

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Výběr nejvýhodnějšího investičního záměru zásobování
teplem a teplou vodou**

Jan Kania

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kania Jan

Provoz a ekonomika

Název práce

Výběr nejvýhodnějšího investičního záměru zásobování teplem a teplou vodou

Anglický název

Choice of the most suitable investment plan of the heating and hot water

Cíle práce

Cílem práce je analýza investičního záměru odpojení od CZT u pražského panelového domu.

Dílejší cíle jsou:

- Najít alternativu současného systému ústředního vytápění a ohřevu teplé vody s pomocí vhodné metody vícekritériálního rozhodování.
- Nalezenou nejvhodnější energetickou koncepci porovnat se stávající koncepcí.

Metodika

Představení energetických koncepcí na modelu zkoumaného panelového domu

Stanovení vhodných kritérií

Zjištění cen od dodavatelů k jednotlivým variantám

Přidělení vah jednotlivým kritériím

Aplikování vícekritériálního rozhodování a nalezení nejlepší varianty

Pomocí výpočtu návratnosti porovnáme nejlepší variantu se současným stavem

Harmonogram zpracování

únor - září 2014 Studium teoretických pramenů

říjen - prosinec 2014 Popis variant investičního záměru

leden - únor 2015 Porovnání variant investičního záměru

březen 2014 Výběr nejvhodnější varianty investičního záměru

Rozsah textové části

30-40 str.

Klíčová slova

vícekriteriální analýza variant, Saatyho metoda, metoda váženého součtu, energetická koncepce, úspory energií, plynová kotelna, solární kolektory, panelový dům

Doporučené zdroje informací

ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Milan HOUŠKA. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. Základní metody operační analýzy. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta ve vydavatelství Credit, 2002, 244 s. ISBN 978-80-213-0951-72008.

BERANOVSKÝ, Jiří, Karel SRDEČNÝ a VOGEL. Pasivní panelák? A to myslíte vážně?. Vyd. 1. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011, 136 s. ISBN 978-80-87333-07-5.

MATUŠKA, Tomáš, Karel SRDEČNÝ a Petr VOGEL. Solární soustavy pro bytové domy. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 136 s. Profi. ISBN 978-80-247-3503-0.

VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]. 1. vyd. Praha, 2007, 331 s. ISBN 978-80-247-1588-9.

Vedoucí práce

Brožová Helena, doc. RNDr., CSc.

Termín odevzdání

březen 2015

Elektronicky schváleno dne 20.10.2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10.11.2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výběr nejvýhodnějšího investičního záměru zásobování teplem a teplou vodou" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9. 03. 2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce doc. RNDr. Heleně Brožové, CSc za vedení práce a konzultace, dále bych rád poděkoval Bc. Bohumilu Hurdovi za odbornou podporu k výpočtům v praktické části a poskytnutí cenných rad a informací při tvorbě bakalářské práce. Rád bych též poděkoval své rodině za korekturu textu a za poskytnutou morální podporu. Poděkování patří také členu výboru sdružení vlastníků jednotek Ing. Karlu Kolínskému.

Výběr nejvýhodnějšího investičního záměru zásobování teplem a teplou vodou

Choice of the most suitable investment plan of the heating and hot water

Souhrn

Cílem této bakalářské práce je najít vhodnou alternativu současného systému zásobování tepla a teplé vody pomocí vícekriteriálního rozhodování a tuto alternativu porovnat se stávající koncepcí.

V teoretické části je představena metoda vícekriteriálního rozhodování a postup jejího řešení. Následně je představena soudobá množina variant teplotních koncepcí, z které jsou vícekriteriální analýzou vybrány dvě finální varianty, plynová kotelna doplněná o solární kolektory a plynová kotelna. Nakonec jsou varianty porovnávány pomocí vhodných ekonomických ukazatelů a je znázorněn jejich vliv na finanční stránku investice.

Summary

The point of this work is to find a more suitable alternative to the current central heating system and hot water supplement. To achieve the objective method will be used multi-criteria decision specifically weighted sum and this alternative compared to existing with the existing variation.

The theoretical part presents methods of multi-criteria decision-making proces and their solutions. Today's set of variant of heating concepts, from which are selected two final options with multi-criteria decision, gas boiler room adjunct by solar panels and gas boiler room. Finally variants are compared using appropriate economic indicators and shows their impact on the financial aspects of the investment.

Klíčová slova: Saatyho metoda, vícekriteriální analýza variant, metoda váženého součtu, energetická koncepce, úspory energií, plynová kotelna, solární kolektory, panelový dům

Keywords: Saaty`s method, multi-criteriaanalysis, weighted sum method, energy concepts, energy saving, gas heating, solar panels, block of flats

Obsah

1	Úvod	5
2	Cíl práce a metodický postup práce.....	8
2.1	Cíl práce	8
2.2	Metodika.....	8
3	Vícekriteriální rozhodování	9
3.1	Pojmy	10
3.2	Forma výsledku	12
3.3	Určení vah kritérií	13
3.4	Výběr kompromisní varianty.....	15
4	Technologie ohřevu topné a teplé užitkové vody.....	17
4.1	Centralizované zásobování teplem	17
4.2	Plynová kotelna	18
4.3	Plynová kotelna doplněná o solární soustavu.....	20
4.4	Kogenerační jednotka	22
5	Výběr způsobu zásobování teplem.....	24
5.1	Popis bytového domu.....	24
5.2	Popis vybraných kritérií	25
5.2.1	Kritérium I. -Realizační cena.....	25
5.2.2	Kritérium II. -Roční náklady na primární energie	25
5.2.3	Kritérium III. -Roční náklady na provoz a servis	25
5.2.4	Kritérium IV. -Součet nákladů vynaložených za 15let	26
5.3	Varianty pro vícekriteriální rozhodování	26
5.3.1	Varianta I.– CZT	26
5.3.2	Varianta II. – Plynová kotelna	27
5.3.3	Varianta III. – Plynová kotelna doplněná o solární kolektory.....	29
5.3.4	Varianta IV. – Kogenerační jednotka.....	30
5.4	Metoda stanovení vah pomocí Saatyho metody	33
5.5	Aplikace metody WSA	34
5.6	Analýza ekonomických ukazatelů doporučeného způsobu zásobování teplem ..	35
5.6.1	Cena tepla	35
5.6.2	Cash flow.....	36

5.6.3	Vliv investice na objem prostředků placených obyvateli domu	37
6	Závěr	39
7	Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	42
7.1	Seznam obrázků.....	42
7.2	Seznam tabulek.....	42
7.3	Seznam grafů	42
7.4	Seznam příloh.....	43
8	Přílohy.....	44

1 Úvod

Jak uvádí název této bakalářské práce, týká se výběru nejvhodnějšího investičního záměru zásobování teplem a teplou vodou. Dále bylo cílem práce provést rozbor investičního záměru odpojení od CZT u pražského panelového domu a pomocí vícekriteriálního rozhodování najít vhodnou alternativu současného systému u tepla a teplé vody a tuto alternativu porovnat se stávající koncepcí. Práci jsem si vybral, protože mě téma zaujalo, jelikož v poslední době se objevila řada moderních systémů, které jsou schopny teplo a teplou vodu zajistit za levnější cenu za GJ než teplotrenské celky.

Již v dávných dobách člověk cítil potřebu tepla. Od pouhého ohně, různá ohniště, přes první kamna, krby se člověk dostal až k teplovodnímu systému. Jako příklad z dávné historie je uvedena Sýrie, kde už ve 12. století vybudovali teplovodní systém pro celou ulici.¹ Mnohem pozdější příklad je z roku 1922, kdy vynálezce Birdsill Holly vybudoval větší parní kotelnu, která parou vytápěla řadu budov včetně bytových domů.² V ČR byla v roce 1904 teplem z karlínské elektrárny vytápěna škola a radnice. V roce 1929 byla již založena společnost Pražská teplotrenská, bohužel v 30. letech vzhledem k hospodářské krizi vše stagnuje a toto pokračuje po dobu 2. světové války. Po roce 1945 zejména v 50. letech začínají vznikat první nová sídliště a staví se i teplotrny Malešice, Michle a Veleslavín, které jsou vytápěny uhlím. Postupem doby vznikala další sídliště i průmyslové celky. V ČR je nyní 1,5 milionů panelových domů a bydlí v nich 1/3 obyvatel ČR.³ Teplotrny dodávaly do těchto sídlišť teplo, což se zdálo bezstarostné. Nebyla to úplně pravda, protože teplotrny měly nutné odstávky tepelných zdrojů a někdy také poruchy, které způsobovaly výpadky v dodávce tepla teplé vody. V pozdějších letech se začíná věnovat pozornost životnímu prostředí a teplotrny jsou nuceny z důvodů zpříšňování emisních

¹ Historie a budoucnost dálkového vytápění. <http://www.naseteplo.cz/> [online]. [cit. 2015-02-04]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2020>

² Historie dálkového vytápění v Praze. <http://www.ptas.cz> [online]. 2014 [cit. 2015-02-04]. Dostupné z: <http://www.ptas.cz/cs/o-nas/aktuality-informace/aktualni-informace/historie-dalkoveho-vytapeni-v-praze-10285/>

³ KAUFMANN, Pavel. Vývoj teplotrenství v České republice. PRO-ENERGY magazín. 2007, 18-21.

limitů k velkým rekonstrukcím a tudíž k obrovským investicím. Z těchto důvodů také začíná růst cena tepla.⁴

Po roce 1989 a později, po otevření trhu, se začínají měnit také možnosti vytápění. Tato doba přináší touhu po změně. Nejstarší panelové domy mají za sebou cca 50 let a ty nejnovější cca 10let. Začala doba, kdy se z panelových domů dá udělat šetrné a kvalitní bydlení. S privatizací přicházejí i nové trendy v teplárenství. Z důvodů šetření s teplem se tyto domy zateplují a vyměňují se okna.

V současné době u nás CZT využívá 75% panelové zástavby, ale již 25% využívá lokální zdroje. Volba alternativního zdroje tepla může mnohde přinést významnou úsporu provozních nákladů. Mezi alternativní technologie výroby tepla patří elektrická tepelná čerpadla, plynová tepelná čerpadla, vlastní plynová kotelna, kogenerační jednotka či sluneční kolektory.

Při hledání alternativního zdroje tepla je samozřejmě podstatná ekonomická stránka celé věci. Z ekonomického pohledu lze vyhodnotit investice do jednotlivých zdrojů a porovnat na základě kumulované finanční úspory, které lze dosáhnout např. 15 let po instalaci nového zdroje.

Volba alternativního zdroje tepla je vhodná tam, kde je cena za CZT vysoká, extrémní ceny dosahují až 1000 Kč za GJ.

Odpojení od CZT také přináší množství administrativních úkonů. Pokud je rozhodnuto k výměně tepelného zdroje, kdy se hledají úspory, je vhodné nechat si zpracovat rozbor současné spotřeby plateb za energie a zároveň si nechat zpracovat studii, která zhodnotí energetický a ekonomický přínos použití jiného zdroje tepla. V této studii je třeba i zvážit způsob financování, neboť použití úvěru může celý projekt zhoršit. Pozornost je nutné věnovat i dodavatelské firmě a samozřejmě i kvalitní smlouvě o dílo. V rámci výběrového řízení musíme důkladně specifikovat poptávku, aby byly nabídky porovnatelné.⁵

Současný politicko-ekologický pohled na budoucnost dálkového vytápění zvláště optimisticky nevypadá, neboť ekologické spotřební daně znevýhodňují plynové kotelny na úkor domovních kotelen. Uhelné výtopny jsou opět znevýhodňovány, zvláště pro své

⁴BERANOVSKÝ, Jiří, Karel SRDEČNÝ a Petr VOGEL. Pasivní panelák? A to myslíte vážně?. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011, 136 s. ISBN 978-80-87333-07-5.

⁵DUFKA, Jaroslav. Hospodárné vytápění domů a bytů. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 112 s. ISBN 978-80-247-2019-7.

emisní povolenky, ale dalším problémem je prolomení limitů, bez něhož nebudou mít tyto teplárny palivo.⁶

Budoucnost teplárenství bude ovlivňována zejména liberalizací energetického trhu nebo jeho regulací, ale také globalizací světové ekonomiky. Ve zvýšené míře bude využíváno obnovitelných zdrojů energie kogenerace, akumulace, měření a regulace. Budou provozovány nové systémy. Promyšlená volba individuálního vytápění v bytových domech postavená správným, technicky dokonalým řešením, je jednou z moderních cest.

⁶Obnovitelné zdroje elektrické energie, autoři Petr Mastný, Jiří Drápela, Stanislav Mišák, Jan Macháček, Michal Ptáček, Lukáš Radil, Tomáš Bartošík, Tomáš Pavelka ISBN 978-80-01-04937-2.

2 Cíl práce a metodický postup práce

2.1 Cíl práce

Cílem práce je nalézt výhodnější alternativu k současnému systému ústředního vytápění a ohřevu teplé vody. Pro dosažení cíle bude použito metody vícekriteriální analýzy variant, a to konkrétně metody váženého součtu. Nalezená alternativa bude dále porovnána se stávající variantou pomocí grafu cashflow v horizontu finančních výsledků pro následujících patnáct let. Tím bude zjištěna možná finanční úspora oproti dosavadní variantě, centralizované zásobování teplem zajišťované společností Pražská teplotárská a.s. Dále bude zjištěn vliv případné realizace na finanční zatížení obyvatel panelového domu při úvěrovém financování investice.

2.2 Metodika

V práci budou popsány koncepce technologií využívaných k zajišťování dodávek topné vody a ohřevu teplé užitkové vody. Následně budou vybrána vhodná kritéria k posouzení jednotlivých variant. Posléze budou od dodavatelů zjištěny odhady cen a další parametry ke zvoleným kritériím. Pro metodu vícekriteriální analýzy budou zvoleny váhy jednotlivých kritérií. Po získání všech potřebných údajů pro výpočet vícekriteriální analýzy bude sestaven model vícekriteriální analýzy variant, který bude dále řešen metodou váženého součtu za pomoci programu MCAKOSA. Následně bude vyhodnocena kompromisní varianta, která bude dále za pomoci vhodných ekonomických ukazatelů porovnána se současným stavem (centrálním zásobování teplem). Dále bude vyhotovena grafická analýza dvou výsledných variant, kde bude znázorněn a porovnán vliv finanční zátěže na obyvatele daného panelového domu.

3 Vícekriteriální rozhodování

Ve své práci bych rád poukázal na to, jak důležité je pro výběr rozhodovací situace použití vícekriteriálního rozhodování. Proto se v úvodu zmíním několika slovy o této metodě. Velice často, dá se říci, že téměř každý den, se musíme rozhodnout o věcech, které mají různý vliv na naše další žití.

Z toho vyplývá, že aniž by o tom někteří z nás věděli, používají vícekriteriální rozhodování. Lidé, kteří nejsou obeznámeni s teorií vícekriteriálního rozhodování, se rozhodují intuitivně. Ovšem to je dobré, jen pokud jde o málo důležité a málo významné problémy, především krátkodobého charakteru, které je možné změnit nebo eventuálně vrátit.

Proti tomuto rozhodování jsou situace, které mají dlouhodobý charakter, nedají se změnit a mohou ovlivnit celou řadu situací. I jedinec nebo rodina musí zvažovat situaci a stavět vedle sebe situace s dlouhodobým charakterem - výběr školy pro děti, vynaložení větších finančních prostředků - nákup domu, bytu, auta apod.

Ovšem obtížnější situace jsou ve státním sektoru i ve větším soukromém podnikání. Většinou se jedná o výběrová řízení drahých zakázek, výběr dodavatelů apod. Proto je třeba respektovat ve spojitosti se zákonitostí i vícekriteriální rozhodování, aby pracovníci, kteří jsou zodpovědní za tato rozhodování, mohli potom čelit hlavně spekulacím o korupci.⁷

Vícekriteriální analýza variant

Vícekriteriální analýza variant patří do skupiny metod pro vícekriteriální rozhodování. V tomto modelu je dána množina různých variant ve formě konečného seznamu – ty jsou ohodnoceny jednotlivými kritérii a jejich váhou. To je rozdílné například od vícekriteriální optimalizace nebo vícekriteriálního programování. Ohodnocení kritérii může nabýt dvou forem – ordinální nebo kardinální.

⁷ FIALA, Petr. Vícekriteriální rozhodování. dotisk. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997, 316 s. ISBN 80-707-9748-7.

Cílem je najít kompromisní variantu, která nejlépe vyhovuje požadavkům jednotlivých kritérií. Většinou zde neexistuje reálná ideální varianta, ale pouze jakýsi kompromis.⁸

3.1 Pojmy

V této části práce jsou přiblíženy následující pojmy:

- kritéria a váhy,
- kritériální matice modelu vícekritériální analýzy variant,
- vícekritériální rozhodování,
- vícekritériální analýza variant.

Kritéria a váhy

Kritéria jsou hlediska hodnocení variant. Jejich volba je velmi důležitá, kritéria musí zahrnout všechny požadavky hodnotitele a zároveň musí být na sobě nezávislá. Také není vhodné mít velký počet kritérií, protože by byla ztracena přehlednost problému.

Dělí se podle několika hledisek, a to například na kvalitativní a kvantitativní. Kvalitativní nelze objektivně změřit, jde o subjektivní kritéria, protože jsou odhadována uživatelem. U těchto případů se užívají různé bodovací stupnice nebo tzv. relativní hodnocení variant, přičemž je jedna hodnota zvolena jako základ a řešitel odhaduje procentní vyjádření ostatních variant. Kvantitativní kritéria naproti tomu nabývají hodnot, které jsou objektivně měřitelné, proto je nazýváme objektivní.⁹

Dále je možné je rozdělit podle povahy na maximalizační nebo minimalizační. U maximalizačního kritéria je nejlepší co nejvyšší hodnota tohoto kritéria, u minimalizačního naopak co nejmenší hodnota.

Preference kritérií je stanovena několika způsoby, buď aspirační úrovní, pořadím kritérií, vahami jednotlivých kritérií nebo způsobem kompenzace kritériálních hodnot. Aspirační

⁸ BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena a Ing. Milan HOUŠKA, PH.D. Základní metody operační analýzy. první, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003. ISBN 978-80-21-0951-7.

⁹ ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

úroveň je taková úroveň kritéria, které musí být minimálně dosaženo, tedy nejhorší možná hodnota, při které může být varianta přijata. To znamená, že neukazuje důležitost či preferenci tohoto kritéria, pouze jaké hodnoty má být alespoň dosaženo. Obecně ale platí, že čím přísnější aspirační úroveň, tím bývá kritérium důležitější. Pořadí kritérií označuje posloupnost kritérií od nejdůležitějšího po to nejméně důležité, ale neoznačí míru důležitosti kritéria. Aby bylo možné zjistit tuto informaci, musíme použít tzv. váhy kritérií. To je hodnota, určující důležitost kritéria před jiným, nalézá se v intervalu $(0;1)$ a součet všech vah kritérií je roven jedné. Kompenzace kritériálních hodnot se používá v případě, že je možné vyvažovat špatné kritériální hodnoty jinými, lepšími hodnotami odlišných kritérií. Je vyjádřena mírou substituce mezi kritériálními hodnotami.

Kritéria, podle kterých jsou hodnoceny varianty, mohou mít různý charakter, a to

- žádná informace – tato situace je možná jen pro upřednostnění informací, není možné nemít žádnou informaci o preferenci variant, protože by nebylo možné takovou úlohu vyřešit (není možné určit lepší a horší variantu),
- nominální informace – také je možné pouze pro upřednostnění kritérií mezi sebou, je vyjádřena aspiračními úrovněmi – dělí varianty na přijatelné a nepřijatelné,
- ordinální informace – značí pořadí kritérií podle důležitosti nebo pořadí varianty podle ohodnocení kritériem,
- kardinální informace – jedná se o určení preference vahami, nejčastěji vyjádřeno číslem nebo zlomkem.

Je velmi důležité vědět, zda a jak je určité kritérium upřednostňováno před jiným, aby bylo možné s úlohou dále pracovat.¹⁰

Kritériální matice modelu vícekritériální analýzy variant

Kritériální matici označujeme Y , její prvky jsou tvořeny hodnocením i -té varianty podle-tého kritéria. Sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. Prvky, použité v tabulce nemusí být pouze čísla.

¹⁰ BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

Obrázek 1: Kriteriaální matice

Kritéria		f_1	f_2	f_n
Varianty	a_1	y_{11}	y_{12}	y_{1n}
	a_2	y_{21}	y_{22}	y_{2n}

	a_m	y_{m1}	y_{m2}		y_{mn}

11

Obvykle se pracuje s kriteriaální maticí, ve které jsou kritéria pouze maximalizační nebo pouze minimalizační. Proto je často nutné matici upravit podle jednoho z těchto typu kritérií, častěji se upravuje na kritéria maximalizační. Použije se na to jeden ze dvou způsobů – vynásobení celého sloupce kriteriaální matice hodnotou -1, transformace $y'_{ij} = -y_{ij}$ nebo výpočet hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší kriteriaální hodnotě, transformace $y'_{ij} = y_{ij} - \max_i(y_{ij})$. První způsob je vždy matematicky správně, ale může se zdát nelogickým pro neznalého čtenáře. Pracuje se zde totiž po úpravě s proměnnými, jako například záporná cena výrobku (po vynásobení -1). Druhý způsob je naproti tomu velmi logický. Nepracuje se zde se zápornou cenou, ale použije se úspora oproti nejdražšímu výrobku.

To znamená, že nejdražší výrobek stojí nula a ostatní jsou ohodnoceny jako úspora oproti jeho ceně. Samozřejmě ne vždy se dá jeden nebo druhý způsob použít, vhodnost použití musíme sami posoudit.¹²

3.2 Forma výsledku

Výsledkem vícekritériační analýzy variant je výběr jednoho nebo více přípustných řešení. Varianta může být i dominovaná, paretoovská, ideální, bazální nebo kompromisní. Dominovaná varianta je taková, kde existuje jiná, tzv. dominující varianta, a ta má všechna kritéria hodnocena lépe, než varianta dominovaná. Paretoovská varianta je nedominovaná, to znamená, že k ní neexistuje žádná jiná dominovaná varianta. Ideální varianta je

¹¹BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériační rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

¹² ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

teoretická nebo skutečná možnost, která dosahuje nejlepších hodnot ve všech kritériích zároveň, oproti tomu bazální varianta dosahuje těch nejhorších hodnocení ve všech kritériích.

Naší snahou je vždy získat kompromisní variantu. To je taková, která je určena za výsledek a je doporučena jako řešení daného problému. Je to jediná nedominovaná varianta – pokud je varianta dominovaná, nikdy se nemůže stát zároveň kompromisní, protože je známa jiná varianta, která není v ničem horší a v jednom kritériu dokonce lepší. Při určování kompromisní varianty velmi záleží na postupu, jako je určení kritérií, určení vah kritérií i samotném řešení problému. Pokud řešitel hledá více možností řešení, je vhodné je stanovit do pořadí podle vzdálenosti od varianty ideální. Počet těchto variant se značí q .¹³

3.3 Určení vah kritérií

Jako první je důležité stanovit si váhy jednotlivých kritérií, se kterými se bude dále pracovat. Jedná se často o subjektivní určení důležitosti a preference jednotlivých kritérií podle řešitele. Mezi ty nejčastější patří entropická metoda, metoda pořadí, metoda Fullerova trojúhelníku, bodovací metoda Saatyho metoda.

Saatyho metoda

Saatyho metoda byla vypracována a navržena Thomasem Saatem a je nejčastěji využívanou metodou pro řešení široké škály reálných rozhodovacích problémů mnoha druhů. Saatyho metoda slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li je pouze jeden expert.

Stupeň důležitosti jednoho objektu před druhým se zde vyjadřuje ve stupnici 1 až 9, kde hodnota 1 odpovídá tomu, že dvojice objektů mají stejnou důležitost, hodnota 9 tomu, že důležitost jednoho objektu extrémně převyšuje důležitost objektu druhého. Pokud je jeden objekt méně důležitý než druhý, použije se pro vyjádření takové preference převrácená hodnota celých čísel z uvedené stupnice. Informace z párového porovnání lze sestavit do matice $S = (s_{ij}, i, j' = 1, 2, \dots, k)$.¹⁴

¹³BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

¹⁴FIALA, Petr. Vícekritériální rozhodování. dotisk. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997, 316 s. ISBN 80-707-9748-7

Místo numerické stupnice lze použít verbální alternativu:

Obrázek 2: Saatyho stupnice

1	rovnocenná kritéria i a j
3	slabě preferované kritérium i před j
5	silně preferované kritérium i před j
7	velmi silně preferované kritérium i před j
9	absolutně preferované kritérium i před j

Poznámka: Hodnoty 2, 4, 6, 8 lze využít k jemnějšímu rozlišení velikosti preferencí dvojic kritérií.¹⁵

Pomocí tabulky 3 je stanovena Saatyho matice. Prvky na diagonále této matice jsou jedničky (každé kritérium je rovno samo sobě), prvky nad diagonálou jsou obsaženy v tabulce 3 a prvky pod diagonálou získáme jako převrácené hodnoty odpovídajících prvků nad diagonálou ($1 / \text{daná hodnota}$). Hodnoty vah kritérií jsou stanoveny pomocí geometrických průměrů jednotlivých řádků Saatyho matice. Pokud jsou řádkové geometrické průměry znormovány, jsou dostány normované váhy souboru kritérií.

$$v_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

¹⁶, vlastní zpracování

v_i je normovaná váha i-tého kritéria,

G_i označuje geometrický průměr i-tého kritéria,

n znamená počet kritérií.

¹⁵ BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

¹⁶ BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

Obrázek 3: Příklad na zjišťování preferencí dvojic kritérií metodou Saatyho

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	Geometrický průměr
k1		2	3	6	1/3	1.64
k2			1/4	7	4	1.28
k3				3	2	1.52
k4					1/2	0.33
k5						0.94

Saatyho metodu lze využívat pouze pro čtvercovou matici. Tuto metodu lze také využít i pro porovnání variant mezi sebou, o tomto postupu se dozvíte dále.¹⁷

3.4 Výběr kompromisní varianty

Po určení vah kritérií je na řadě samotné stanovení kompromisní varianty, která je výsledkem vícekritériální analýzy variant. Je mnoho metod pro určení kompromisní varianty, mezi známé patří bodovací metoda a metoda pořadí, dále konjunktivní a disjunktivní metoda, metoda PRIAM, lexikografická metoda, metoda ORESTE, metoda váženého součtu, metoda AHP, metoda TOPSIS, metoda ELECTRE I. a metoda PROMETHEE.

¹⁷BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

Metoda váženého součtu

Metodu váženého součtu je možné použít pro nalezení kompromisní varianty, ale i pro seřazení variant od nejlepší k nejhorší. Je potřeba k ní znát kritériální matici a vektor vah kritérií. Tato metoda vychází z teorie funkce užitku. Snaží se o maximalizaci daného užitku. Její název, metoda váženého součtu, je odvozen od sčítání jednotlivých, neboli dílčích, funkcí užitku.

Její postup je následující – za prvé je převeden minimalizace na maximalizace kritérií. Toto slouží jako zjednodušení pro následující krok. Ve zmíněném dalším kroku je nalezena ideální ($H, h_1 \dots h_n$) a bazální varianta ($D, d_1 \dots d_n$), každá s vlastním ohodnocením. Poté je určena matice vícekritériální analýzy variant ve standardizovaném tvaru pomocí vzorečku $r_{ij} = y_{ij} - d_j / (h_j - d_j)$. Výsledek po dosazení do tohoto vzorečku se nachází v intervalu $\langle 0;1 \rangle$, přičemž hodnotu 0 nabývá bazální varianta a hodnotu 1 má ideální varianta. Dále je pro každou variantu zvlášť určena agregovaná funkce užitku pomocí $u(a_i) = \sum v_j r_{ij}$. Nakonec jsou varianty seřazeny podle vypočítané hodnoty u , první v pořadí je kompromisní varianta, neboli výsledek a po ní následují další možná řešení (v případě výběru více variant).¹⁸

¹⁸BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

Technologie ohřevu topné a teplé užitkové vody

Byly vybrány a popsány následující technologie ohřevu topné a teplé užitkové vody, centralizované zásobování teplem, plynová kotelna, plynová kotelna doplněná o solární kolektory a kogenerační jednotka. Je to koncepce technologií, ze kterých se dá vybrat vyhovující varianta. Do výběru nebyla zahrnuta varianta s tepelným čerpadlem.

3.5 Centralizované zásobování teplem

Odvětví zajišťující dodávku a rozvod tepelné energie se rozvíjelo s rostoucí urbanizací a industrializací, a tak se postupně z malých kotelen přešlo k centrálnímu zásobování teplem (dále CZT). CZT, kdy je teplo vyráběné ve velkých teplárenských soustavách a potrubím dopraveno do jednotlivých objektů a mnohdy jednotlivých městských čtvrtí, je pro všechny odběratele pohodlný způsob, protože je bezstarostný. Další výhodou CZT je v přenesení emisí z místa spotřeby energie do místa jeho výroby, to může být umístěno v dosti velké vzdálenosti od místa spotřeby. Nevýhodou větších systémů CZT v naší republice je to, že většinou se jedná o zdroje využívající uhlí a také infrastruktura již dožívá. Účinnost paliva je v centrálních zdrojích využita efektivněji. Ale co se týká energetické bilance a související přepravy teplé vody, mohou být tyto systém energeticky náročnější než lokální zdroje. Velký problém CZT jsou velké tepelné ztráty při dopravě energie. Další faktor je provozovatel a jeho přístup, v případě, že je to soukromý subjekt, který je orientován na ziskovou marži. Jiný případ je, pokud se jedná o majetek města, kdy je soustava provozována bez zisku a snaží se zachovat příznivé ceny tepla. Pokud toto shrneme, je výhodnost CZT závislá na ceně tepla od provozovatele CZT.

Oproti lokálním kotelnám je u větších centralizovaných výrobců schůdnější možnost vybudovat úspornější geotermální, solární či kogenerační technologii.¹⁹

Odpojení od CZT

¹⁹ FIEDLER, J. Centrální zásobování teplem nebo tepelná čerpadla. TZB- info, 2014, roč. 2014, č. 8, s. 1-7. ISSN: 1801- 4399.

Otázku zda je možné odpojit se od CZT si nyní kladou některá bytová družstva a také vlastníci bytových jednotek, zejména v oblastech, kde cena tepla dosahuje velkých částek. Pokud se platí za energii vysoké částky, pak může být instalace vlastního zdroje (odpojení od CZT) jednou z možností řešení. Cena tepla neustále roste, teplárny jsou nuceny z důvodů zpřísnování emisních limitů k velkým rekonstrukcím, a tudíž obrovským investicím. To se právě projeví v nárůstech cen za teplo z tepláren. Je jasné, že přechod na vlastní zdroj není jednoduchá záležitost. Odpojení od teplárny probíhá někde hladce, jinde nikoliv. Mnohdy mohou nastat potíže s vydáním stavebního povolení.

Úplné odpojení je však možné pouze tehdy, pokud bude splněna podmínka zákona č. 458/2000 Sb., a to § 77 odst. 6, která zní: Změna způsobu dodávky nebo změna způsobu vytápění může být provedena pouze na základě stavebního řízení se souhlasem orgánů ochrany životního prostředí (musí být splněno ustanovení § 3 odst. 8 zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší) a vše musí být v souladu s územní energetickou koncepcí.²⁰

Náklady, které by byly spojeny s odpojením od rozvodu CZT musí uhradit ten, kdo odpojení požaduje. Odpojení není jen uhrazení investičních nákladů, ale je nutné uhradit administrativní záležitosti, stavební řízení. Jsou to finančně a administrativně nezanedbatelné problémy, a tak dosti zájemců odradí. Proto většina firem, které nabízí zařízení výstavby vlastní kotelny, zařídí i povinnou administrativu vlastními pracovníky.

3.6 Plynová kotelna

Plynová kotelna je velmi rozšířený systém přípravy tepla. Ve sledovaném případě je energetický vstup zemní plyn, ten je následně spalován v kotlích, získané teplo je odvedeno přes výměník tepla a vzniklé spaliny jsou odváděny komínem umístěným na obvodovém plášti objektu. Objekt kotelny musí být odvětráván. Vlastní plynové kotelny patří mezi nejčastěji volené varianty při odpojování od CZT.

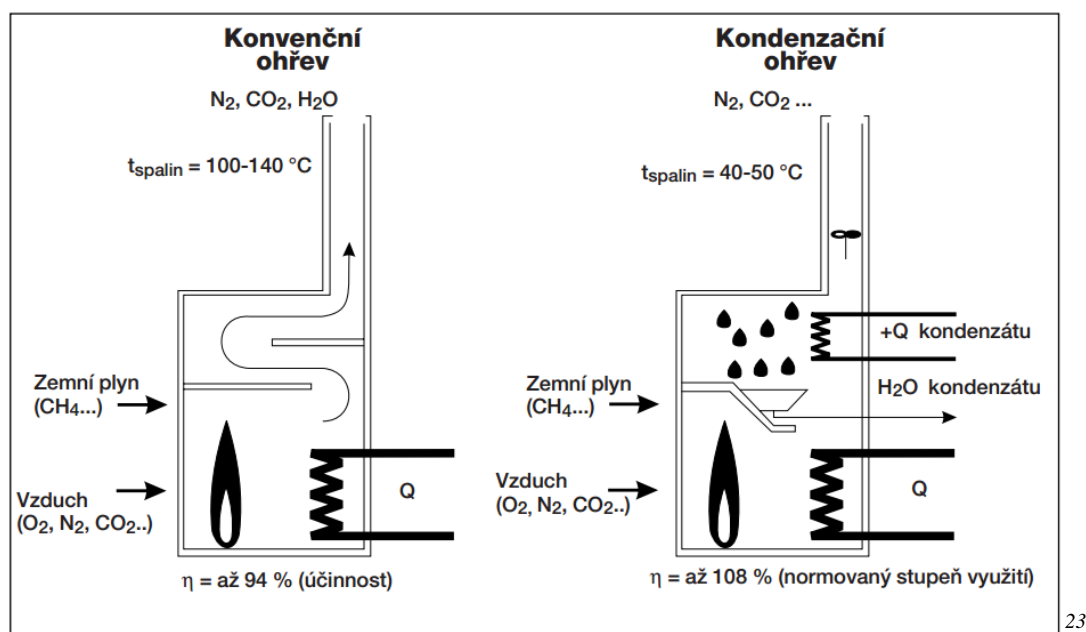
Kondenzační ohřev

²⁰Alternativa k centralizovanému zásobování teplem pro panelové domy Zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7234-alternativa-k-centralizovanemu-zasobovani-teplem-pro-panelove-domy>. [Http://vytapani.tzb-info.cz](http://vytapani.tzb-info.cz) [online]. 2011 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7234-alternativa-k-centralizovanemu-zasobovani-teplem-pro-panelove-domy>

Při rekonstrukci kotelen se dnes ve velké většině instalují výhodnější kondenzační kotle, neboť dokážou využít teplo, které u starších technologií unikalo bez užitku spalinami. Energie, kterou lze takto získat, odpovídá rozdílu mezi spalným teplem a výhřevností, a rozdíl činí až 11%.²¹

“Při spalování zemního plynu (metanu CH_4) nebo propanu (C_3H_8) vzniká určité množství vody. Hořením dochází k jejímu ohřevu. Ta pak v podobě vodní páry spolu s oxidem uhličitým tvoří spaliny hoření a odchází. Tepelné spaliny s sebou nesou část skryté tepelné energie, tzv. latentní teplo. Pokud tyto spaliny ochladíme pod teplotu jejich rosného bodu, dojde ke změně skupenství - kondenzaci obsažené vodní páry a k následnému uvolnění tohoto tepla. V kondenzačním kotli se takto uvolněná energie pomocí výměníku využívá k předehřevu vratné vody.”²²

Obrázek 4: Princip kondenzačního ohřevu



²¹ Princip kondenzačního kotle a jeho výhody. [Http://www.thermona.cz/](http://www.thermona.cz/) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/princip-kondenzacniho-kotle-jeho-vyhody>

²² Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>. [Http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/) [online]. 2004 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>

²³ Teoretické základy kondenzační techniky: Základy hydraulického zapojování kondenzační techniky. JOSGAZ, s.r.o.: Postaráme se o teplo vašeho domova [online]. © 2015 JOSGAZ, s.r.o. [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: <http://www.josgaz.cz/file.php?nid=9759&oid=2303611>

Kaskádové zapojení kotlů

Při použití v bytových domech je možné zařadit více kotlů do kaskády kotlů, tzv. kaskádová kotelna je systém zapojení několika menších kotlových jednotek do jednoho celku pro vytápění a přípravu teplé vody.

Spínání jednotlivých kotlů obstarává automatická řídicí jednotka. Kaskádový způsob zapojení umožňuje jednotlivým kotlům pracovat v optimálním režimu, tím je zaručena lepší účinnost zdroje, jsou sníženy spínací cykly a prodlouží se životnost zařízení. Pokud doplníme jedno venkovní teplotní čidlo, tak aby celá kaskáda mohla být řízena s ohledem na venkovní teplotu, celá kaskáda nám tudíž topí podle aktuální potřeby. Proto je také výhodné do kaskády volit více kotlů, aby topný výkon vyváženě kopíroval požadavky objektu. Také volbou více kotlů máme zajištěnou zálohu, kdyby došlo k poruše některého kotle.²⁴

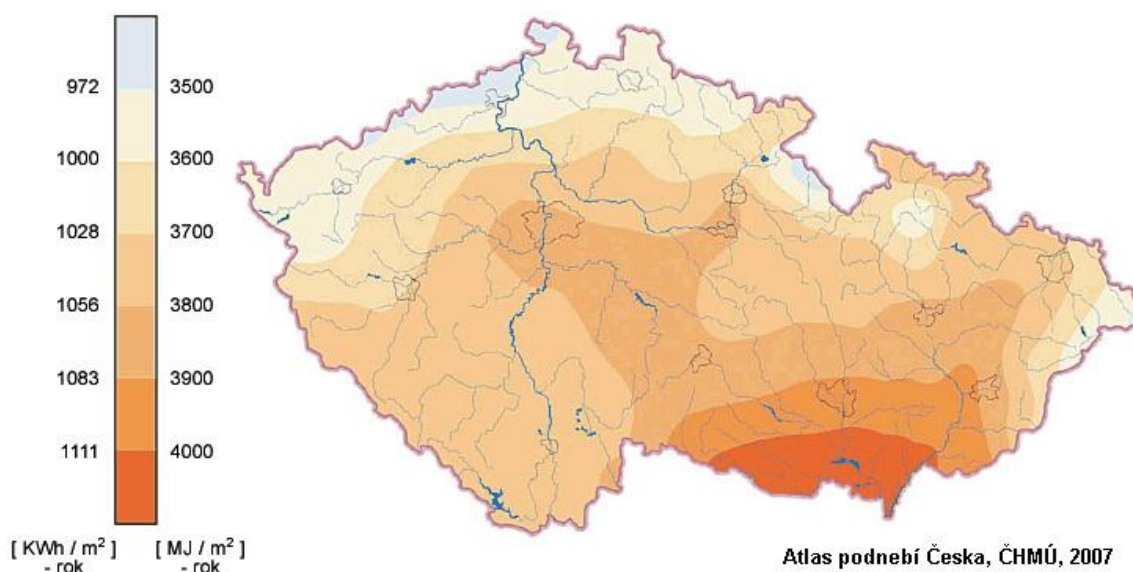
3.7 Plynová kotelna doplněná o solární soustavu

Solární kolektory jako zdroj tepla pro přípravu teplé vody jsou pro panelové domy výhodné. Investovat do jejich instalace se vyplatí, protože se jedná o téměř bezúdržbovou technologii s dlouhou životností. Cena různých paliv může v budoucnu růst, ale cena solárního tepla nikoliv. Práce solárních systémů je založena na principu přeměny sluneční energie na teplo, které je předáváno do teplotnosné kapaliny, a tato tepelná energie se může dále využít pro předehřev teplé užitkové vody. Výhoda solárních systémů spočívá v tom, že oproti ostatním obnovitelným i neobnovitelným zdrojům dodávají energii bez použití paliva, v letních měsících takto předehřívána voda vůbec nevyžaduje dohřátí plynovým kotlem. Fotovoltaické systémy, které sluneční záření přeměňují přímo na elektrickou energii s účinností max. 15%, fototermické systémy sluneční energie přeměňují na teplo s až 80% využitím energie slunečního záření.²⁵

²⁴ Úvaha o kondenzačních plynových kotelnách. [online]. 2008 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.jaktodelaji.cz/jak-to-delat/clanek/UVaha-o-kondenzacnich-plynovych-kotelnach>

²⁵ Solární ohřev, Solární systémy, Solární panely. [Http://www.regulus.cz/](http://www.regulus.cz/) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/solarni-systemy>

Obrázek 5: Intenzita slunečního záření v ČR



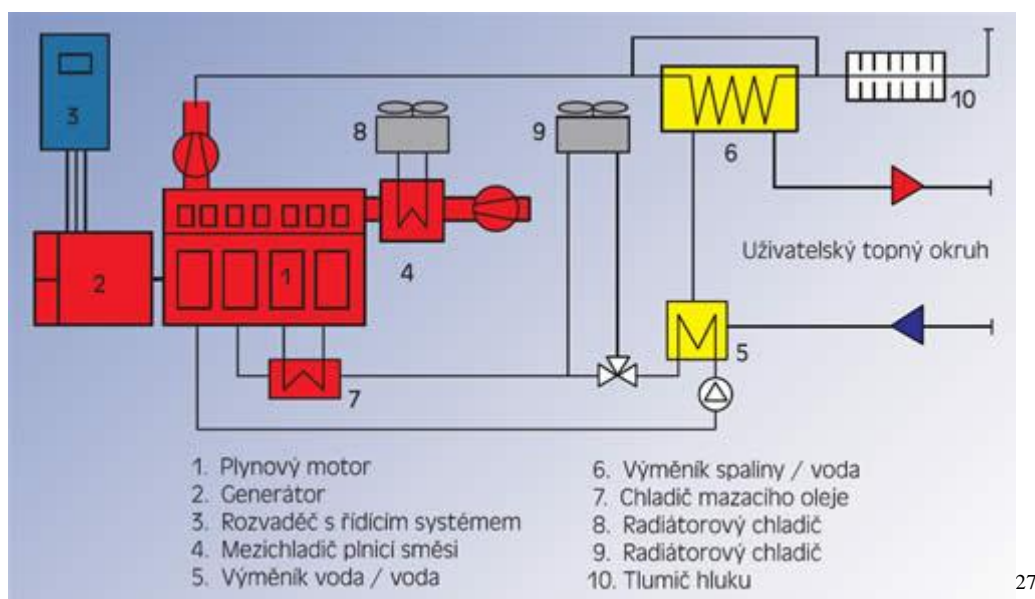
Výhodou tohoto zdroje je, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, který nemá negativní dopady na životní prostředí. Nejsou zde žádné emise a znečišťující látky. Solární soustava potřebuje pro svůj provoz pomocnou elektrickou energii, např. na oběh čerpadla, ale to je pouze 1% z využitelných zisků této soustavy. Problém většího rozvoje solárních systémů na bytových domech je instalace, která bývá omezena výtahovými šachtami, anténami i dalším zařízením. Vhodné je vést potrubí s pracovní kapalinou po obvodovém plášti budovy, například vedle komínu plynové kotelny. Na ploché střeše je možné kolektory instalovat přímo na jih, což přináší největší solární zisky.²⁶ Problém bývá vlastnická struktura v bytovém domě. Jedná se mnohdy o složitou domluvu mezi spoluvlastníky a fakt, že se jedná o další systém v domě, který by se měl provozovat. Solární systém má větší smysl u bytových domů, než je tomu tak u domů rodinných. Celý solární okruh u rodinných domů slouží totiž pouze jedné domácnosti, zatímco u bytových domů slouží tento systém více domácnostem. Tím pádem se dá říci, že u bytových domů pak při rozpočítání na jednotlivé byty vychází solární soustava levněji při stejném výkonu.

²⁶AKTIVNÍ SOLÁRNÍ ZISKY. [Http://www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z:<http://www.ekowatt.cz/uspory/aktivni-solarni-zisky.shtml>

3.8 Kogenerační jednotka

Mezi nové trendy ve vytápění a zdrojích tepla patří v poslední době kogenerační jednotky. Kogenerace je moderní, vysoce technicky pokročilý způsob výroby elektřiny a tepla. Elektrická energie a teplo se s pomocí kogenerační jednotky nevyrábí odděleně, jako je běžná praxe, ale vyrábí se najednou.

Obrázek 6: Princip kogenerace



Kogenerační motor (např. na zemní plyn) roztáčí generátor. Dochází k přeměně mechanické točivé energie na energii elektro-magnetickou. Tedy k výrobě elektrického proudu. Teplo, které motor produkuje, je prostřednictvím kapaliny předáváno do výměníku a dále využito na topení a ohřev vody, přímo do systému, anebo do akumulčního zásobníku.²⁸

Proces kogenerace nám využije odpadní teplo, které vznikne při výrobě elektřiny, jinak bez kogenerační jednotky odejde v konvenčních elektrárnách bez využití do okolního prostředí, tak je využito pouze 40% energie obsažené v palivu.

²⁷Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie. [Http://www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>

²⁸Tamtéž

Pro pohon kogenerační jednotky bývá nejčastěji využíván u bytových domů snadno dostupný zemní plyn, ale je možné v některých zařízeních využít bioplyn a skládkový plyn. Skládkový plyn nyní využívá spalovna v pražských Malešicích,²⁹ kde je kogenerační jednotka. Odpadové teplo také využívá např. Elektrárna Mělník, k vytápění severních oblastí Prahy.

Moderní technologie umožnily vytvoření malých kompaktních jednotek tzv. mikro kogenerace. Jejich malý objem umožňuje instalaci ve sklepě nebo některé nevyužité technické místnosti. Kogenerační jednotky se dají využít všude, kde je potřeba vyrábět teplo. Je to určitým způsobem mikroelektrárna, využije 85 – 95% dodaného paliva a přemění ho na tepelnou a cennější elektrickou energii. Princip kogenerace je účinným využíváním energie.

Kogenerační jednotky zatím využívají hlavně elektrárny, teplárny a některé průmyslové provozy. Až v posledních letech jsou na trhu k dispozici jednotky vhodné i pro menší výkonové instalace, a to dokonce do rodinných domů.

Platný energetický zákon 406/2000 Sb., umožňuje prodávat vyrobenou elektřinu i teplo. Ovšem v praxi je prodej tepla z malé lokální jednotky obtížně splnitelný. Aby se tomuto předešlo, je dobré navrhnout kogenerační jednotku tak, aby veškeré teplo spotřeboval provozovatel, při použití v bytových domech se tedy kogenerační jednotka spíná podle požadavku na teplo, jednotka může pokrýt základní spotřebu tepla a špičky ve spotřebě může pokrýt i další zdroj - plynový kotel.³⁰

²⁹Portál hlavního města Prahy. [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z:http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/primator_poprve_navstivil_zevo_malesice.html
³⁰BERANOVSKÝ, Jiří, Karel SRDEČNÝ a Petr VOGEL. Pasivní panelák? A to myslíte vážně?. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011, 136 s. ISBN 978-80-87333-07-5.

4 Výběr způsobu zásobování teplem

4.1 Popis bytového domu

V této práci bude dále řešen koncept k bytovému domu v ulici Vondroušova, čísla popisného 1150-1153, PSČ 163 00, Praha – Řepy. Energetická náročnost budovy je 142,9 kWh/m².rok, pro celou budovu spotřeba představuje 1059,89 MWh/rok. Tyto údaje zařazují budovu do Úsporné kategorie „C“.³¹

Panelový dům použitý v práci byl postaven v roce 1985. V roce 2011 byla dokončena rekonstrukce zahrnující kompletní zateplení a výměnu oken, po rekonstrukci byl vypracován Průkaz energetické náročnosti budovy.

Obrázek 7: Skutečné zaplacené náklady a skutečné spotřebované množství tepla

Období	Teplota		Teplá voda		Dohromady teplota a teplá voda	
	GJ	Kč	GJ	Kč	GJ	Kč
2011	705.16	504052	890.20	588658	1595,36	1092711
2012	764.70	530974	874.98	613624	1639,68	1144599
2013	864.90	571915	890.360	627473	1755.26	1199389
Průměr	778,25	535647	885.18	609918	1663,43	1145566

³²

Tabulka zobrazuje skutečné zaplacené náklady a skutečné spotřebované množství tepla pro vytápění a ohřev TUV. Údaje jsou zjištěny z fakturace Pražské teplařenské a.s.

Z tabulky vidíme, že průměrná roční spotřeba tepla a teplé vody počítaná z posledních tří let činí 1663,43 GJ, tuto hodnotu roční spotřeby použijeme pro výpočet nákladů na energii u dalších zvažovaných variant. Největší měsíční spotřeba tepla byla zaznamenána v lednu 2013, a to konkrétně 166 GJ. Největší měsíční spotřeba teplé vody byla v prosinci 2011 a činila 83.510 GJ.

³¹Průkaz energetické náročnosti budovy zpracoval Ing. Plamen Penkov CSc , 2011

³² Fakturace Pražské teplařenské, a.s.

4.2 Popis vybraných kritérií

Abychom mohli často i nesourodé varianty vzájemně porovnávat, musíme přijít na jejich společná, a pro nás důležitá, kritéria. V našem případě jsou vybrána následující: realizační cena, roční náklady na primární energie, roční náklady na provoz a servis a součet nákladu vynaložených za 15let.

4.2.1 Kritérium I. - Realizační cena

Realizační cena je celková cena výstavby systému. V případě bytového domu se jedná o důležité kritérium, navíc s velkým psychologickým dopadem, kdy se mohou lidé zaleknout vyšší ceny. Vyšší cena může také znamenat nutnost úvěrově zatížit společenství vlastníků jednotek. V této práci není uvažován státní dotační program Zelená úsporám, který může výslednou cenu hodně ovlivnit, avšak tento dotační program není garantován.

4.2.2 Kritérium II. - Roční náklady na primární energie

Roční náklady na primární energie patří mezi nejdůležitější kritérium, které spolu s cenou za realizaci tvoří hlavní informaci pro výpočet návratnosti. Vypočítá se ze součtu plateb za primární energie za rok, to v případě CZT znamená cena za teplo dodané teplárnou. U variant s vlastní plynovou kotelnou cena za dodaný plyn. U variant s kogenerační jednotkou cena za nákup plynu, od které jsou odečteny ušetřené prostředky za vyrobenou elektrickou energii. Požadovaná roční dodávka tepla na topení a teplé užitkové vody, pro kterou byly oceněny platby za energii u jednotlivých variant byla stanovena na 1663,43 GJ tepelné energie a byla vypočítána podle současné průměrné roční spotřeby za poslední tři roky dle fakturace Pražské teplárenské a.s.

4.2.3 Kritérium III. - Roční náklady na provoz a servis

Přesto, že se může zdát s porovnáním nákladů na primární energii toto kritérium zanedbatelné, má svou váhu. Může nám také pomoci k odhadu administrativní a servisních starostí, které bude mít na starosti správce domu. Náklady na provoz a servis se skládají

z elektrické energie, technologické vody, pojištění zařízení, mzdy a odvody obsluhy, správní režie, výrobní režie, opravy a údržba zařízení, servis a revize zařízení.

4.2.4 **Kritérium IV. - Součet nákladů vynaložených za 15let**

Jedná se o součet ceny za výstavbu a všech ostatních odhadovaných nákladů za 15let provozu. Je to ukazatel dlouhodobé prospěšnosti a zhodnocení domu. V rozhodování muselo být kritérium zavedeno, aby eliminovalo vybírání pouze podle nejrychlejší návratnosti. Malá investice, byť s nejrychlejší návratností vložených prostředků, může zamezit realizaci jiné investice, u které je sice pomalejší návratnost, ale v dlouhodobějším horizontu má potenciál uspořit více peněz.

Z důvodu nejasnosti cenového trendu nebude v této práci zohledňován budoucí vývoj cen energií a investic, bude vycházeno pouze ze současného stavu cen.

Součet nákladů vynaložených za patnáct let byl zvolen jako odhad životnosti variant. Ze zkušenosti je v praxi životnost celku po výměně jednotlivých opotřebovaných komponent často daleko delší a není nutné kompletně renovovat celý systém.

4.3 **Varianty pro vícekritériální rozhodování**

Za účelem stanovení kritériálních hodnot jednotlivých variant na trhu byli osloveni působící dodavatelé. Náklady na realizaci v získaných nabídkách jsou však pouze orientační, přesnější odhad lze získat při vyhlášení výběrového řízení, dále pak v případě rozhodnutí o realizaci jsou ceny upřesněny dle zpracované projektové dokumentace.

4.3.1 **Varianta I. – CZT**

Variantou jedna se rozumí ponechání současného centralizovaného zásobování teplem. Je zajišťováno lokální blokovou plynovou kotelnou ve vlastnictví Pražské teplařské a.s. Ta pomocí dálkového rozvodu předává teplo výměňkové stanici v suterénní místnosti domu. Roční platba Pražské teplařské za kapacitu a spotřebované teplo v GJ vypočítaných z průměrné spotřeby posledních tří let činila 1145 566Kč³³ a cena dodaného

³³Fakturace Pražské teplařské 2011-2013

tepla přepočtena na GJ činí 688,68Kč.³⁴ Veškeré další provozní náklady jsou již zahrnuty v ceně. Správa domu nemá s dodávkou tepla k domovní výměňkové stanici žádné starosti.

Tabulka 1: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu

	Cena (Kč)	Roční náklady na primární energii (Kč)	Roční náklady na provoz a servis (Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (Kč)
CZT	0	1 145 566	0	17 183 490

4.3.2 Varianta II. – Plynová kotelna

Varianta představuje výstavbu vlastní plynové nízkotlaké teplovodní kotelny umístěné v suterénu domu. Kompletní nabídka od firmy Prometheus, energetické služby, a.s. je přiložena v příloze. Nabídka zahrnuje:

Součástí výstavby kotelny je:

- vyřízení stavebního povolení včetně vyhotovení potřebných dokladů,
- zpracování projektové dokumentace plynové kotelny,
- příprava místností pro plynové kotle,
- zhotovení kotelny o výkonu cca 240 kW dle projektu,
- uvedení kotelny do provozu,
- zajištění všech potřebných podkladů pro kolaudaci.
- uvedení kotelny do provozu, provedení topné zkoušky a na přání i zaškolení

Záruka na veškeré práce provedené naší společností je 60 měsíců ode dne předání díla. Záruční doba technologie (kotle, čerpadla, atd.) je dána jejími výrobci.

Doba realizace díla jsou 4 týdny od předání staveniště.

Roční náklady na údržbu, obsluhu, servis a revize jsou v nabídce odhadnuty na **50 000 Kč**

Nabídková cena za realizování investice je vč. DPH **1 581 250 Kč**.

Výpočet účinnosti přeměny GJ plynu na GJ tepla:

³⁴ Fakturace Pražské teplárenské 2011-2013

Pro potřebnou znalost účinnosti přeměny plynu na tepelnou energii:

Vycházíme z údajů v nabídce navrhované kotelny od firmy Prometheus, kdy známe spotřebu v m³ za vyrobené teplo v GJ. Nejprve je sjednocen a převeden na stejnou jednotku u roční spotřeby zemního plynu v nabídce: 51 000 m³ = 1 937GJ. Převod vychází ze vzorce,

$$1 \text{ m}^3 = 10,55 \text{ kWh}^{35}$$

Roční množství vyrobeného tepla udaného v nabídce: 1 700 GJ vydělíme spotřebou a získáme účinnost.

$$1700/1937=0,8787*100=87,87\%$$

Z nakoupeného 1GJ plynu je tedy vyrobeno 0,8778 GJ tepla.

Výpočet spotřeby plynu na srovnávané množství tepla (1663,43 GJ):

Nabídka firmy Prometheus udává spotřebu plynu na 1 700GJ vyrobeného tepla, ale pro potřebu srovnání s ostatními variantami je potřeba znát spotřebu plynu pro výrobu 1663,43 GJ tepla. Vychází se ze vztahu: spotřeba plynu*účinnost=vyrobené teplo

$$x*0,8787 = 1663,43$$

$$x=1663,43/0,8787$$

$$x=1893,1475$$

x – potřebné množství GJ plynu dodaného do plynové kotelny pro vyrobení 1663,43GJ tepla

Výpočet ročních nákladů na plyn:

Cena za GJ plynu byla zjištěna v sousedním domě, který má podobné parametry a předpokládáný stejný tarif. V období od 1.7.2011 do 30.6.2014, byla zjištěna průměrná cena za poslední tři vyúčtování 350,081Kč za GJ, tuto platbu za plyn budeme uvažovat pro všechny varianty. Cena již zahrnuje DPH.

Výpočet ceny plynu za poslední tři účtovací období

$$(379,5057 + 365,8384 + 304,8989) / 3 = 350,081 \text{ Kč}$$

³⁵PŘEVODY JEDNOTEK – M3, KWH, GJ. [Http://www.uspory.cz](http://www.uspory.cz) [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.uspory.cz/slovník-pojmu/plyn/prevody-jednotek-m3-kwh-gj>

Vychází se ze vztahu: spotřeba plynu * cena za jednotku = celkové náklady na plyn.

$$1893,1475 * 350,081 = 662754,9699 \text{ Kč}$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že při zvolení stejného dodavatele plynu jako má sousední panelový dům, budou roční náklady této varianty na primární energii činit 662754,9699 Kč.

Tabulka 2: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu

	Cena (Kč)	Roční náklady na primární energii (Kč)	Roční náklady na provoz a servis (Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (Kč)
Plynová kotelna	1 581 250	662 754	50 000	12 270 000

4.3.3 Varianta III. – Plynová kotelna doplněná o solární kolektory

Cena varianty vychází ze samotné plynové kotelny představené v první variantě plus 2 000 000 Kč za přidaný solární systém. Cena solárního systému a provozních nákladů byla odvozena ze sousedního bytového domu. Celková cena vychází tedy na 3 581 000 Kč a provozní náklady na 70 000 Kč.

Výpočet roční spotřeby plynu

Z průměrné roční spotřeby tepla 1663,43 případně 885,18 GJ na teplou užitkovou vodu. Navrhovaný solární systém je dimenzován na pokrytí 50% této roční spotřeby tepla pro TUV (solární zisk je o velikosti 442,6 GJ). Roční požadavek na teplo vyrobené kotlem u této varianty je tedy 1220,8 GJ. Panelový dům má největší spotřebu v zimě, to je období, kdy se nedá na solární systém spolehnout, dodávka solárního tepla je totiž příliš malá, proto musí být velikost kotelny stejně dimenzovaná, jako kdyby solární systém vůbec nebyl. Je tedy uvažováno o stejné kotelně se stejnou účinností jako v první variantě.

Potřebné množství tepla vyrobené kotlem / účinnost = spotřeba plynu kotlem

$$1120,8 / 0,8787 = 1275,521 \text{ GJ plynu}$$

Výpočet ročních nákladů na plyn:

Spotřeba plynu kotlem * cena za GJ plynu = roční náklady

$$1275,521 * 350,081 = 446535,6672\text{Kč}$$

Tabulka 3: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu

	Cena (Kč)	Roční náklady na primární energii (Kč)	Roční náklady na provoz a servis (Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (Kč)
Plynová kotelná doplněná o solární kolektory	3 581 250	446 535	70 000	11 329 275

4.3.4 Varianta IV. – Kogenerační jednotka

Oslovená firma Tedom má s kogeneračními jednotkami velké zkušenost. Firma Tedom vyvíjí i vlastní jednotky. V tuto dobu ale není známa jediná reference kogenerační jednotky v bytovém domě. Pro případ studovaného bytového domu je doporučena kogenerační jednotka KJ Micro T50 SP za 1 960 200Kč s DPH. Jmenovitý elektrický výkon kogenerační jednotky činí 48kW, maximální tepelný výkon 91 kW. Příkon v palivu je pak 148 kW. Podrobnější údaje jsou uvedeny v příloze.

V získané nabídce je kogenerační jednotka za cenu, která výkonově nepokryje tepelné ztráty domu a musí být doplněna plynovým kotlem, ten rovněž není v nabídce zahrnut. Chybí tedy kompletní cena investice. Pro její dopočítání bude postupováno následovně.

Cena investice

Kogenerační jednotka v nabídce má tepelný výkon 91kW, pro dopočítání výkonu na potřebnou hodnotu 240 kW, je nutné doplnit plynový kotel o výkonu 149kW, což z 62,08% odpovídá plynové kotelně z první varianty. Podle toho je lineárním poměrem připočítána odpovídající částka z ceny první varianty a je znám přibližný odhad ceny za kompletní výstavbu kotelny s kogenerační jednotkou.

Výpočet: cena kogenerační jednotky + cena plynové kotelny = celková cena investice
 $1\,960\,200 + 981\,640 = 2\,941\,840\text{Kč}$ (cena investice)

Výpočet spotřeby plynu na srovnávané množství tepla (1663,43 GJ):

Spotřeba plynu pro vyrobení stejného množství tepla u kogenerační jednotky je oproti konkurenčním kondenzačním kotlům větší, je to hlavně z důvodu využívání paliva k výrobě elektřiny.

Dle dokumentace přiložené v příloze má kogenerační jednotka tepelnou účinnost 61,6%. Celkovou tepelnou účinnost kotelný s plynovým kotlem uvažujeme stejnou jako v první variantě a to 87,87%. Je preferováno použití kogenerační jednotky, výkonnější plynový kotel je zapnut, pouze pokud nedostačuje tepelný výkon z kogenerační jednotky. Poměr vyrobeného tepla z plynového kotle je odhadnut na 20%

Výpočet: Roční spotřeba plynu kogenerační jednotkou.

$$0,8 * 1663,43 / 0,616 = 2160,2987 \text{ GJ}$$

Výpočet: Roční spotřeba plynu v plynovém kotli

$$0,2 * 1663,43 / 0,8787 = 378,6116 \text{ GJ}$$

Potřebné množství plynu dodaného variantě čtyři pro vyrobení 1663,43GJ tepla tudíž činí 2538,9103GJ

Výpočet ceny vyrobené elektrické energie.

Elektrická účinnost generátoru o výkonu 48kW u kogenerační jednotky z prospektu v příloze činí 32,5%. Vynásobením s roční spotřebou plynu v kogenerační jednotce dostaneme GJ vyrobené elektrické energie. Jednotky v GJ jsou následně přepočítány³⁶ na vhodnější jednotky, kWh.

$$0,325 * 2160,2987 = 702,0971 \text{ GJ}$$

$$702,0971 \text{ GJ} / 3,6 = 195,027 \text{ MWh} = 195\,027 \text{ kWh}$$

Ušetřené prostředky za elektřinu

Státní podpora kombinované výroby elektřiny a tepla je v ČR řešena Zeleným bonusem, je vyplácen od provozovatele přenosové nebo regionální distribuční soustavy v případě,

³⁶Používané jednotky spotřeby tepla. [Http://www.cez.cz/](http://www.cez.cz/) [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/teplarenska/cs/radce/energeticka-gramotnost/pouzivane-jednotky-spotreby-tepla.html>

kdy vyrobenou elektřinu spotřebuje sám výrobce. To není problém u subjektů, jako jsou firmy nebo jiní odběratelé s velkou spotřebou elektřiny. V bytovém domě, kde mají jednotlivé byty různé dodavatele, se nenabízí žádné jednoduché řešení.

Mimo využití zeleného bonusu se nabízí možnost přímého odkupu elektrické energie distributorem soustavy. Není však vyplácena státní podpora a cena odkupu je ovlivněna garantováním dodávek ve stanovených časových úsecích. Ve sledovaném případě bytového domu je však preferováno spínání kogenerační jednotky podle potřeby tepla v bytovém domě a nikoliv podle potřeby distributora a aktuální ceny elektřiny na trhu. V tomto případě se cena výkupu pohybuje podle času dodávky mezi 0,5-1,5Kč/kWh. Pro výpočet je tedy konzervativně uvažována výkupní cena 1Kč jako odhad prodejní ceny z negarantované dodávky. Z celkového prodaného množství elektřiny je tedy vypočtena tržba pouze 195027 Kč.

Souhrnné roční náklady na plyn a vyrobenou elektřinu u vytápění kogenerační jednotkou

Cena za nákup plynu, od které jsou odečteny prostředky získané prodejem elektrické energie.

Náklady na spotřebovaný plyn

$$2538,9103\text{GJ} * 350,081 = 888\,824,26\text{Kč}$$

Celkové náklady na spotřebovaný plyn – částka získaná prodejem elektřiny = náklady na primární energii

$$888\,824,26\text{Kč} - 195\,027\text{Kč} = 693\,797,26\text{Kč}$$

Provoz a servis

Cena servisu byla v nabídce odhadnuta na 0,38 Kč/kWh vyrobenou (zahrnuje práci, dopravu, ND, náplně, bez GO). To činí 74109 + 31000 za pomocný plynový kotel, to dělá v součtu 105 109Kč.

Tabulka 4: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu

	Cena (Kč)	Roční náklady na primární energii (Kč)	Roční náklady na provoz a servis (Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (Kč)
Kogenerační jednotka	2 585 200	693 800	105 109	14 568 800

4.4 Metoda stanovení vah pomocí Saatyho metody

Pro potřebu rozlišení důležitosti je aplikována Saatyho metoda. Tato metoda poměřuje kritéria mezi sebou a určí jejich důležitost pomocí preferenčních bodů.

Cena je slabě preferovaná před ročními náklady na provoz a servis z důvodu velké investované částky pro realizaci investice.

Roční náklady na primární energii jsou téměř slabě preferovány před cenou, z důvodu podobné velikosti s realizační cenou, přičemž roční náklady na primární energii jsou placeny každý rok, zatímco realizační cena jen jednou.

Kritérium součet ročních nákladů na primární energii je silně preferováno před kritériem roční náklady na provoz a servis, protože obě částky jsou placeny ročně, přičemž roční náklady na primární energii jsou v průměru 13x větší.

Kritérium součet nákladů za 15 let je považováno za nejvíce důležité, protože reálně ukáže celkové náklady za celou dobu životnosti dané varianty, proto je preferováno před všemi ostatními kritérii.

Tabulka 5: Aplikovaná Saatyho metoda

	Cena (100 tis. Kč)	Roční náklady na primární energie (100 tis. Kč)	Roční náklady na provoz a servis (tis. Kč)	Součet nákladu vynaložených za 15let (milióny Kč)	Rij	Vij
Cena (100 tis. Kč)	1	0,5	3	0,333333333	0,840896415	0,1645
Roční náklady na primární energie (100 tis. Kč)	2	1	5	0,5	1,495348781	0,2926
Roční náklady na provoz a servis (tis. Kč)	0,333333333	0,2	1	0,166666667	0,324667915	0,0635
Součet nákladu vynaložených za 15let (milióny Kč)	3	2	6	1	2,449489743	0,4793
				Suma	5,110402855	

Po získání vah kritérii je možné přistoupit k výpočtu pomocí metody váženého součtu.

4.5 Aplikace metody WSA

Na základě předchozí analýzy byla doplněna data do vstupní tabulky metody váženého součtu. V levém sloupci jsou vypsány varianty. V horním řádku jsou vypsána kritéria a pod nimi jejich hodnoty.

Tabulka 6: Vstupní tabulka WSA

Metoda váženého součtu				
	Cena (100 tis. Kč)	Roční náklady na primární energii (100 tis. Kč)	Roční náklady na provoz a servis (tis. Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (milióny Kč)
CZT	0,00	11,46	0,00	17,18
Plynová kotelna	15,81	6,63	50,00	12,27
Plynová kotelna doplněná o solární kolektory	35,81	4,47	70,00	11,33
Kogenerační jednotka	25,85	6,94	105,11	14,57
Povaha	min	min	min	min
Váhy	0,1645	0,2926	0,0635	0,4793

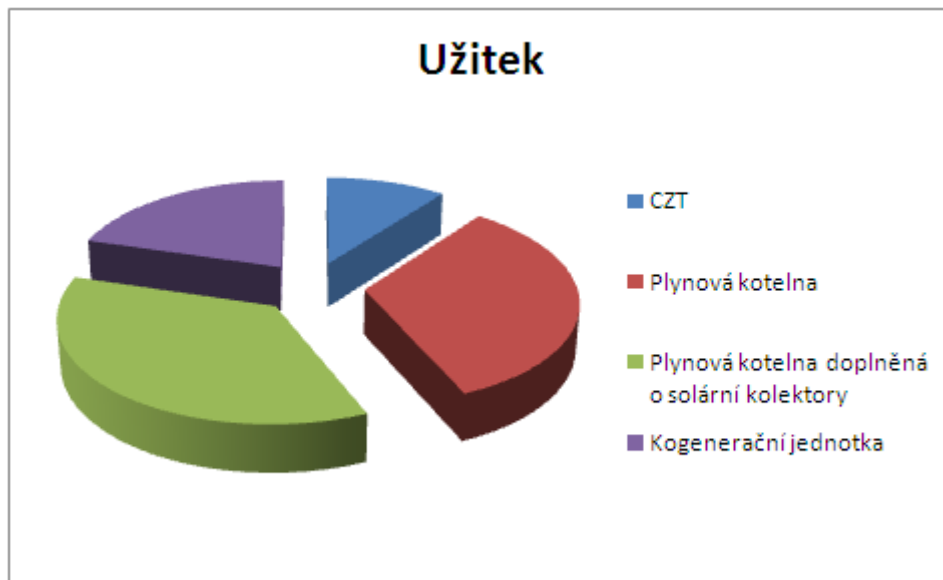
Tabulka 7: Výsledná tabulka WSA

Metoda váženého součtu						
	Cena (100 tis. Kč)	Roční náklady na primární energii (100 tis. Kč)	Roční náklady na provoz a servis (tis. Kč)	Součet nákladů vynaložených za 15let (milióny Kč)	Užitek	Pořadí
CZT	1	0	1	0	0,2280	4
Plynová kotelna	0,5585	0,6907	0,5243	0,8389	0,7294	2
Plynová kotelna doplněná o solární kolektory	0	1	0,3340	1	0,7931	1
Kogenerační jednotka	0,2781	0,6463	0	0,4466	0,4490	3
Povaha	min	min	min	min		
Váhy	0,1645	0,2926	0,0635	0,4793		
Hj	0,00	4,47	0,00	11,33		
Dj	35,81	11,46	105,11	17,18		

Po výpočtu metody váženého součtu vyšla jako kompromisní varianta plynová kotelna doplněná o solární kolektory s výsledným užitekem 79,31%. Těsně za kompromisní variantou se umístila varianta plynová kotelna s užitekem 72,94%. Poměrně špatně dopadla

varianta, kogenerační jednotka a varianta CZT. Oběma dvěma variantám vyšel užitek pod 50%, a to konkrétně 44,9% variantě kogenerační jednotka a 22,8% variantě CZT.

Graf 1: Užítky jednotlivých variant



4.6 Analýza ekonomických ukazatelů doporučeného způsobu zásobování teplem

V kapitole návratnost investice je pracováno s variantami, které získaly užitek větší než 70%. Užitek větší než 70% získaly varianty plynová kotelna a plynová kotelna doplněná o solární kolektory. Výjimkou je ukazatel, který pro přehlednost srovnává cenu tepla všech variant podle přepočtené ceny za GJ.

4.6.1 Cena tepla

Cena za 1GJ tepla je klíčovým ukazatelem, který bude rozhodujícím činitelem i v budoucnu. Tento údaj je srozumitelným parametrem pro naše dlouhodobé rozhodnutí. Hodnoty ve výpočtu jsou na roční bázi. Odpisy variant jsou rozpočítány do horizontu 15let, což je minimální doba, která je uvažována jako životnost variant bez generální opravy. Pro potřebu srovnání cen se současným CZT, u variant které nevyžadují realizační investici, je vhodné do ceny tepla k odpisům započítat i zaplacené úroky z úvěru (RPSN 5%). U varianty 2 je brán na vědomí 5letý úvěr, u další varianty pak úvěr 7letý. Úroky jsou rovnoměrně rozpočítány do horizontu 15 let. Pro výpočet ceny tepla v Kč/GJ bylo

postupováno následovně: (náklady na plyn v Kč + provozní náklady + roční hodnota odpisů v Kč – u varianty4 obdržené prostředky za prodanou elektřinu v Kč) / vyrobené teplo v GJ

Varianta 1, CZT

688,7 Kč/GJ

Varianta 2, Plynová kotelna

$662754,97 + 50000 + 105400 / 1663,43 = 491,85 \text{ Kč/GJ}$

Po započítání zaplacených úroků: 500,23 Kč/GJ

Varianta 3, Plynová kotelna doplněná o solární systém

$446535,67 + 70000 + 238733,33 / 1663,43 = 454,04 \text{ Kč/GJ}$

Po započítání zaplacených úroků: 475,46 Kč/GJ

Varianta 4, Kogenerační jednotka

$888824,26 + 105\ 109 + 196122,666 - 195027 / 1663,43 = 598,18 \text{ Kč/GJ}$

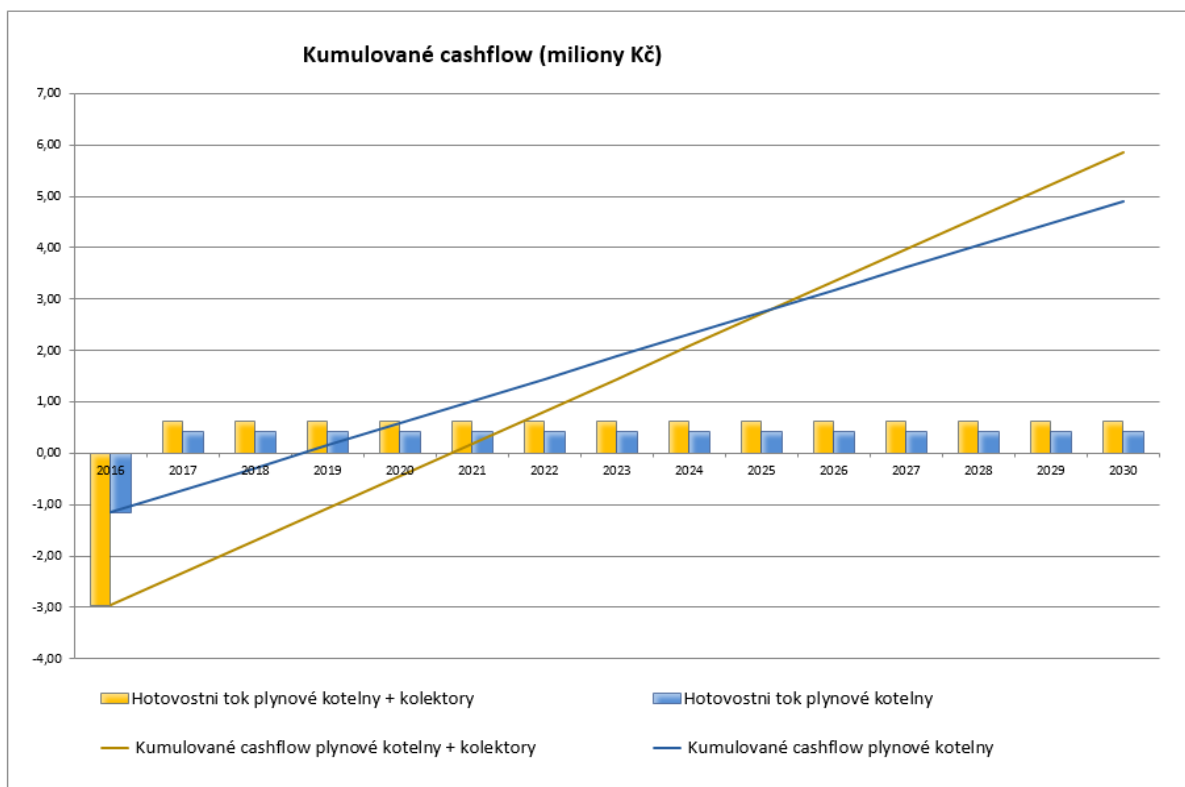
Po započítání zaplacených úroků: 617,66 Kč/GJ

4.6.2 Cash flow

Pro znázornění návratnosti investice byla zvolena metoda kumulovaného cashflow, byla vytvořena rozdílem výdajů mezi stávajícím systémem a porovnávanými variantami.

Hotovostní tok je v prvním roce tvořen pořizovacími náklady, v dalších letech je tvořen rozdílem ročních nákladů mezi původním CZT a zvažovanými variantami, hodnotu chápeme jako relativní úsporu nákladů považující se za zisk. Na grafu kumulovaného cashflow je dobře vidět doba návratnosti variant. U plynové kotelny je doba návratnosti vypočtena na 3,68 let a u kotelny doplněné o solární kolektory je doba návratnosti vypočtena na 5,68 let. Zároveň je z grafu patrné, že i přes 1,54x delší dobu návratnosti se celkově ušetří více finančních prostředků volbou varianty plynová kotelna doplněná o solární kolektory.

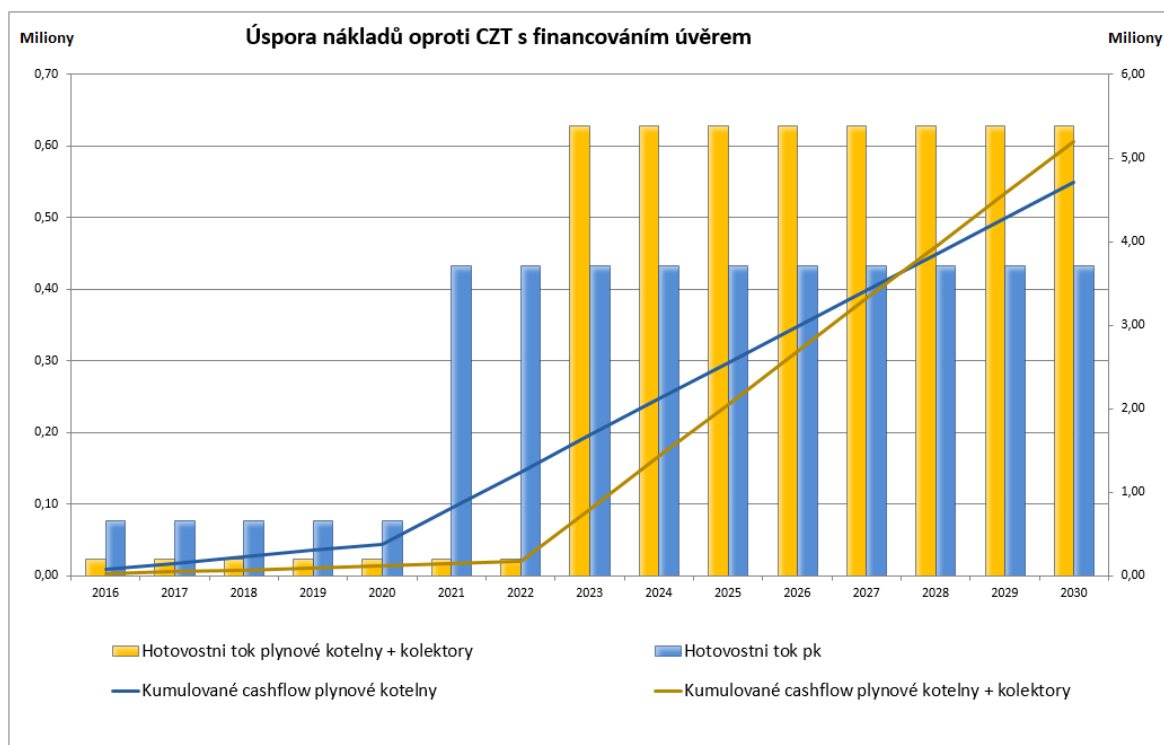
Graf 2: Kumulované cashflow



4.6.3 Vliv investice na objem prostředků placených obyvateli domu

Jeden z nejdůležitějších ukazatelů, který obyvatele bytového domu bude nejvíce zajímat, je to, jak se změní jejich měsíční platby na vytápění, ohřev TUV a fond oprav. Bytový dům nemá na účtu dostatek hotovostních prostředků. Investice bude tudíž řešena úvěrem s RPSN 5%. Délka splácení úvěru bude zvolena podle toho, aby splátky byly menší než očekávaný výnos investice. Cena jednorázové investice je díky úvěru rozpočítána pro plynovou kotelnu na 5 let (roční platba úvěru bude činit 298 354 Kč). Pro plynovou kotelnu doplněnou o solární kolektory je zvolena délka splácení na 7 let (roční platba úvěru 506 135 Kč). V obou případech je plánovaná roční úspora větší než splátky úvěru. To znamená, že vybudování investice nebude mít negativní vliv na platby, které platí obyvatelé domu. Součet plateb do fondu oprav a zálohových plateb na teplo a TUV může zůstat v současné výši tak, jako by žádný úvěr nebyl. O tyto částky bude možné po splacení úvěru snížit platby do fondu oprav a zálohových plateb na teplo a TUV až do konce životnosti dané varianty.

Graf 3: Úspory nákladů oproti CZT s financováním úvěrem



5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provést rozbor investičního záměru odpojení od CZT u pražského panelového domu a najít vhodnou alternativu současného systému zásobování tepla a teplé vody pomocí vícekritériálního rozhodování, a tuto alternativu porovnat se stávající koncepcí.

Byla vytvořena množina variant teplotních koncepcí, z které bylo vybíráno. Pomocí metody váženého součtu byly pro dobrý výsledek vybrány varianty, které měly užitek větší než 70%. Byly to varianty plynová kotelna a plynová kotelna doplněná o solární systém přehřívající teplou užitkovou vodu.

Poslední kapitola se podrobněji zaměřila na ekonomický vliv investic. Byly představeny přepočítané platby za GJ tepla, kde dopadl nejhůře současný způsob, centralizovaného zásobování teplem.

Pomocí grafické analýzy dvou výsledných variant byla zobrazena roční změna cashflow, kde na stejném grafu je pro obě varianty také znázorněno kumulované cashflow. Na první pohled je patrná rychlejší návratnost levnější investice v podobě plynové kotelny. Zároveň si lze všimnout, že v průběhu životnosti kotelen přinese větší celkovou úsporu dražší investice, a to varianta plynové kotelny doplněná o solárním kolektory.

Na druhém grafu byla znázorněna finanční zátěž pro obyvatele daného panelového domu. Z grafu je patrné, že pokud se vhodně vybere délka úvěrového splácení, vliv úspory se již od prvního měsíce drží v kladných číslech, a to i přes splácení úvěru.

Teplárenství je obor finančně náročný, proto může být určitou překážkou při realizaci projektů. Teplárenství není odvětvím, kde by mohl investor očekávat zisk za pár měsíců, ale spíše v delším časovém horizontu.

Doporučuji odpojení od centralizovaného zásobování teplem, i když toto řešení s sebou samozřejmě nese určité problémy. Jak je patrné, z jednotlivých kapitol této práce je nutné se zamyslet a poradit s odborníkem a projektantem při vybírání vhodné varianty nového zdroje. Osobně doporučuji k realizaci představenou variantu s plynovou kotelnou doplněnou o solární kolektory k přehřevu TUV. Sousední dům, kde je obdobná varianta v provozu referuje kladný ohlas. V případě zájmu doporučuji vyhlásit výběrové řízení a před samotným odpojením a jakýmkoliv závazným rozhodnutím na shromáždění vlastníků jednotek, musejí mít vlastníci prostor k seznámení s konkrétní nabídkou od vybrané firmy.

Seznam použitých zdrojů

Knížní publikace

1 BERANOVSKÝ, Jiří, Karel SRDEČNÝ a Petr VOGEL. Pasivní panelák? A to myslíte vážně?. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011, 136 s. ISBN 978-80-87333-07-5.

1 BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena a Ing. Milan HOUŠKA, PH.D. Základní metody operační analýzy. první, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003. ISBN 978-80-21-0951-7.

1 BROŽOVÁ, CSC., Doc. RNDr. Helena, Doc. Ing. Milan HOUŠKA, CSC. a Doc. Ing. Tomáš ŠUBRT, PH.D. Modely pro vícekritériální rozhodování. první vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

1 DUFKA, Jaroslav. Hospodárné vytápění domů a bytů. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 112 s. ISBN 978-80-247-2019-7.

1 FIALA, Petr. Vícekritériální rozhodování. dotisk. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997, 316 s. ISBN 80-707-9748-7.

1 FIEDLER, J. Centrální zásobování teplem nebo tepelná čerpadla. TZB- info, 2014, roč. 2014, č. 8, s. 1-7. ISSN: 1801- 4399.

1 Historie a budoucnost dálkového vytápění. [Http://www.naseteplo.cz/](http://www.naseteplo.cz/) [online]. [cit. 2015-02-04]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2020>

1 KAUFMANN, Pavel. Vývoj teplárenství v České republice. PRO-ENERGY magazín. 2007, 18-21.

1 Obnovitelné zdroje elektrické energie, autoři Petr Mastný, Jiří Drápela, Stanislav Mišák, Jan Macháček, Michal Ptáček, Lukáš Radil, Tomáš Bartošík, Tomáš Pavelka ISBN 978-80-01-04937-2.

1 ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Internetové zdroje

1 Alternativa k centralizovanému zásobování teplem pro panelové domy Zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7234-alternativa-k-centralizovanemu-zasobovani-teplem-pro-panelove-domy>. [Http://vytapani.tzb-info.cz](http://vytapani.tzb-info.cz) [online]. 2011 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7234-alternativa-k-centralizovanemu-zasobovani-teplem-pro-panelove-domy>

EkoWATT, Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie. [Http://www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>

1Portál hlavního města Prahy. [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z:http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/primator_poprve_navstivil_zevo_malesice.html

1 Princip kondenzačního kotle a jeho výhody. [Http://www.thermona.cz/](http://www.thermona.cz/) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/princip-kondenzacniho-kotle-jeho-vyhody>

1 Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>. [Http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/) [online]. 2004 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>

1 Solární ohřev, Solární systémy, Solární panely. [Http://www.regulus.cz/](http://www.regulus.cz/) [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/solarni-systemy>

1Teoretické základy kondenzační techniky: Základy hydraulického zapojování kondenzační techniky.JOSGAZ,s.r.o.: Postaráme se o teplo vašeho domova [online]. © 2015 JOSGAZ, s.r.o. [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: <http://www.josgaz.cz/file.php?nid=9759&oid=2303611>

1Používané jednotky spotřeby tepla. [Http://www.cez.cz/](http://www.cez.cz/) [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/teplarenska/cs/radce/energeticka-gramotnost/pouzivane-jednotky-spotreby-tepla.html>

1PŘEVODY JEDNOTEK – M3, KWH, GJ. [Http://www.uspory.cz](http://www.uspory.cz) [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.uspory.cz/slovník-pojmu/plyn/prevody-jednotek-m3-kwh-gj>

1 Úvaha o kondenzačních plynových kotelnách. [online]. 2008 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z:<http://www.jaktodelaji.cz/jak-to-delat/clanek/Úvaha-o-kondenzacnich-plynovych-kotelnach>

6 Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

6.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Kriteriaální matice.....	12
Obrázek 2: Saatyho stupnice.....	14
Obrázek 3: Příklad na zjišťování preferencí dvojic kritérií metodou Saatyho	15
Obrázek 4: Princip kondenzačního ohřevu	19
Obrázek 5: Intenzita slunečního záření v ČR	21
Obrázek 6: Princip kogenerace	22
Obrázek 7: Skutečné zaplacené náklady a skutečné spotřebované množství tepla	24

6.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu.....	27
Tabulka 2: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu.....	29
Tabulka 3: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu.....	30
Tabulka 4: Souhrn vstupních hodnot metody váženého součtu.....	33
Tabulka 5: Aplikovaná Saatyho metoda	33
Tabulka 6: Vstupní tabulka WSA	34
Tabulka 7: Výsledná tabulka WSA.....	34

6.3 Seznam grafů

Graf 1: Užítky jednotlivých variant	35
Graf 2: Kumulované cashflow	37
Graf 3: Úspory nákladů oproti CZT s financováním úvěrem.....	38

6.4 Seznam příloh

Příloha 1.....	44
Příloha 2.....	48

7 Přílohy

Příloha 1



NABÍDKA ENERGETICKÝCH SLUŽEB

VÝSTAVBA TEPELNÉHO ZDROJE

Předmět nabídky:

Zajištění výstavby plynové nízkotlaké teplovodní kotelny pro vytápění objektu Vondroušova 1150 - 1153, Praha 6 - Řepy

Zákazník:

Společenství vlastníků pro dům Vondroušova 1150 - 1153
Vondroušova 1150 - 1153, Praha 6 - Řepy

Zpracoval:

Ing. Michal Paulík
Prometheus, energetické služby, a.s., člen koncernu Pražská plynárenská, a.s.
Mobil: 725 196 547
e-mail: michal.paulik@ppas.cz

Zpracováno dne:

8. 1. 2015

1. Profil společnosti

Společnost Prometheus, energetické služby, a.s., člen koncernu Pražská plynárenská, a.s. (dále jen **Prometheus**) je součástí koncernu Pražská plynárenská, a.s., na trhu energetických služeb působí již více než patnáct let.

Společnost Prometheus zajišťuje:

- provoz a výstavbu plynových kotelen,
- výrobu a prodej tepelné energie,
- energetické hospodářství velkoobjemových prostor (výrobní haly, sklady, sportovní zařízení apod.),
- prodej plynových spotřebičů,
- zavádění nových technologií (kogenerace, trigenerace, tepelná čerpadla),
- projekční a inženýrskou činnost,
- poradenství v oblasti energetického hospodářství.

2. Předmět nabídky

Předmětem této nabídky je zajištění výstavby plynové nízkotlaké teplovodní kotelny o celkovém instalovaném výkonu cca 240 kW pro vytápění bytového domu SVJ Vondroušova 1150 – 1153, Praha 6 – Řepy. Stávající plynová přípojka by měla být dostačující.

Součástí výstavby kotelny je:

- vyřízení stavebního povolení včetně vyhotovení potřebných dokladů,
- zpracování projektové dokumentace plynové kotelny,
- příprava místností pro plynové kotle,
- zhotovení kotelny o výkonu cca 240 kW dle projektu,
- uvedení kotelny do provozu,
- zajištění všech potřebných podkladů pro kolaudaci.
- uvedení kotelny do provozu, provedení topné zkoušky a na přání i zaškolení obsluhy.

3. Ekonomická část nabídky

3.1 Nabídková cena

Nabídková cena předmětu nabídky činí:

Nabídková cena bez DPH*	1 375 000 Kč
DPH 15 %	206 250 Kč
Nabídková cena vč. DPH	1 581 250 Kč

***) NABÍDKOVÁ CENA BUDE UPŘESNĚNA PO ZPRACOVÁNÍ
PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE PLYNOVÉ KOTELNY**

Smlouva, platební podmínky

Před vlastní realizací předmětu nabídky je se zákazníkem uzavřena smlouva o dílo, která obsahuje konečnou cenu k předmětu nabídky včetně připočtení DPH v zákonné výši. Tato cena může být vypořádána buď jednorázově na základě daňového dokladu vystaveného zhotovitelem, ve smluvně stanovené lhůtě splatnosti, nebo může zákazník využít výhodné nabídky financování naší společnosti.

Nabídka financování spočívá ve stanovení splátkového kalendáře ke konečné ceně za zhotovení předmětu nabídky. Uvedený splátkový kalendář je součástí smlouvy o dílo. Zákazník si může zvolit délku splátkového kalendáře v rozsahu 1 – 5 let, přičemž minimální požadovaná výše první mimořádné splátky (anuity) je 20 % z konečné ceny předmětu nabídky.

3.2 Všeobecná část nabídky

Záruka na veškeré práce provedené naší společností je 60 měsíců ode dne předání díla. Záruční doba technologie (kotle, čerpadla, atd.) je dána jejími výrobci.

Doba realizace díla jsou 4 týdny od předání staveniště.

Další podrobnosti budou přesně specifikovány ve smlouvě o dílo.

Nabídka splátkového prodeje

SVJ Vondroušova 1150 - 1153, Praha - Řepy



Zákazník: SVJ Vondroušova

Cena bez DPH (Kč) 1 375 000 Kč

Sazba DPH (%) 15%

Cena včetně DPH (Kč) 1 581 250 Kč

Záloha (%) 20%

Záloha (Kč) 316 000 Kč

Úroková sazba (% p.a.) 5%

Počet splátek (měsíce)	12	18	24	36	48	60
Celkem k úhradě vč. zal. bez DPH (Kč)	1 375 000	1 375 000	1 375 000	1 375 000	1 375 000	1 375 000
Celkem k úhradě vč. zal. vč. DPH (Kč)	1 581 250	1 581 250	1 581 250	1 581 250	1 581 250	1 581 250
Výše měsíční splátky (Kč/měsíc)	108 315	73 107	55 508	37 921	29 138	23 877
Celkem k úhradě vč. zapl. úroků	1 615 778	1 631 923	1 648 199	1 681 144	1 714 615	1 748 610
Koeficient navýšení	1,02	1,03	1,04	1,06	1,08	1,11

Vypracoval/dne:

Ing. Michal Paulik

8.1.2015

Tepelný systém

Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu (získaného chlazením spalovacího motoru, spalin a generátoru) tvořen hydraulickým okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky do topného systému uživatele. Jednotka umožňuje provoz v různých teplotních režimech. Tepelný systém jednotky je vybaven oběhovým čerpadlem.

Parametry hydraulického okruhu:

tepelný výkon okruhu	91kW
jmenovitý průtok	1,1 kg/s
max. pracovní tlak	600 kPa
vodní objem okruhu v KJ	28 l
tlaková ztráta při jmenovitém průtoku ¹⁾	35 kPa
tlaková rezerva při jmenovitém průtoku ²⁾	80 kPa
maximální teplota vratné vody	70 °C
min. přípustná teplota vratné vody	40 °C
jmenovitý teplotní spád	20 K

1) pokud není použito čerpadlo okruhu

2) pokud je použito čerpadlo okruhu

Není-li v okrajových provozních režimech možné odvést celý tepelný výkon okruhu, lze výkon, nebo jeho část odvádět chladičí jednotkou pro nouzové chlazení, kterou lze samostatně dodat.

Palivo, přívod plynu

Technické parametry uvedené v této specifikaci jsou platné pro zemní plyn o dále uvedených vlastnostech.

výhřevnost	34 MJ/m ³
min. metanové číslo	80
tlak plynu	2 ÷ 10 kPa
max. změna tlaku plynu při změnách spotřeby	10 %
max. teplota	30 °C

Plynová trasa jednotky je sestavena v souladu s TPG 811 01 a obsahuje čistič plynu, sdruženou multifunkční plynovou amaturu, která plní funkce:

- zdvojeného rychlouzavíracího elektromagnetického ventilu pro uzavření přívodu plynu při vypnutí jednotky
- regulaci tlaku plynu vhodnou pro směřování
- pružné spojení kovovou hadicí se směšovačem spalovacího motoru

Pro správný provoz kogenerační jednotky je požadována plynová přípojka o patřičné dimenzi s přiměřeným akumulacním objemem, aby nedošlo k poklesu tlaku plynu v rozvodu v době skokového odběru plynu. Plynová přípojka musí být zakončena ručním plynovým uzávěrem a opatřená tlakoměrem.

Spalovací vzduch, odvod spalin a kondenzátu

Spalovací vzduch je nasáván ze studeného prostoru KJ. Spaliny jsou z jednotky odváděny potrubím (spalinovodem) napojeným na přírubu jednotky. Spalinovod od příruby KJ po sopouch musí být těsný. Spádování spalinovodu musí být směrem od jednotky. Případně vzniklý kondenzát je při provozu jednotky odpařován a odchází společně se spalinami. Materiál spalinovodu a tepelná izolace spalinovodu ve strojovně musí být odolná teplotám do 200°C. Maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby jednotky nesmí být větší než 10 mbar. Konstrukce stroje nevyžaduje nucenou ventilaci.

množství spalovacího vzduchu	150 Nm ³ /h
požadovaná teplota spal. vzduchu	od 10 do 35 °C
teplota spalin jmen / max	110/140 °C
max. protitlak spalin za přírubou	10 mbar
množství spalin	164Nm ³ /h

Náplně

množství mazacího oleje v motoru	50 l
objem rozšiřující olejové nádrže	60 l
množství chladičí kapaliny v primárním okruhu	16 l

Topná voda pro náplň hydraulického okruhu musí být upravená, její složení musí odpovídat dokumentu „Technické instrukce“.

Hlukové parametry

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřících míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862. Hluk obsahuje tónovou složku o frekvenci 50 Hz.

protihlukový kryt kogenerační jednotky v 1 m	65dB(A)*
vývod spalin v 1m od příruby	62 dB(A)*

*orientační hodnoty

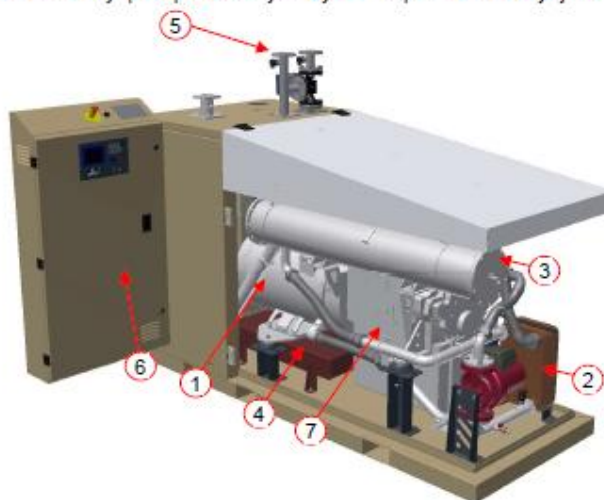
Barevné provedení

motor, generátor, vnitřní části jednotky, rám a nádrž	RAL 7035 (bílá)
protihlukový kryt	RAL 1001, 1013 (béžová)

Orientační popis KJ

Jednotka je tvořena soustrojím motor-generátoru, kompletním tepelným zařízením, včetně elektrorozváděče umožňující paralelní chod se sítí 400V/50Hz. Veškeré prvky jsou zastavěny pod protihlukovým krytem. Teplovodní okruhy jsou přizpůsobeny teplotnímu spádu 20K.

- 1) generátor
- 2) deskový výměník
- 3) spalínový výměník
- 4) olejová nádrž
- 5) připojovací rozhraní (viz poslední list)
- 6) elektrický rozváděč
- 7) spalovací motor



Motor

K pohonu jednotky je použit plynový spalovací motor E0834 E302 výrobek fy MAN, Německo se základními parametry dle uvedeného přehledu:

počet válců	4
uspořádání válců	v řadě
vrtání x zdvih	108 x 125 mm
zdvihový objem	4580 cm ³
kompresní poměr	13 : 1
otáčky	1500 min ⁻¹
spotřeba oleje	1,4 g/kWh
max. výkon motoru	54 kW

Generátor

Zdrojem elektrické energie je synchronní generátor typ ATEW 34/4 1L, výrobek firmy Zanardi, Itálie, se základními parametry podle uvedeného přehledu:

výkon generátoru	56kW/70 kVA
cos φ	1 / 0,8
účinnost v pracovním bodě	92,8 %
napětí	400 V
frekvence	50 Hz



ilustrační obrázek

Tepelný systém

Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu (získaného chlazením spalovacího motoru, spalín a generátoru) tvořen hydraulickým okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky do topného systému uživatele. Jednotka umožňuje provoz v různých teplotních režimech. Tepelný systém jednotky je vybaven oběhovým čerpadlem.

Parametry hydraulického okruhu:

tepelný výkon okruhu	91kW
jmenovitý průtok	1,1 kg/s
max. pracovní tlak	600 kPa
vodní objem okruhu v KJ	28 l
tlaková ztráta při jmenovitém průtoku ¹⁾	35 kPa
tlaková rezerva při jmenovitém průtoku ²⁾	80 kPa
maximální teplota vratné vody	70 °C
min. přípustná teplota vratné vody	40 °C
jmenovitý teplotní spád	20 K

1) pokud není použito čerpadlo okruhu

2) pokud je použito čerpadlo okruhu

Není-li v okrajových provozních režimech možné odvést celý tepelný výkon okruhu, lze výkon, nebo jeho část odvádět chladicí jednotkou pro nouzové chlazení, kterou lze samostatně dodat.

Palivo, přívod plynu

Technické parametry uvedené v této specifikaci jsou platné pro zemní plyn o dále uvedených vlastnostech.

výhřevnost	34 MJ/m ³
min. metanové číslo	80
tlak plynu	2 ± 10 kPa
max. změna tlaku plynu při změnách spotřeby	10 %
max. teplota	30 °C

Plynová trasa jednotky je sestavena v souladu s TPG 811 01 a obsahuje čistič plynu, sdruženou multifunkční plynovou amaturu, která plní funkce:

- zdvojeného rychlouzavíracího elektromagnetického ventilu pro uzavření přívodu plynu při vypnutí jednotky
- regulaci tlaku plynu vhodnou pro směřování
- pružné spojení kovovou hadicí se směšovačem spalovacího motoru

Pro správný provoz kogenerační jednotky je požadována plynová přípojka o patřičné dimenzi s přiměřeným akumulacním objemem, aby nedošlo k poklesu tlaku plynu v rozvodu v době skokového odběru plynu. Plynová přípojka musí být zakončena ručním plynovým uzávěrem a opatřená tlakoměrem.

Spalovací vzduch, odvod spalín a kondenzátu

Spalovací vzduch je nasáván ze studeného prostoru KJ. Spaliny jsou z jednotky odváděny potrubím (spalinovodem) napojeným na přírubu jednotky. Spalinovod od příruby KJ po sopouch musí být těsný. Spádování spalinovodu musí být směrem od jednotky. Případně vzniklý kondenzát je při provozu jednotky odpařován a odchází společně se spalínami. Materiál spalinovodu a tepelná izolace spalinovodu ve strojovně musí být odolná teplotám do 200°C. Maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby jednotky nesmí být větší než 10 mbar. Konstrukce stroje nevyžaduje nucenou ventilaci.

množství spalovacího vzduchu	150 Nm ³ /h
požadovaná teplota spal. vzduchu	od 10 do 35 °C
teplota spalín jmen / max	110/140 °C
max. protitlak spalín za přírubou	10 mbar
množství spalín	164Nm ³ /h

Náplně

množství mazacího oleje v motoru	50 l
objem rozšiřující olejové nádrže	60 l
množství chladicí kapaliny v primárním okruhu	16 l

Topná voda pro náplň hydraulického okruhu musí být upravená, její složení musí odpovídat dokumentu „Technické instrukce“.

Hlukové parametry

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřících míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862. Hluk obsahuje tónovou složku o frekvenci 50 Hz.

protihlukový kryt kogenerační jednotky v 1 m	65dB(A)*
vývod spalín v 1m od příruby	62 dB(A)*

*orientační hodnoty

Barevné provedení

motor, generátor, vnitřní části jednotky, rám a nádrž	RAL 7035 (bílá)
protihlukový kryt	RAL 1001, 1013 (béžová)

Tepelný systém

Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu (získaného chlazením spalovacího motoru, spalin a generátoru) tvořen hydraulickým okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky do topného systému uživatele. Jednotka umožňuje provoz v různých teplotních režimech. Tepelný systém jednotky je vybaven oběhovým čerpadlem.

Parametry hydraulického okruhu:

tepelný výkon okruhu	91kW
jmenovitý průtok	1,1 kg/s
max. pracovní tlak	600 kPa
vodní objem okruhu v KJ	28 l
tlaková ztráta při jmenovitém průtoku ¹⁾	35 kPa
tlaková rezerva při jmenovitém průtoku ²⁾	80 kPa
maximální teplota vratné vody	70 °C
min. přípustná teplota vratné vody	40 °C
jmenovitý teplotní spád	20 K

1) pokud není použito čerpadlo okruhu

2) pokud je použito čerpadlo okruhu

Není-li v okrajových provozních režimech možné odvést celý tepelný výkon okruhu, lze výkon, nebo jeho část odvádět chladičí jednotkou pro nouzové chlazení, kterou lze samostatně dodat.

Palivo, přívod plynu

Technické parametry uvedené v této specifikaci jsou platné pro zemní plyn o dále uvedených vlastnostech.

výhřevnost	34 MJ/m ³
min. metanové číslo	80
tlak plynu	2 ± 10 kPa
max. změna tlaku plynu při změnách spotřeby	10 %
max. teplota	30 °C

Plynová trasa jednotky je sestavena v souladu s TPG 811 01 a obsahuje čistič plynu, sdruženou multifunkční plynovou amaturu, která plní funkce:

- zdvojeného rychlouzavíracího elektromagnetického ventilu pro uzavření přívodu plynu při vypnutí jednotky
- regulaci tlaku plynu vhodnou pro směšování
- pružné spojení kovovou hadicí se směšovačem spalovacího motoru

Pro správný provoz kogenerační jednotky je požadována plynová přípojka o patřičné dimenzi s přiměřeným akumulacním objemem, aby nedošlo k poklesu tlaku plynu v rozvodu v době skokového odběru plynu. Plynová přípojka musí být zakončena ručním plynovým uzávěrem a opatřena tlakoměrem.

Spalovací vzduch, odvod spalin a kondenzátu

Spalovací vzduch je nasáván ze studeného prostoru KJ. Spaliny jsou z jednotky odváděny potrubím (spalinovodem) napojeným na přírubu jednotky. Spalinovod od příruby KJ po sopouch musí být těsný. Spádování spalinovodu musí být směrem od jednotky. Případně vzniklý kondenzát je při provozu jednotky odpařován a odchází společně se spalinami. Materiál spalinovodu a tepelná izolace spalinovodu ve strojovně musí být odolná teplotám do 200°C. Maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby jednotky nesmí být větší než 10 mbar. Konstrukce stroje nevyžaduje nucenou ventilaci.

množství spalovacího vzduchu	150 Nm ³ /h
požadovaná teplota spal. vzduchu	od 10 do 35 °C
teplota spalin jmen / max	110/140 °C
max. protitlak spalin za přírubou	10 mbar
množství spalin	164Nm ³ /h

Náplně

množství mazacího oleje v motoru	50 l
objem rozšiřující olejové nádrže	60 l
množství chladičí kapaliny v primárním okruhu	18 l

Topná voda pro náplň hydraulického okruhu musí být upravená, její složení musí odpovídat dokumentu „Technické instrukce“.

Hlukové parametry

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřicích míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862. Hluk obsahuje tónovou složku o frekvenci 50 Hz.

protihlukový kryt kogenerační jednotky v 1 m	65dB(A)*
vývod spalin v 1m od příruby	62 dB(A)*

*orientační hodnoty

Barevné provedení

motor, generátor, vnitřní části jednotky, rám a nádrž	RAL 7035 (bílá)
protihlukový kryt	RAL 1001, 1013 (béžová)

Rozměry a hmotnosti jednotky

délka (standardní provedení)	2400 mm
šířka	1780 mm
výška	1730 mm
převážná hmotnost	1800 kg

Navazující podklady

- rozměrový náčrt: MICRO T50
číslo výkresu R1243B
- obecně závazné podklady dle dokumentu „Technické instrukce“

Rozsah dodávky

Standardní

- úplný modul kogenerační jednotky

Mimo standardní rozsah

- chladicí jednotka pro nouzové chlazení
- přídavný tlumič výfuku

Připojovací místa

