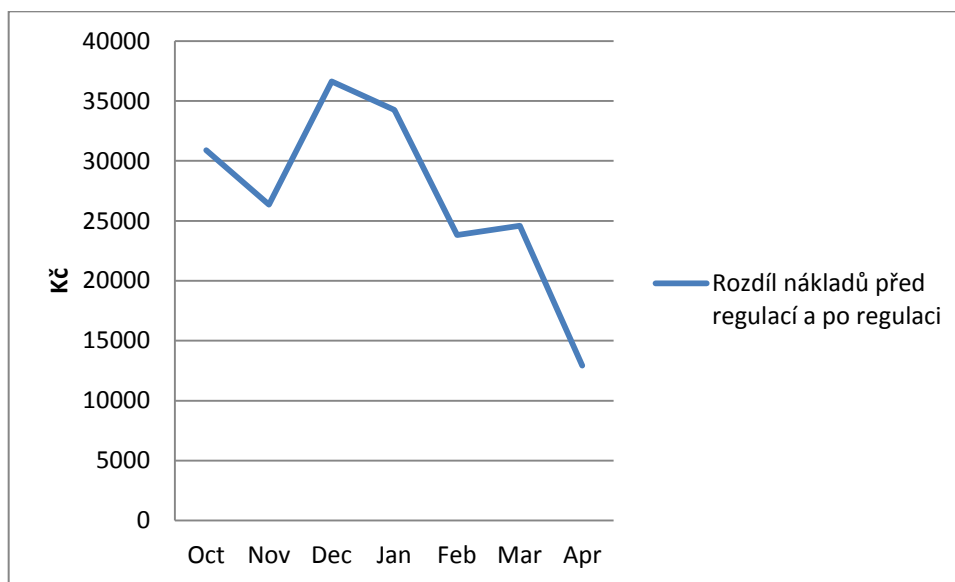
zima 2009/2010							
měsíc	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr
teplota	7.08	4.97	-1.41	-5.10	-1.79	1.59	8.11
zima 2011/2012							
měsíc	Oct	Nov	Dec-12	Jan-13	Feb	Mar	Apr
teplota	7.38	2.41	-1.99	-1.95	-5.88	4.41	8.02

Tab. 7: Roční průměrná teplota před a po regulaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Měsíc	Před Regulací	Měsíc	Po Regulaci
Oct-09	62120	Oct-11	31236.59
Nov-09	52479	Nov-11	26123.39
Dec-09	79755	Dec-12	43142
Jan-10	73045	Jan-13	38787.57
Feb-10	54674	Feb-12	30860.7
Mar-10	44151	Mar-12	19562.07
Apr-10	29321	Apr-12	16389.59
Celkem	395545		206101.91
Rozdíl			-189443.09

Tab. 8: Náklady v zimě před a po regulaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Rozdíl nákladů před a po regulaci je partný v následujícím grafu:



Obr. 44: Rozdíl nákladů před a po regulaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Z předchozího grafu jasně vyplývá, že úspora je přímo závislá na celkové spotřebě za jednotlivé měsíce. Proto lze konstatovat, že největší úspora je v měsících, kdy je spotřeba nejvyšší, tj. v prosinci a lednu.

6 Závěr

Při shrnutí a zpětném ohlednutí se za touto prací bych chtěl konstatovat, že energetický management je na dobré cestě a jde pouze o to, jestli jít technologií drátu nebo bezdrátu, či je lepší zautomatizování nebo řízení ponechat odborné osobě.

Diplomová práce na začátku popisuje jednotlivé možnosti paliva a zdrojů tepla. V kapitole analýza se zaměřuje především na pochopení budovy jako takové a následné analýze technologií, které jsou možné využít. Následná praktická část je vlastně zdokumentování reálného stavu.

Celý řídicí systém je postavený na bezdrátových elektroventilech, které jsou nainstalovány na všech radiátorech v budově. Následuje výběr řídicího softwaru, který má být pokud možno zdarma a „živý“ ve smyslu fungující komunity uživatelů. Samotná instalace a implementace jednotlivých prvků systému na Fhem serveru byla nejspíše jedna z nejtěžších částí celého projektu. Implementace rezervačního systému díky spolupráci s výrobcem rezervačního systému byla bezproblémová. Následovala tvorba řídicích algoritmů, které byly vytvořeny podle přesných požadavků v rámci hotelu.

Jeden ze zjištěných problémů je šířka komunikačního protokolu v rámci 868MHz technologie, která je do domácnosti dostatečná, ovšem pro 30ti pokojový rozsáhlý prostor je problémem. Jen správná optimalizace a pochopení vnitřního fungování pravidel pro používání KNX protokolu měly za následek správnou funkci.

Ekonomické náklady na nákup, instalaci, implementaci a optimalizaci celého systému jsou spočítány podle veřejně dostupných ceníků a nejsou v nich zahrnuty množstevní slevy. Náklady na vytápění před regulaci musely být logicky poskládány z dvou navazujících let pro nekompletnost faktur a rekonstrukce.

Pohled do budoucna tohoto projektu mi říká, že doba, kdy přijdou hlavice ve frekvenci 2,4GHz, není už vzdálená a poté bude v bezdrátové technologii řízení zvětšený objem i dosah všech prvků, a tím i zjednodušení infrastruktury. V případě rekonstrukce nebo možnosti při výstavbě bych ovšem radši volil technologii drátovou, která má nepopiratelné výhody oproti technologii bezdrátové. Proto je můj další projekt v tomto směru již stavěn na drátové technologii.

Inteligentní budova je budoucí standard a řízení vytápění je nezbytná součást této budoucnosti, proto je dobré toto znát již dnes.

7 Seznam použité literatury

7.1 Seznam citací

- [1] ŠŤASTNÝ, CSC., Ing. Vítězslav. Vlastnosti zemního plynu, propanu a butanu. In: *Technoport.cz* [online]. 2002 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.techportal.cz/1/1/vlastnosti-zemniho-plynu-propanu-a-butanu-cid50667/>
- [2] Mojeenergie.cz. DONE, s.r.o. *Teplárenství - Zdroje* [online]. 2010 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/teplarenstvi-zdroje>
- [3] NOVÁK, Ing. Jan. Výhřevnosti paliv. In: *Tzb-info* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [4] Top-Pro. TOP PALIVO-TEPLO. *Top-pro* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.top-pro.cz/produkty-a-sluzby/palivove-drevo>
- [5] Technologie pro zpracování biomasy. MINÁŘ, Ing. Bořivoj. *Bm-contechinvest.eu* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.bm-contechinvest.eu/3023/drevene-pelety/>
- [6] O vytápění biomasou od A až do Z. *Česká peleta* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://ceska-peleta.cz/komfortni-teplicko/o-vytapani-biomasou-od-a-az-do-z/>
- [7] Co je to fotovoltaika?. *Solarhaus* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.solarhaus.cz/co-je-fotovoltaika>
- [8] Výhody a nevýhody solární energie. In: *Solární-energie.info* [online]. 2011 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/vyhody.php>
- [9] Elektroenergetika - Zdroje. *Mojeenergie.cz* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/elektroenergetika-zdroje>

- [10] SVAZ PODNIKATELŮ PRO VYUŽITÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ. *Geotermální energie* [online]. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/geoterm.htm>
- [11] Geotermální energie. ČEZ, a. s. *Cez.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>
- [12] HUDCOVÁ, Ing. Lenka, Ing. Petr KOTEK, PH.D. a Ing. Karel SRDEČNÝ. Hestia 5.0 VIVID: Zdroje tepla pro vytápění. EKOWATT. *Energetika.cz: hestia* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm#6>
- [13] Friterm kapalina do topení, teplonosné antikorózní médium. *Nejlevnější Barvy.CZ* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.nejlevnejsi-barvy-laky.cz/friterm-kapalina-do-topeni-teplonosne-antikorozni-medium-25-1>
- [14] GRUNDFOS ALPHA2. *Grundfos* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.kto.cz/picture/pdf/grundfos_alpha2_navod.pdf (24)
http://ottp.fme.vutbr.cz/users/pavelek/termo/15_Prenos.pdf
- [15] Termomechanika: Základy přenosu tepla. In: PAVELEK, CSC., Prof. Ing. Milan. *Vutbr.cz: fme* [online]. 2010 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://ottp.fme.vutbr.cz/users/pavelek/termo/15_Prenos.pdf
- [16] MATZ, PH.D., Ing. Václav. Ekvitermní regulace: princip a využití v systémech regulace vytápění. *Tzb-info* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6294-ekvitermni-regulace-princip-a-vyuziti-v-systemech-regulace-vytapani>
- [17] RAPANT, Ing. Jaroslav. ISO 50001: Energetický management. *Institut pro testování a certifikaci* [online]. 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.itczlin.cz/_itc_/testovani-certifikace.php?kategorie=2407&sekce=2167

- [18] RESORT ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2001-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/portal>
- [19] RUBINOVÁ, PH.D, Ing. Olga. *CT 52 Technika prostředí LS 2013*. 2013.[cit. 2013-05-15].Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/prednasky/tp1.pdf>
- [20]Kalendar.beda.cz. *Kalendář Beda* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://kalendar.beda.cz/>
- [21]Hotelový systém recepce. *Agnis* [online]. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.agnis.cz/2_cestina/17_programy/3_texty/27_recepce/
- [22] Rezervační systém previo. MITON PREVIO S.R.O. *Previo* [online]. 2002-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.previo.cz/hotelovy-software>
- [23] Hotelový software Hores. HORES PLUS S.R.O. *Hores* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.horesplus.cz/hotelovy-software>
- [24]Hotelový systém ABX recepce. ABX SOFTWARE S.R.O. *ABX software* [online]. 2009 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.ab-x.cz/47-hotelovy_system_abx_recepce_r3
- [25]BRYCHTA, Jaroslav. Fundamentální analýza. Složitá, ale nezbytná. In: *Finance.cz* [online]. 2010 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/273472-fundamentalni-analyza-slozita-ale-nezbytna/>
- [26] VINŠOVÁ, Michaela. Ceny elektřiny v Evropě: Kde je nejlevněji a kde nejdraž?. In: *Penize.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/spotrebitel/250619-ceny-elekriny-v-evrope-kde-je-nejlevneji-a-kde-nejdraz>
- [27] Power exchange central europe. In: *Pxe.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.pxe.cz/>

- [28] Býčí trh. *Financnik.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.financnik.cz/byci_trh
- [29] PÁVEK, Ing. Jaromír. Inteligentní elektroinstalace budov - systém Nikobus,. In: *Eaton elektrotechnika* [online]. 2004 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/pdf/manual%20nikobus.pdf>
- [30]CHRASTINOVÁ, A. Komponenty nízkoenergetické inteligentní domácnosti [online]. Praha:ČVUT, Fakulta elektrotechnická, Katedra počítačů, 2008. 123 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Kordík, Ph.D. Dostupné z WWW: <https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/chrasa1_2008dipl.pdf>
- [31]Home: Embedded Automation. *Embeddedautomation.com* [online]. 2005-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.embeddedautomation.com/products/mcontrolv3.asp>
- [32] Home automation. *Homeseer* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://homeseer.com/index.html>
- [33] Česko. Část plánu využití rádiového spektra č. PV-P/15/02.2009-4 pro kmitočtové pásmo 380–470 MHz. In *Telekomunikační věstník*. 2009, částka 4. Dostupný také z WWW: <http://www.ctu.cz/cs/download/plan-vyuziti-radioveho-spektra/rok_2009/pvp_15-02_2009-04.pdf>.
- [34] Česko. Část plánu využití rádiového spektra č. PV-P/10/12.2009-18 pro kmitočtové pásmo 470–960 MHz. In *Telekomunikační věstník*. 2009, částka 22. Dostupný také z WWW: <http://www.ctu.cz/cs/download/plan-vyuziti-radioveho-spektra/rok_2009/pvp_10-12_2009-18.pdf>.
- [35] Česko. Část plánu využití rádiového spektra č. PV-P/14/11.2010-15 pro kmitočtové pásmo 2200–2700 MHz. In *Telekomunikační věstník*. 2010, částka 20. Dostupný také z WWW: <http://www.ctu.cz/cs/download/plan-vyuziti-radioveho-spektra/rok_2010/pv-p_14-11_2010-15.pdf>.

- [36]PH-CJ37 Plus: Centrální jednotka. ELEKTROBOCK CZ S.R.O. *Elektrobock.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.elektrobock.cz/cs/centralni-jednotka/product.html?id=114>
- [37]Centrální řídicí jednotka Hometronic Manager HCM200D. HONEYWELL INC. *Honeywell* [online]. 2010 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://products.ecc.emea.honeywell.com/cz/ecatdata/pg_hcm200.html
- [38] Bezdrátový termostat s hlavicí HomeMatic EQ-768-06. CONRAD ELECTRONIC ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Conrad.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz/bezdratovy-termostat-s-hlavici-homematic-eq-768-06.k646310>
- [39] Komextherm. *KOMEXTHERM Praha spol. s r.o.* [online]. 1990-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.komextherm.cz/>
- [40] Rádiový spínač na omítku FS20 AS4. CONRAD ELECTRONIC ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Conrad.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz/radiovy-spinac-na-omitku-fs20-as4.k623009>
- [41] Alix3d3. *PC Engines GmbH* [online]. 2002-2010 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.pcengines.ch/alix3d3.htm>
- [42] Fhem. *Fhem.de* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://fhem.de/fhem.html>

7.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Princip fungování kompresoru

Obr. 2: TČ nemrznoucí kapalina (zemní kolektor)/voda.

Obr. 3: TČ nemrznoucí kapalina (zemní vrt)/voda

Obr. 4: TČ nemrznoucí kapalina (rybník)/voda.

Obr. 5: TČ voda/voda.

- Obr. 6: TČ vzduch/voda.*
- Obr. 7: TČ odpadní vzduch/voda*
- Obr. 8: Kombinovaný kotel AM Elektro.*
- Obr. 9: Venkovní nadzemní zásobník pro vytápění domu*
- Obr. 10: Venkovní podzemní zásobník pro vytápění domu.*
- Obr. 11: Kamna Minor s výkonem 4 kW.*
- Obr. 12: Luxusní sporák.*
- Obr. 13: Kachlová kamna*
- Obr. 14: Zplyňovací kotel na uhlí a dřevo ATMOS.*
- Obr. 15: Schéma topeniště teplovodního automatického kotle Benekov*
- Obr. 16: Průřez kotlem CARBOROBOT*
- Obr. 17: Schéma zapojení kotle na dřevo s aku. nádrží do topného systému*
- Obr. 18: Automatický kotel na peletky a obilí se zásobníkem Verner A25.*
- Obr 19: Rozdělení otopných soustav*
- Obr 20: zapojení 3 a 4 cestného ventilu*
- Obr 21: Oběhové čerpadlo Grundfos*
- Obr 22.: Ekvitermní křivka*
- Obr. 23: Energetický management*
- Obr. 24: Mapa Radešína a okolí*
- Obr. 25: Roční průměrný úhrn slunečního záření*
- Obr. 26: Pohyb Slunce po obloze v denní rovníkosti*
- Obr. 27: Blokové schéma kotelny*
- Obr. 28: Rozdělení čerpadel podle topných okruhů*

Obr. 29: Půdorys podzemního patra

Obr. 30: Půdorys přízemního patra

Obr. 31: Půdorys 1. patra patra

Obr. 32: Půdorys 2. patra patra

Obr. 33: Průměrná cena el. energie v rámci EU

Obr. 34: Vývoj ceny el. energie v letech 2007 až 2013 v České republice

Obr. 35: vývoj ceny elektrické energie u společnosti E.ON

Obr. 36: schéma zapojení zařízení decentralizovaným způsobem

Obr. 37: Grafy pokoje 201 v časovém rozlišení: denní, měsíční a roční

Obr. 38: Floorplan prvního patra

Obr. 39: Frontend

Obr. 40: Harmonogram návaznosti úrovní a zařízení

Obr. 41: Screenshot

Obr. 42: Cena za vytápění před a po regulaci

Obr. 43 : Cena za vytápění v zimních měsících

Obr. 44: Rozdíl nákladů před a po regulaci

7.3 Seznam tabulek

Tab. 1: Seznam elektromechanických hlavic

Tab. 2: pořizovací cena hardwaru

Tab. 3: Celková cena hardwaru

Tab. 4: Celková cena programové části systému

Tab. 5: Celkové roční náklady na správu systému vytápění

Tab. 6 : Celková cena programového nastavení

Tab. 7: Roční průměrná teplota před a po regulaci

Tab. 8: Náklady v zimě před a po regulaci