

**Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Rozhodovací procesy při nákupu tepelného čerpadla

Martina Maxová

**Bakalářská práce
2012**

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Martina Maxová
Osobní číslo: E090096
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Regionální a informační management
Název tématu: Rozhodovací procesy při nákupu tepelného čerpadla
Zadávající katedra: Ústav systémového inženýrství a informatiky

Zásady pro vypracování:

Cílem práce bude popis současného stavu strategického rozhodování, monitoring nabídky tepelných čerpadel, a vlastní návrh rozhodovacího procesu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 35 stránek

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

FOTR, J. (a kol.). Manažerské rozhodování. Praha: EKOPRESS, s. r. o., 2003. 251 s. ISBN 80-86119-69-6.

BROŽOVÁ, H. (a kol.). Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 178 s. ISBN 80-213-1019-7.

BUCHTA, M. (a kol.). Management. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. 167 s. ISBN 80-7194-828-4.

FIALA, P. (a kol.). Vícekritériální rozhodování. Praha: VŠE, 1997. ISBN 80-7079-748-7.

ČESTNĚJŠÍ, A. Manažerské rozhodovanie. Bratislava: Univerzita Komenského, 2001. 156 s. ISBN 80-223-1490-0.


Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Renáta Máchová, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: 3. října 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2012


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
dekanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Krupka, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako Školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 6. 2012

Martina Maxová

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Ing. Renátě Máchové, Ph. D. za její odborné vedení, cenné rady, připomínky a komentáře. Dále bych ráda poděkovala paní Kláře Štěpánkové, ze společnosti CS-MTRADE, s. r. o., za její odborné rady, konzultace a poskytnutá data, která mi pomohla práci zkvalitnit.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá rozhodovacím procesem v rodinném domě. Cílem této práce je popis současného stavu a metod strategického rozhodování, monitoring nabídky tepelných čerpadel a vlastní návrh rozhodovacího procesu. V závěrečné části práce jsou výsledky porovnány a je navrženo řešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Criterion Decision Plus, strategické rozhodování, rozhodovací proces, rozhodování, tepelné čerpadlo

TITLE

Decision-making processes when purchasing a heat pump

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with decision-making process in the family house. The aim of this work is description the current status and methods of strategic decision-making, monitoring the offer of heat pumps and design the own decision-making process. In the final part of the bachelor thesis are the results compared and is proposed the solution.

KEYWORDS

Criterion Decision Plus, strategic decision-making, decision process, decision, heat pump

OBSAH

ÚVOD	11
1 TEPELNÁ ČERPADLA	12
1.1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	12
1.2 POPIS A PRINCIP FUNKCE TEPELNÉHO ČERPADLA	12
1.3 HISTORICKÝ VÝVOJ TEPELNÝCH ČERPADEL AŽ PO SOUČASNOST	13
1.4 TYPY TEPELNÝCH ČERPADEL	14
1.4.1 Tepelné čerpadlo vzduch/voda	15
1.4.2 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch	15
1.4.3 Tepelné čerpadlo voda/voda.....	15
1.4.4 Tepelné čerpadlo země/voda	16
1.5 EKONOMIKA PROVOZU TEPELNÉHO ČERPADLA.....	17
2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU STRATEGICKÉHO ROZHODOVÁNÍ.....	18
2.1 ROZHODOVÁNÍ	18
2.1.1 Dvě stránky rozhodování.....	18
2.1.2 Teorie rozhodování.....	18
2.1.3 Systém rozhodování.....	19
2.1.4 Struktura rozhodovacího procesu.....	19
2.1.5 Prvky rozhodovacího procesu	20
2.1.6 Klasifikace rozhodovacích procesů.....	21
2.2 ROZHODOVACÍ PROBLÉMY	22
2.3 KVALITA ROZHODOVÁNÍ	22
2.4 INFORMACE PRO ROZHODOVÁNÍ	22
3 METODY VE STRATEGICKÉM ROZHODOVÁNÍ	23
3.1 METODY STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ	23
3.1.1 Metody přímého stanovení vah kritérií.....	23
3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání	25
3.2 METODY HODNOCENÍ VARIANT ROZHODOVÁNÍ	29
3.2.1 Jednoduché metody stanovení hodnot variant.....	29
3.2.2 Metody založené na párovém srovnávání.....	32
3.3 CRITERIUM DECISION PLUS	33
4 VLASTNÍ NÁVRH ROZHODOVACÍHO PROCESU	34
4.1 POPIS OBJEKTU	34
4.2 FORMULACE ROZHODOVACÍHO PROBLÉMU.....	34
4.3 VYTVOŘENÍ SOUBORU KRITÉRIÍ.....	34
4.4 VARIANTY ŘEŠENÍ	36
4.4.1 Volba vhodného typu tepelného čerpadla	36
4.4.2 Vybrané varianty řešení.....	36
4.5 SOUHRN KRITÉRIÍ A VARIANT ROZHODOVACÍHO PROCESU.....	37
4.6 STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ.....	39
4.6.1 Metoda přímého stanovení vah kritérií dle preferenčního pořadí	39
4.6.2 Metoda založená na párovém srovnávání – Fullerův trojúhelník.....	41
4.6.3 Metoda založená na párovém srovnávání – Saatyho metoda.....	43
4.7 HODNOCENÍ VARIANT.....	45
4.7.1 Jednoduchá metoda stanovení hodnot variant – metoda bazické varianty.....	45
4.7.2 Metoda založená na párovém srovnávání variant – Saatyho metoda.....	46

4.7.3	<i>Metoda založená na párovém srovnávání variant – Fullerův trojúhelník</i>	50
4.7.4	<i>Program CDP</i>	54
5	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH ŘEŠENÍ	56
	ZÁVĚR	58
	POUŽITÁ LITERATURA	60
	SEZNAM PŘÍLOH	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Stanovení vah kritérií pomocí bodovacích stupnic	24
Tabulka 2: Schéma Fullerova trojúhelníku	25
Tabulka 3: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory	27
Tabulka 4: Preference dvojic kritérií v Saatyho metodě	28
Tabulka 5: Hodnoty RI podle Whartona	29
Tabulka 6: Charakteristika souboru variant pro zadaná kritéria	38
Tabulka 7: Pořadí významnosti jednotlivých kritérií	39
Tabulka 8: Stanovení pořadí významnosti – první krok	39
Tabulka 9: Stanovení pořadí významnosti – druhý krok	40
Tabulka 10: Stanovení pořadí významnosti – třetí krok	40
Tabulka 11: Výsledné váhy stanovení pořadí významnosti	40
Tabulka 12: Stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního uspořádání	41
Tabulka 13: Stanovení vah kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku	42
Tabulka 14: Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody	44
Tabulka 15: Charakteristika souboru variant	45
Tabulka 16: Výsledky metody bazické varianty	46
Tabulka 17: Ohodnocení variant pro kritérium K1 pomocí Saatyho metody	47
Tabulka 18: Ohodnocení variant pro kritérium K2 pomocí Saatyho metody	48
Tabulka 19: Ohodnocení variant pro kritérium K3 pomocí Saatyho metody	48
Tabulka 20: Ohodnocení variant pro kritérium K4 pomocí Saatyho metody	48
Tabulka 21: Ohodnocení variant pro kritérium K5 pomocí Saatyho metody	49
Tabulka 22: Ohodnocení variant pro kritérium K6 pomocí Saatyho metody	49
Tabulka 23: Ohodnocení variant pro kritérium K7 pomocí Saatyho metody	49
Tabulka 24: Ohodnocení variant pro kritérium K8 pomocí Saatyho metody	50
Tabulka 25: Výsledky Saatyho metody	50
Tabulka 26: Ohodnocení variant pro kritérium K1 pomocí Fullerova trojúhelníku	51
Tabulka 27: Ohodnocení variant pro kritérium K2 pomocí Fullerova trojúhelníku	51
Tabulka 28: Ohodnocení variant pro kritérium K3 pomocí Fullerova trojúhelníku	52
Tabulka 29: Ohodnocení variant pro kritérium K4 pomocí Fullerova trojúhelníku	52
Tabulka 30: Ohodnocení variant pro kritérium K5 pomocí Fullerova trojúhelníku	52
Tabulka 31: Ohodnocení variant pro kritérium K6 pomocí Fullerova trojúhelníku	53
Tabulka 32: Ohodnocení variant pro kritérium K7 pomocí Fullerova trojúhelníku	53
Tabulka 33: Ohodnocení variant pro kritérium K8 pomocí Fullerova trojúhelníku	53
Tabulka 34: Výsledky metody Fullerova trojúhelníka	54
Tabulka 35: Porovnání vah kritérií podle jednotlivých metod	56
Tabulka 36: Pořadí variant podle jednotlivých metod	57

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graf vývoje instalací tepelných čerpadel v České republice	14
---	----

SEZNAM ZKRATEK

CR	konzistenční poměr
KI	index konzistence
OZE	obnovitelné zdroje energie
RI	náhodný konzistenční index
RP	rozhodovací procesy
TČ	tepelné čerpadlo

ÚVOD

Člověk využíval energii odjakživa, mnohem dříve, než si to byl vůbec schopen uvědomit. Pro získání potravy či ke stavbě příbytku byli lidé nejdříve odkázáni pouze na energii ze svých svalů a až později vyměnili své svaly za sílu zvířat. Postupně začali využívat, pro úpravu jídla, pocit bezpečí a tepla, energii ohně.

Dříve lidé využívali převážně obnovitelné zdroje energie. Jejich spotřeba byla nízká a množství vznikajícího odpadu zanedbatelné. Posun od obnovitelných k neobnovitelným zdrojům energie vedl ke zvýšení celkové spotřeby primárních zdrojů energie, a to zejména fosilních paliv (černého a hnědého uhlí, ropy, zemního plynu, uranu).

V dnešní době si však už málokdo dokáže představit svůj každodenní život bez světla, tepla a elektřiny. Každým dnem se spotřebovává stále více energie, její cena se neustále zvyšuje a zásob fosilních paliv ubývá. I proto se o obnovitelných zdrojích energie v dnešní době hovoří častěji, než v letech minulých. Obnovitelné zdroje lze charakterizovat jako zdroje, které mají schopnost obnovovat se přírodními procesy a které jsou ve své podstatě nevyčerpatelné. V našich podmínkách se nejčastěji hovoří o energii vody, biomasy, slunce, větru a prostředí, přičemž právě energie z prostředí se nejvíce využívá pomocí tepelných čerpadel, která umožňují odebírat teplo z okolního prostředí a pomocí elektrické energie jej převádět na teplo využitelné k vytápění nebo pro ohřev vody.

Cílem této bakalářské práce je popis současného stavu a metod strategického rozhodování, monitoring nabídky tepelných čerpadel a vlastní návrh rozhodovacího procesu, kterým je výběr tepelného čerpadla ke koupi do rodinného domu.

Celá práce je rozdělena do pěti vzájemně provázaných kapitol a je proložena množstvím názorných tabulek a obrázků. V závěrečné části práce jsou výsledky jednotlivých metod porovnány a je navrženo řešení.

1 TEPELNÁ ČERPADLA

V první kapitole této bakalářské práce jsou popsány obnovitelné zdroje energie (OZE) a tepelná čerpadla (TČ), u nichž je zmíněn jejich popis a princip funkce, historický vývoj až po současnost, typy a ekonomika provozu.

1.1 Obnovitelné zdroje energie

Málokdo si v dnešní době dovede představit svůj každodenní život bez světla, tepla a elektřiny. Každým dnem se spotřebovává stále více energie, a proto se v dnešní době mluví o OZE častěji než v letech minulých.

OZE lze jednoduše charakterizovat jako zdroje, které mají schopnost obnovovat se přírodními procesy, a které jsou ve své podstatě nevyčerpatelné. V našich podmínkách se nejčastěji hovoří o energii vody, biomasy, slunce, větru a prostředí. Oproti fosilním palivům (ropě, uhlí apod.) nabízejí OZE mnoho výhod – jen minimálně zatěžují životní prostředí, jsou šetrné k přírodě a nevypouštějí do ovzduší další oxidy uhlíku a dusíku. Jsou obvykle dostupné v místě spotřeby, a tak je není potřeba složitě přepravovat. Ovšem investice do zprovoznění těchto technologií jsou velmi vysoké a k nevýhodám je nutno také přičíst jejich závislost na přírodních podmínkách. [20]

Energie z prostředí se právě nejvíce využívá pomocí TČ, která umožňují odebírat teplo z okolního prostředí a pomocí elektrické energie jej převádět na teplo využitelné k vytápění nebo pro ohřev vody. [24]

1.2 Popis a princip funkce tepelného čerpadla

Jak jsem již uvedla, zájem o alternativní způsoby vytápění a ohřev vody je v dnešní době stále větší. Není tedy divu, že jsou vyhledávána i TČ, u kterých je spotřeba proti jiným zdrojům vytápění nižší, ovšem při vyšších pořizovacích nákladech. TČ patří nejen k moderním, energeticky hospodárným a ekologickým zdrojům tepla. Svou činností nevyklučují do ovzduší žádné nečistoty a pro svůj provoz mají malou spotřebu energie.

Pro lepší představu si lze představit, že TČ pracuje na stejném principu jako chladnička. Teplo se na jedné straně odebírá a na druhé straně předává. Chladnička odebírá teplo z vnitřního prostoru potravin a předává jej kondenzátorem na své zadní straně do místnosti. Požadovaným efektem je snížení teploty ve vnitřním prostoru chladničky a ohřívání v místnosti je nezbytným důsledkem. [1]

Stejně tak pracuje TČ, které odebírá teplo z okolního prostředí (vody, půdy, vzduchu), převádí ho na vyšší teplotní hladinu a předává ho cíleně pro potřeby vytápění domu, pro ohřev teplé užitkové vody či k vyhřívání bazénu. Má však využití i v klimatizaci a může být i zdrojem chladu pro chlazení domu v horkých letních dnech. [1]

1.3 Historický vývoj tepelných čerpadel až po současnost

Základní myšlenku, týkající se principu fungování TČ, vyslovil jako první anglický fyzik William Thomson lord Kelvin, již v polovině 19. století, přesněji v roce 1852, ve svém druhém termodynamickém zákoně, ve kterém se hovoří o způsobu šíření tepla, a to vždy z prostředí o vyšší teplotě do prostředí s teplotou nižší. [24]

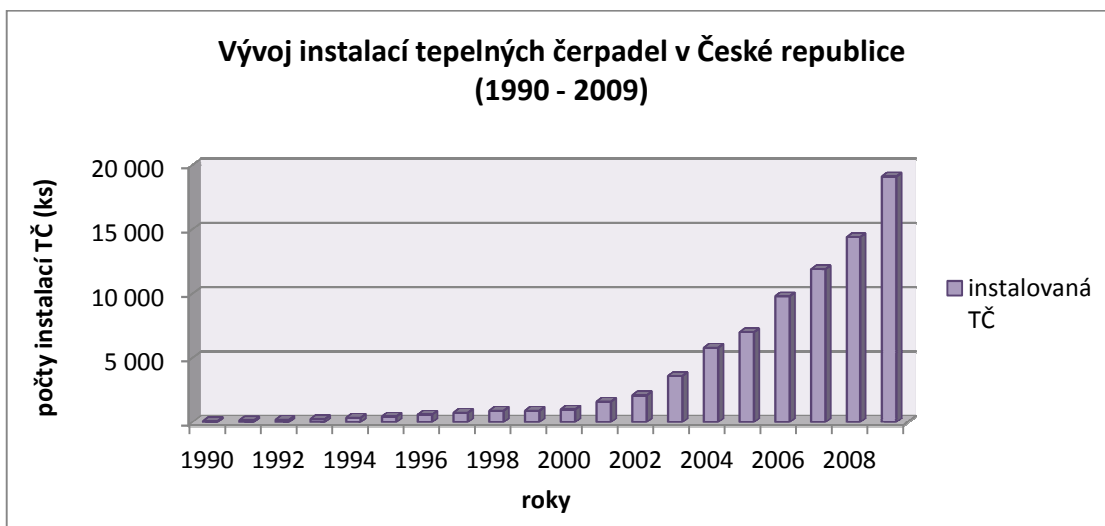
První prototyp TČ sestrojil v podstatě náhodou americký vynálezce Robert C. Webber na konci 40. let minulého století, když prováděl pokusy s hlubokým zamražením. Omylem se dotkl výstupního potrubí mrazicího přístroje a popálil si dlaň. Vynálezce tedy propojil výstup mrazáku se zásobníkem teplé vody. I přesto měl ale stále přebytek tepla, a proto napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí větráku pak vháněl teplý vzduch do domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země, a tím dal základ zemním kolektorům. [24]

První realizace v průmyslu se však objevila až po 75 letech, tj. v roce 1927, kdy T. Hladane použil TČ pro vytápění úřední budovy v Los Angeles. Dlouhá doba od myšlenky k realizaci nebyla dána obtížností technického řešení, ale ekonomickou situací, kdy bylo dostatek levných paliv. Hlavní vlna rozmachu přišla v období energetické krize, za II. světové války, kdy ve Švýcarsku, které nemá žádný vlastní zdroj energie, kromě vodní síly a je tedy odkázáno na dovoz veškerých paliv, došlo k rozmachu mnoha TČ. Používaly se např. k vytápění plaveckého bazénu za současného ochlazování ledové plochy umělého kluziště nebo k vytápění curyšské radnice. V roce 1981 již fungovalo v Evropě 100 000 kusů TČ, v Japonsku 500 000 kusů a v USA „úžasné“ 3 miliony TČ. [24]

Počátek rozvoje instalací TČ v České republice byl od roku 1990, kdy po umožnění cestovat do zahraničí, k nám byly importovány nové technologie. Do roku 2000 byl však nárůst TČ velmi pozvolný důsledkem nízkých cen energií, které nepříznivě ovlivňovaly ekonomickou návratnost natolik, že byla prakticky delší než vlastní životnosti zařízení, a proto si v tomto období TČ pořizovali jen techničtí nadšenci, nebo ekologicky smýšlející lidé. [16]

Skutečný vývoj instalací nastal prakticky až po roce 2000, který se dá považovat v historii TČ v České republice za rok 0, kdy začaly působit podpůrné programy a zároveň byla rovněž založena Asociace pro využití tepelných čerpadel. [16]

Vývoj instalací TČ v České republice od roku 1990 do roku 2009 schematicky ilustruje následující **Obrázek 1: Graf vývoje instalací TČ v České republice.**



Obrázek 1: Graf vývoje instalací TČ v České republice

Zdroj: upraveno podle [16] [4]

Nárůst prodeje u nás rok od roku roste. Vysoké ceny ropy a následné zdražování v podstatě všech druhů energie odstartovaly prakticky v celé Evropě zájem o TČ.

V České republice je podle odhadů dnes vybaven TČ každý desátý nově postavený rodinný dům. Na jednu stranu je to dobrý výsledek, ale např. v porovnání se zeměmi, kde je tato technologie rozvinuta, zaostáváme. Ve Švýcarsku se instaluje TČ do 60 % nových rodinných domů, ve Švédsku dokonce do 90 %. V novostavbách u Švédů v podstatě jiný zdroj tepla nenajdeme, pouze v 5 % nových objektů se topí např. biomasou. Švédové už nevnímají OZE jako alternativní, ale jako standardní řešení. [16]

1.4 Typy tepelných čerpadel

TČ lze dělit do několika skupin, z nichž nejobvyklejšími kombinacemi jsou TČ země/voda, voda/voda, vzduch/voda, vzduch/vzduch. Zjednodušeně lze říci, že první slovo z názvu označuje, odkud TČ bere energii, tj. země, voda, vzduch, a druhé slovo označuje, jakým způsobem ho předává dále, tj. voda, vzduch. Například označení TČ vzduch/voda znamená, že tepelné čerpadlo odebírá teplo ze vzduchu a předává ho do topné soustavy.

V následujících podkapitolách jsou stručně popsány nejobvyklejší, již jmenované, kombinace a jsou zde uvedeny některé jejich výhody a nevýhody.

1.4.1 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

TČ vzduch/voda odebírá teplo z venkovního vzduchu, který je nasáván přímo do TČ a získané teplo je použito pro ohřev vody v topném systému nebo v zásobníku teplé vody.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří nízké provozní náklady v porovnání s elektrickým nebo plynovým topením, jednoduchá a rychlá instalace s minimálními nároky na prostor, nižší investiční náklady oproti TČ s vrty a vhodnost pro vytápění sezónních bazénů.

Mezi *nevýhody* patří vyšší provozní náklady než na systém země/voda, a to hlavně při nízkých venkovních teplotách, kdy se značně snižuje topný faktor, snížený výkon a výstupní teplota topné vody při nízkých venkovních teplotách a kratší životnost díky vyššímu namáhání kompresoru. [12]

1.4.2 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

TČ vzduch/vzduch odebírá teplo z venkovního vzduchu, který je nasáván do venkovní jednotky TČ, kde je z něj získáno teplo a to je následně použito pro ohřev vzduchu uvnitř vytápěné budovy.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří jednoduchá a rychlá instalace, velmi nízké investiční náklady, kromě topení má toto TČ funkci klimatizace a odvlhčování.

Mezi *nevýhody* patří nevhodnost do domů a bytů s větším počtem místností, nemožnost s ním ohřívat teplou vodu. [12]

1.4.3 Tepelné čerpadlo voda/voda

TČ voda/voda odebírá teplo ze spodní nebo z geotermální vody, která je obvykle čerpána ze studny do výměníku TČ a následně vrácena zpět do země. TČ voda/voda lze využít i pro využití odpadního tepla v technologických procesech.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří vysoké topné faktory, nižší investiční náklady v porovnání s TČ s vrty, možnost využití místních energetických zdrojů, kdy TČ rekuperuje (přeměňuje) energii z výrobních procesů, nebo využívá geotermální vodu.

Mezi *nevýhody* patří jejich využití pouze v lokalitách s dostatkem spodní vody nebo vhodným zdrojem technologické či geotermální vody, pravidelné údržby filtrů a výměníků, vyšší náklady na servis. [12]

1.4.4 Tepelné čerpadlo země/voda

TČ země/voda se dále dají rozlišit na čtyři další typy, podle toho odkud odebírají teplo, a to na TČ typu plocha, vrt, vodní plocha, větrací vzduch.

Tepelné čerpadlo země/voda plocha

TČ tohoto typu odebírá teplo z plochy zahrady, kde jsou pod povrchem uloženy plastové hadice naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a TČ. TČ s plošným kolektorem odebírá ze země pod sebou přibližně 2 % energie a zbývajících 98 % odebere z vrstvy zeminy nad sebou, kde je akumulovaná solární energie ze slunce. Plošný kolektor je tak ve své podstatě rozměrný sluneční kolektor, který je doplněn o obrovský hliněný akumulátor tepla s ročním cyklem nabíjení a vybíjení. Za rok odebere pro potřeby TČ jen asi 2,5 % z toho, co ze slunce během roku získá.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří nízké investiční náklady, které jsou skoro stejné jako u TČ odebírajících teplo ze vzduchu, přibližně o 30 % nižší spotřeba elektřiny, než u TČ odebírajících teplo ze vzduchu, rychlá instalace bez „velkého papírování“ v porovnání s TČ s vrty.

Mezi *nevýhody* patří nutnost dostatečně velkého pozemku (obvykle 200 až 400 m²), vhodná zemina, která umožňuje provedení výkopů do potřebné hloubky, předem nutná znalost rozmístění případných dalších staveb (bazénu, garáže), aby se jim plošný kolektor mohl vyhnout. [12]

Tepelné čerpadlo země/voda vrt

TČ tohoto typu odebírá teplo z hloubky pod povrchem zahrady, tj. z vrtu o průměru 12 až 16 cm, kde je uložena plastová sonda naplněná nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a TČ. Podle potřeby se provádí jeden nebo více vrtů o hloubce 80 až 150 metrů. TČ s vrty mají nejnižší nároky na prostor uvnitř i vně domu.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří stabilní výkon a vysoký topný faktor i při extrémně nízkých venkovních teplotách, o 30 % nižší spotřeba elektřiny než u TČ odebírajících teplo ze vzduchu, možnost využití pro levné chlazení domu v letních obdobích, tj. pasivní chlazení, kdy se využívá pouze vrt a nikoliv TČ.

Mezi *nevýhody* patří vyšší investiční náklady na pořízení vrtu a nutnost vyřízení stavebního povolení. [12]

Tepelné čerpadlo země/voda vodní plocha

TČ tohoto typu odebírá teplo z vodní plochy na dně rybníka, řeky nebo jiné vodní plochy, kde jsou uloženy plastové hadice, které jsou naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi vodou a TČ.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří velmi nízké náklady na vybudování kolektoru a nízké provozní náklady.

Mezi *nevýhody* patří vhodnost pouze pro objekty, které leží v těsné blízkosti vodní plochy a nutnost povolení od správce povodí. [12]

Tepelné čerpadlo země/voda větrací vzduch

TČ tohoto typu jsou kombinací využívání tepla z odpadního vzduchu domu a tepla z plošného kolektoru nebo vrtu. TČ odebírá část tepla z odpadního větracího vzduchu a část ze zemního kolektoru. Když není potřeba vytápet nebo ohřívat teplou vodu, je nadbytečné teplo z větracího vzduchu uloženo do podzemního kolektoru. Díky tomu je teplota zemního kolektoru stále vysoká a TČ pracuje celoročně s vysokým topným faktorem.

Mezi *výhody* tohoto TČ patří minimální nároky na velikost zemního kolektoru. Mezi *nevýhody* patří vhodnost pouze pro nízkoenergetické domy. [12]

1.5 Ekonomika provozu tepelného čerpadla

Pro ekonomiku provozu TČ je důležitá i současná podpora státu pro využívání OZE, která má ve své podstatě dvě formy.

První forma spočívá v tom, že majitelé TČ odebírají elektřinu podle cenově výhodné sazby, D55d nebo D56d. Hlavní výhodou této sazby je nízká cena elektrické energie po dobu dvaadvaceti hodin denně pro všechny spotřebiče v domácnosti.

Druhou formou jsou dotace na pořízení TČ. Tato forma podpory státu, Program Zelená úsporám, Ministerstva životního prostředí administrovaná Státním fondem životního prostředí České republiky, je zaměřená na úspory energie a OZE v rodinných a bytových domech. [2]
[25]

2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU STRATEGICKÉHO ROZHODOVÁNÍ

Druhá kapitola této bakalářské práce je zaměřena na teorii a vychází z teoretických východisek pro oblast strategického rozhodování. Jsou zde definovány pojmy jako rozhodování, dvě stránky rozhodování, teorie rozhodování, systém rozhodování, struktura rozhodovacího procesu, prvky a klasifikace rozhodovacího procesu, rozhodovací problémy, kvalita rozhodování a informace pro rozhodování.

2.1 Rozhodování

Rozhodování, resp. rozhodovací proces (RP), je soustavná a vědomá lidská činnost vztahující se k mnoha oblastem. V obecném smyslu spočívá podstata každého rozhodování v uplatnění principu volby, výběru z více než jedné možnosti řešení, jako reakce na problémy, podněty, překážky nebo cíle daného okolí. Může probíhat buď jako *jednorázové*, které je typické zpravidla pro rutinní rozhodování jednoduchých problémů, nebo *ve formě logických postupných kroků*, které vyjadřují požadavky na řešení složitých problémů. [23]

2.1.1 Dvě stránky rozhodování

RP probíhající na různých úrovních řízení, mají dvě stránky, a to stránku *meritorní (věcnou, obsahovou)*, která odráží odlišnosti jednotlivých RP, resp. jejich typů a *formálně-logickou stránku (procedurální)*, která je odrazem skutečnosti, že jednotlivé RP mají určité společné rysy a vlastnosti, a to právě bez ohledu na jejich odlišnou obsahovou náplň. Meritorní stránka ve své podstatě vyjadřuje, čeho se RP týká, stránka formálně-logická se snaží popsat mechanismus rozhodování, vystihuje, jak rozhodnutí probíhá. [10]

2.1.2 Teorie rozhodování

Teorie rozhodování se zabývá studiem rozhodovacích procesů. Lze ji rozdělit na *normativní teorii*, která se zaměřuje na poskytnutí návodu, jak řešit rozhodovací problémy, jaké modely používat a jakým způsobem. Jde tedy o tvorbu určitých norem řešení rozhodovacích problémů, jejichž aplikace by umožnila dosažení žádoucí kvality rozhodování. Na rozdíl od normativní teorie se *teorie deskriptivní* soustřeďuje na získávání poznatku o tom, jak rozhodování skutečně probíhá. Jde zde o popis, analýzu a hodnocení RP, jejich průběhu, základních prvků, předností a nedostatků, chování rozhodovatele a ostatních subjektů v průběhu RP. [9]

2.1.3 Systém rozhodování

Systém rozhodování lze definovat jako určitou soustavu prvků, které jsou určitým způsobem uspořádány a mezi těmito prvky existují určité vzájemné vazby. Prostřednictvím svých vstupů a výstupů je tento systém jako celek spojen se svým okolím. Danou stabilizační strukturu systému určuje uspořádání jednotlivých vnitřních prvků a vztahů mezi těmito prvky. Dynamické chování systému představuje přeměna vstupních prvků na prvky výstupní. [5]

2.1.4 Struktura rozhodovacího procesu

Etapy (fáze) RP jsou vzájemně závislé a návazné činnosti, které tvoří náplň RP, a které lze dekomponovat (rozčlenit) do určitých složek. RP lze rozčlenit do etap více způsoby, a to buď *podrobněji*, kdy rozlišujeme větší počet dílčích složek, nebo *agregovaněji*, kdy se pracuje s dekompozicí RP do relativně malého počtu etap. [10]

Přístup podle *Simona* je typickým příkladem méně podrobné dekompozice RP, kdy lze rozlišit čtyři etapy, a to:

- analýza okolí,
- návrh řešení,
- volba řešení,
- kontrola výsledků.

Podrobnější členění RP rozlišuje např. tyto etapy [10]:

- identifikace RP,
- analýza a formulace RP,
- stanovení kritérií hodnocení variant,
- tvorba variant řešení RP (variant rozhodování),
- stanovení důsledků variant rozhodování,
- hodnocení důsledků variant rozhodování a výběr varianty určené k realizaci,
- realizace zvolené varianty rozhodování,
- kontrola výsledků realizované varianty.

Někdy se za RP považuje pouze jeho prvních šest etap, počínajících identifikací rozhodovacího problému a končících hodnocením důsledků variant a volbou varianty určené k realizaci. Volba varianty určené k realizaci se pak považuje za závěrečnou etapu RP, jeho určité vyvrcholení a představuje vlastní rozhodnutí. [10]

Průběh RP má spíše cyklický charakter a typický je i zpětnovazební charakter tohoto procesu, kdy výsledky určité fáze, resp. nově získané informace vyvolají potřebu vrátit se k některé z předchozích fází. [10]

2.1.5 Prvky rozhodovacího procesu

Mezi základní prvky RP patří:

- **cíl rozhodování** – cílem rozhodování chápeme určitý stav, kterého se má řešením rozhodovacího problému dosáhnout [10],
- **kritéria hodnocení** – představují hlediska zvolená rozhodovatelem, která slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých variant rozhodování z hlediska dosažení; kritérium je hledisko hodnocení variant; máme-li hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, můžeme je uspořádat do kritériální matice Y , kde prvek y_{ij} vyjadřuje hodnocení i -té variant podle j -tého kritéria; v matici $Y = (y_{ij})$ sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám [3]:

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

kde a_1, a_2, \dots, a_m mezní varianty řešení,

f_1, f_2, \dots, f_n možné stavy okolí,

$y_{11}, y_{12}, \dots, y_{mn}$ důsledky volby jednotlivých variant při možných stavech okolí.

- **subjekt rozhodování (rozhodovatel)** – subjektem rozhodování (rozhodovatelem) se označuje subjekt, který rozhoduje, tj. volí variantu určenou k realizaci; subjektem rozhodování může být buď jednatel, nebo skupina lidí (kolektiv) [9],
- **objekt rozhodování** – objektem rozhodování je sám problém, na jehož řešení je RP zaměřen [7],
- **varianty rozhodování a jejich důsledky** – varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování; přípustná varianta je varianta, která je realizovatelná a která není logickým nesmyslem; varianty jsou hodnoceny podle

jednotlivých kritérií; s variantami rozhodování jsou úzce spojeny jejich důsledky, které jsou chápány jako předpokládané dopady [7],

- *stavy světa* – stavy světa lze chápat jako budoucí vzájemně se vylučující situace, které mohou nastat po realizaci varianty a ovlivňují její důsledky; soubor stavů světa musí být úplný (musí být pokryty veškeré možné budoucí stavy) [7].

2.1.6 Klasifikace rozhodovacích procesů

RP lze klasifikovat (třídít) podle různých hledisek. Mezi základní klasifikační hledisko patří členění RP z hlediska jejich složitosti a možnosti algoritmizace. Lze tak rozeznat [10]:

- *dobře strukturované problémy,*
- *špatně strukturované problémy.*

V teorii i praxi je za jedno z nejvýznamnějších považováno hledisko subjektu rozhodování. Informovanost subjektů rozhodování má vliv na utváření celého RP, určuje způsob rozhodování. Podle tohoto hlediska lze rozlišit tři základní typy [6]:

- *rozhodování za jistoty,*
- *rozhodování za rizika,*
- *rozhodování za nejistoty (neurčitosti).*

V závislosti na povaze subjektu rozhodování lze RP třídít na procesy [10]:

- *s individuálním subjektem rozhodování,*
- *s kolektivním subjektem rozhodování.*

Z hlediska faktoru času lze RP třídít na procesy [10]:

- *statické,*
- *dynamické.*

Podle počtu kritérií hodnocení se RP třídí na procesy [10]:

- *s jediným kritériem hodnocení,*
- *s větším počtem kritérií.*

Podle řídicí úrovně, na které RP probíhají, a podle délky časového horizontu, ke kterému se vztahují důsledky variant rozhodování, lze RP členit na [10]:

- *strategické,*
- *taktické,*
- *operativní.*

2.2 Rozhodovací problémy

Problémy lze obecně vymežit existencí difference (odchylky) mezi žádoucím stavem a jejím skutečným stavem. Difference (odchylka) přitom musí být nežádoucí, tj. skutečný stav je horší než stav žádoucí. [7]

2.3 Kvalita rozhodování

Kvalita (racionalita) rozhodování je jeden ze základních pojmů teorie rozhodování. Kvalitu rozhodování lze chápat buď v zúženém smyslu jako kvalitu rozhodnutí, nebo v širším pojetí, a to jako kvalitu celého RP. Kvalitu RP ovlivňují stanovené cíle řešení RP, množství a kvalita informací užitých k řešení RP, míra uplatnění nástrojů a poznatků teorie rozhodování, kvalita objektu rozhodování, kvalita řízení RP. Výše uvedené charakteristiky mohou sloužit jako základ pro stanovení požadavků na kvalitu RP i pro hodnocení kvality RP již proběhlých. [10]

2.4 Informace pro rozhodování

Informace hrají v RP klíčovou úlohu. Tuto skutečnost navíc podporuje i fakt, že někdy se RP chápou jako shromažďování a transformace vstupních informací do výstupních informací. Významnou úlohu v procesech získávání a shromažďování informací hraje rozhodovatel, jehož znalosti, zkušenosti a úsudek jsou nezbytné pro zajištění efektivního sběru informací, určení vhodného rozsahu informací a správnou interpretaci získaných informací. [9]

3 METODY VE STRATEGICKÉM ROZHODOVÁNÍ

Ve třetí kapitole této bakalářské práce jsou popsány metody ve strategickém rozhodování, a to především metody stanovení vah kritérií a metody ohodnocení variant rozhodování. Celý text je proložen množstvím názorných tabulek.

3.1 Metody stanovení vah kritérií

Většina metod vícekritériálního hodnocení variant vyžaduje nejprve stanovit váhy jednotlivých kritérií hodnocení. Váhy jednotlivých kritérií (též koeficienty významnosti) jsou číselně vyjádřeným odrazem jejich významnosti. Čím je kritérium významnější, tím je jeho váha vyšší. A naopak, méně významným kritériím je přisouzena váha nižší. Pro dosažení srovnatelnosti vah souboru kritérií, které mohou být stanoveny různými metodami, se tyto váhy zpravidla normují tak, aby jejich součet byl roven jedné. V teorii rozhodování se postupně vytvořil větší počet metod stanovení vah kritérií, které se liší především svojí složitostí. [10]

3.1.1 Metody přímého stanovení vah kritérií

V následujících odstavcích jsou popsány metody přímého stanovení vah kritérií, mezi které patří bodová stupnice, alokace 100 bodů a porovnání kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí.

Bodová stupnice

Postup stanovení vah kritérií touto metodou spočívá v tom, že rozhodovatel přiřadí každému kritériu určitý počet bodů v rámci určené bodovací stupnice, v souladu s tím, jak hodnotí význam každého kritéria. [7]

Jako bodovací stupnice slouží stupnice s nižší či vyšší rozlišovací schopností. Příkladem stupnice s nižší rozlišovací schopností je pětibodová stupnice (1, 2, 3, 4, 5), příkladem stupnice s vyšší rozlišovací schopností je stupnice devítibodová (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Čím považuje rozhodovatel kritérium za významnější, tím větší počet bodů mu přiřadí. [10]

Zápis ohodnocení jednotlivých kritérií body znázorňuje následující **Tabulka 1: Stanovení vah kritérií pomocí bodovací stupnice**. Pro stanovení vah kritérií je použita bodovací stupnice s nižší rozlišovací schopností, tj. bodové ohodnocení od 1 do 5, kdy 1 představuje nejméně důležité kritérium a 5 nejdůležitější kritérium.

Tabulka 1: Stanovení vah kritérií pomocí bodovací stupnice

Kritérium	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	Součet
Počet bodů	5	5	3	1	3	2	4	23
Normovaná váha	0.22	0.22	0.13	0.04	0.13	0.09	0.17	1

Zdroj: upraveno podle [10]

Z použité metody je patrné, že váhy (vyjádřené body) nejsou normovány a je nutné toto normování v závěrečné fázi stanovení vah kritérií provést podle následujícího vztahu [10]:

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (2)$$

kde v_i normovaná váha,
 f_i počet bodů i-tého kritéria.

Alokace 100 bodů

Na podobném principu jako bodová stupnice je založena metoda alokace 100 bodů. Základem této metody je, že hodnotitel má k dispozici 100 bodů a jeho úkolem je rozdělit těchto 100 bodů mezi jednotlivá kritéria v souladu s jejich významností. [8]

Porovnání kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

Stanovení vah kritérií touto metodou lze rozložit do tří kroků, mezi které patří [10]:

- stanovení preferenčního uspořádání, tj. pořadí významnosti kritérií,
- určení vah kritérií porovnáním významu kritérií s kritériem nejméně významným,
- normování vah.

Pořadí významnosti kritérií lze stanovit dvěma způsoby [10]:

- **přímým uspořádáním** – kdy určuje rozhodovatel přímo pořadí významností kritérií od nejvýznamnějšího až k nejméně významnému,
- **etapovým uspořádáním** – pořadí kritérií se stanovuje v několika etapách, a to v závislosti na počtu kritérií; v každé etapě se určuje nejvýznamnější a nejméně významné kritérium; tato kritéria se před další etapou ze souboru kritérií vypustí a postup se opakuje s redukováným souborem kritérií.

Ve fázi určení vah kritérií porovnáním významu kritérií s kritériem nejméně významným se postupuje takto [10]:

- nejméně významnému kritériu se přiřadí váha 1 a rozhodovatel určuje, kolikrát je předposlední kritérium preferenčního pořadí významnější než toto poslední kritérium,
- stejný postup se opakuje s třetím kritériem od konce, dále se čtvrtým od konce atd., až se v posledním kroku zjišťuje, kolikrát je první kritérium významnější vzhledem ke kritériu poslednímu.

Výsledkem jsou nenormované váhy (koeficienty významnosti). [10]

3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání

Pro metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání je společné zjišťování preferenčních vztahů dvojic kritérií. Mezi tyto metody patří [8]:

- Fullerův trojúhelník
- Saatyho metoda.

Fullerův trojúhelník

Metoda Fullerova trojúhelníku je založena na zjišťování počtu preferencí pro každé kritérium, vzhledem ke všem ostatním kritériím souboru, přičemž se toto porovnání provádí pomocí Fullerova trojúhelníku zobrazeného v následující *Tabulce 2: Schéma Fullerova trojúhelníku*.

Tabulka 2: Schéma Fullerova trojúhelníku

Kritérium	K1	K2	K3	...	K_n	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
K1		0	1	...	1			
K2			1	...	1			
K3					0			
...					...			
K_{n-1}					1			
K_n								
					Součet			1

Zdroj: upraveno podle [10]

V pravé horní části tabulky rozhodovatel u každé dvojice kritérií určuje, zda preferuje kritérium uvedené v řádku před kritériem uvedeným ve sloupci. Jestliže ano, do příslušného políčka zapíše jedničku, v opačném případě nulu. [10]

Pro každé kritérium se nyní stanoví počet jeho preferencí f_i , který je roven součtu jedniček v řádku daného kritéria a součtu nul ve sloupci tohoto kritéria. Na základě počtu preferencí jednotlivých kritérií se jejich normované váhy vypočítají podle vztahu [10]:

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (3)$$

přičemž počet uskutečněných srovnání je dán výrazem [10]:

$$\sum_{i=1}^n f_i = \frac{n * (n - 1)}{2} \quad (4)$$

kde v_i normovaná váha i -tého kritéria,

f_i počet preferencí i -tého kritéria,

n počet kritérií.

Určitou nevýhodou stanovení vah kritérií v metodě párového srovnávání podle vzorce 3 je, že pokud počet preferencí určitého kritéria je nulový, bude nulová i jeho váha, i když se nejedná o zcela bezvýznamné kritérium. Proto se někdy uplatňuje pro stanovení vah kritérií jiný vztah, který spočívá ve zvýšení počtu preferencí u každého kritéria o jednu. V tomto případě musí dojít i k úpravě jmenovatele, a to [10]:

$$v_i = \frac{f_i + 1}{n + \sum_{i=1}^n f_i} \quad (5)$$

kde v_i normovaná váha i -tého kritéria,

f_i počet preferencí i -tého kritéria,

n počet kritérií.

Saatyho metoda stanovení vah kritérií

Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií je založená na zjišťování preferenčních vztahů pro každou dvojici kritérií a následně pro stanovení vah kritérií. [3]

První krok je analogický metodě párového srovnávání, kdy se opět zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií. Kritéria jsou uspořádána v tabulce, v jejíchž řádcích a sloupcích jsou zapsána kritéria ve stejném pořadí. Na rozdíl od metody párového srovnávání se však kromě směru preference dvojic kritérií určuje také velikost této preference. Ta se vyjadřuje určitým počtem bodů ze zvolené bodové stupnice. Pro ohodnocení se nejčastěji využívá Saatyho 9-ti bodová stupnice (1, 3, 5, 7, 9), kdy je možné používat i mezistupně (2, 4, 6, 8). [3]

Saatyho doporučenou bodovou stupnici s deskriptory názorně ilustruje **Tabulka 3: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory**.

Tabulka 3: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory

Počet bodů	Deskriptor
1	Kritéria jsou stejně významná.
3	První kritérium je slabě významnější než druhé.
5	První kritérium je dosti významnější než druhé.
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé.
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé.

Zdroj: upraveno podle [10]

Hodnotící porovnává každou dvojici kritérií a velikost preferencí *i*-tého (prvního) kritéria vzhledem k *j*-tému (druhému) kritérium zapíše do Saatyho matice $S = (s_{ij})$ [10]:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

V následující **Tabulce 4: Preference dvojic kritérií v Saatyho metodě**, je znázorněno použití Saatyho matice k vyjádření preference dvojic kritérií. Hodnotitel stanovuje postupně velikost preferencí jednotlivých dvojic kritérií uspořádaných v tabulce, kde v řádcích a sloupcích jsou zapsána jednotlivá kritéria hodnocení. Velikost preference vyjadřuje vždy

přiřazením určitého počtu bodů z bodové stupnice (viz Tabulka 3: Saatyho doporučená bodová stupnice s deskriptory). [10]

Tabulka 4: Preference dvojic kritérií v Saatyho metodě

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
K1	1	1/3	5	4	4	6	3	3		
K2	3	1	6	5	5	7	4	4		
K3	1/5	1/6	1	1/5	1/5	4	1/6	1/6		
K4	1/4	1/5	5	1	1/3	7	1/5	1/5		
K5	1/4	1/5	5	3	1	7	1/5	1/5		
K6	1/6	1/7	1/4	1/7	1/7	1	1/7	1/7		
K7	1/3	1/4	6	5	5	7	1	3		
K8	1/3	1/4	6	5	5	7	1/3	1		
									Součet	1

Zdroj: upraveno podle [10]

Pokud je kritérium uvedené v řádku významnější než kritérium uvedené ve sloupci, zapíše se do příslušného políčka počet bodů, kterým hodnotitel vyjadřuje velikost preference kritéria v řádku vzhledem ke kritériu ve sloupci. Naopak, pokud je kritérium ve sloupci významnější než kritérium v řádku, zapíše se do příslušného políčka převrácená hodnota zvoleného počtu bodů. [10]

Hodnoty vah kritérií stanovíme např. pomocí geometrických průměrů řádků Saatyho matice, podle vzorce [3]:

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (7)$$

kde s_{ij} preference i-tého kritéria k j-tému kritériu.

Takto získané řádkové geometrické průměry znormujeme podle vzorce 8 a získáme tak normované váhy souboru kritérií [3]:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (8)$$

kde b_i geometrický průměr řádků Saatyho matice.

Pro každou Saatyho matici je doporučeno stanovit hodnotu konzistenčního poměru (CR), indexu konzistence (KI) a náhodného konzistenčního indexu (RI), přičemž CR se vypočítá pomocí zlomku, kdy se číselník KI lomí jmenovatelem RI. CR slouží jako indikátor správného sestavení Saatyho matice. Všeobecně platí, že $CR \leq 0,1$. [14]

KI se vypočítá podle následujícího vztahu [6]:

$$KI = \frac{(\lambda_{max} - m)}{(m - 1)} \quad (9)$$

kde λ_{max} maximální vlastní číslo matice,

m počet kritérií.

Hodnota RI je dána výzkumem a názory na hodnotu RI se liší u různých autorů. Následující **Tabulka 5: Hodnoty RI podle Whartona** zobrazuje hodnoty RI podle autora Whartona.

Tabulka 5: Hodnoty RI podle Whartona

Rozměr	3	4	5	6	7	8
Hodnota RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

Zdroj: upraveno podle [14]

3.2 Metody hodnocení variant rozhodování

Hodnocení variant a stanovení optimální varianty tvoří závěrečnou a ústřední fázi RP. Většina metod vícekritériálního hodnocení variant vyžaduje nejprve stanovit váhy jednotlivých kritérií hodnocení, což jsem postupně popsala v **podkapitole 3.1 Metody stanovení vah kritérií**. Stejně jako se v teorii rozhodování postupně vytvořil větší počet metod stanovení vah kritérií, tak se vytvořil i větší počet metod pro hodnocení variant.

3.2.1 Jednoduché metody stanovení hodnot variant

Jednoduché metody stanovení hodnot variant patří v praxi k nejrozšířenějším, a to především díky jejich srozumitelnosti a relativně malé náročnosti. [10]

Tato skupina metod stanovuje celkové ohodnocení variant jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Na základě celkového ohodnocení

variant je pak možné stanovit jejich preferenční uspořádání, přičemž nejvýše ohodnocená varianta je variantou optimální. [10]

Mezi jednoduché metody stanovení hodnoty variant patří:

- metoda váženého pořadí,
- metoda přímého stanovení dílčích ohodnocení,
- metoda lineárních dílčích funkcí užitku,
- metoda bazické varianty.

Metoda váženého pořadí

U této metody se dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím určuje podle pořadí variant vzhledem k těmto kritériím. Dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu lze stanovit jako [10]:

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j \quad (10)$$

kde p_i^j pořadí j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu.

Z tohoto vztahu plyne, že dílčí ohodnocení nejlepších variant z hlediska jednotlivých kritérií je rovno právě počtu kritérií. Dílčí ohodnocení nejhorších variant vzhledem k jednotlivým kritériím je pak rovno vesměs jedné. [10]

Metoda založená na přímém stanovení dílčích ohodnocení

Tato metoda vychází z toho, že dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím určuje přímo hodnotitel, a to zpravidla přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice. Jako bodové stupnice se nejčastěji užívá stupnice desetibodové (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), resp. „jemnější“ stobodové (1, 2, 3, ..., 100), přičemž nejnižší ohodnocení (1 bod) odpovídá nejhorším a nejvyšší ohodnocení (10, resp. 100) nejlepším hodnotám kritérií. Hodnotitel postupuje při stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím, tak, že na základě svých preferencí přiřazuje důsledkům variant určité počty bodů ze zvolené bodové stupnice. [10]

Metoda lineárních dílčích funkcí užitku

U této metody se stanovuje dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím odlišně, a to v závislosti na povaze těchto kritérií. U kritérií kvalitativních se dílčí ohodnocení stanovuje přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice. U kvantitativních kritérií se vychází

z předpokladu, že odpovídající dílčí funkce užítku mají lineární tvar. Tyto funkce se stanoví tak, že nejhorší hodnotě každého kritéria x_i^0 se přiřadí dílčí užitek 0, nejlepší hodnotě x_i^* dílčí užitek 1, resp. 100 a spojnice těchto bodů jsou pak zobrazením lineárních dílčích funkcí užítku. Dílčí ohodnocení variant h_i^j vzhledem k jednotlivým kritériím kvantitativního charakteru pak stanovíme pomocí vztahu [10]:

$$h_i^j = \frac{x_i^j - x_i^0}{x_i^* - x_i^0} \quad (11)$$

kde x_i^0 nejhorší hodnota kritéria,

x_i^* nejlepší hodnota kritéria,

h_i^j dílčí ohodnocení variant,

nebo odečtením příslušných hodnot z grafu.

Metoda bazické varianty

Tato metoda je založena na stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím pomocí porovnání hodnot důsledků variant vždy s hodnotami tzv. bazické varianty. Bazická variant se přitom může chápat dvěma způsoby, a to jako varianta, která dosahuje nejlepších hodnot kritérií z daného souboru variant, nebo jako varianta, která nabývá pro jednotlivá kritéria právě požadovaných hodnot. [9]

Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím výnosového typu se stanoví podle vztahu [9]:

$$h_i^j = \frac{x_i^j}{x_i^b} \quad (12)$$

kde x_i^b důsledky bazické varianty vzhledem k jednotlivým kritériím,

a dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím nákladového typu podle obdobného vztahu [9]:

$$h_i^j = \frac{x_i^b}{x_i^j} \quad (13)$$

kde x_i^b důsledky bazické varianty vzhledem k jednotlivým kritériím.

3.2.2 Metody založené na párovém srovnávání

Společným rysem této skupiny metod vícekritériálního hodnocení je, že základní informace pro stanovení preferenčního uspořádání variant tvoří výsledky párového srovnání těchto variant vzhledem k jednotlivým kritériím hodnocení. [7]

Do těchto metod patří zejména

- Saatyho metoda,
- metody založené na prazích citlivosti,
- Fullerův trojúhelník.

Saatyho metoda

Saatyho metoda založená na párovém srovnávání variant je analogická již známé Saatyho metodě stanovení vah kritérií, kterou jsem popsala v podkapitole **3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**.

Pro tuto metodu je společné zjišťování preferenčních vztahů dvojic. Jediný rozdíl je v tom, že srovnávanými objekty nejsou kritéria, nýbrž varianty rozhodování.

Metody založené na prazích citlivosti

Základem pro tuto skupinu metod je, stejně jako u Saatyho metody, zjištění preferenčních vztahů všech dvojic variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Přitom se zde však vystačí pouze se stanovením preferencí těchto dvojic variant a není třeba určovat velikost těchto preferencí. Od hodnotitele se tedy požaduje, aby pro každou dvojici variant rozhodování a každé kritérium hodnocení určil, kterou variantu z dané dvojice cení podle daného kritéria výše, či zda je považuje za rovnocenné. [7]

Fullerův trojúhelník

Fullerův trojúhelník je metoda založená na párovém srovnávání variant a je analogická již známé metodě stanovení vah kritérií, kterou jsem popsala v podkapitole **3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**.

Pro tuto metodu je společné zjišťování preferenčních vztahů dvojic. Jediný rozdíl je v tom, že srovnávanými objekty nejsou kritéria, nýbrž varianty rozhodování.

3.3 Criterium Decision Plus

Pro softwarové zpracování vícekritériálního rozhodování existuje více programů. Pro řešení daného RP jsem si vybrala program Criterium Decision Plus. Tento program na podporu rozhodování vyvinula a nabízí firma InfoHarvest, Inc. Je k dispozici v anglickém jazyce a lze si vyzkoušet jeho Student verzi, která je ke stažení na webových stránkách firmy <http://www.InfoHarvest.com/>. Tato Student verze není nijak časově omezena, jediné její omezení je v použití pouze 20 bloků (kritérií a variant). [11]

V rámci tohoto programu se porovnávají jednotlivá kritéria mezi sebou a jednotlivá kritéria v rámci variant. Program umožňuje rozdělit rozhodování do více hierarchických úrovní a podúrovní, a tím je toto rozhodování přehlednější. Vyhodnocení je možné, jak v číselné, tak v grafické podobě.

4 VLASTNÍ NÁVRH ROZHODOVACÍHO PROCESU

V této kapitole je popsán objekt, pro který je rozhodovací proces určen. Je zde popsán vlastní rozhodovací problém a vytvořen soubor kritérií a variant řešení. Následně jsou stanoveny váhy kritérií a zhodnoceny varianty řešení. Celý text je proložen množstvím názorných tabulek.

4.1 Popis objektu

Objekt zvolený pro výstavbu TČ se nachází v Pardubicích, části obce Zelené Předměstí, v ulici Chrudimská 1147. Budova s číslem popisným 1147 je postavena na stavební parcele 2117/1 s výměrou 255 m² a je rodinným domem – jednou polovinou dvojdomku s přízemím, prvním patrem, terasou a sklepem. U rodinného domu je na parcele 2117/2 postavená garáž s výměrou 40 m², která je částečně podsklepená a nachází se v ní technické zázemí bazénu nacházejícího se na zahradě, tj. pozemku 2379/10 s výměrou 178 m². Rodinný dům byl v roce 2010 rekonstruován. V celém objektu byla vyměněna dřevěná okna za plastová a byla provedena tepelná izolace obvodových konstrukcí a podlah. V současné době se k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody používá plynový kotel, který bude nahrazen TČ. Tepelné ztráty objektu byly vypočteny na 14 kW. [21]

4.2 Formulace rozhodovacího problému

Cílem této bakalářské práce je výběr vhodného TČ pro konkrétní objekt, který jsem popsala v podkapitole *4.1 Popis objektu*. Hlavním důvodem pro koupi TČ jsou úspory na provoz domu. Peníze, které se zaplatí za TČ, se při současných cenách energií rychle vrátí zpět na dosažených úsporách.

4.3 Vytvoření souboru kritérií

V RP nákupu TČ jsem si pro hodnocení navržených variant a varianty určené k realizaci zvolila soubor 8 kritérií. Mezi stanovená kritéria patří cena, topný faktor, hlučnost, standardní záruka TČ, standardní záruka kompresoru, maximální vzdálenost vedení chladiva, maximální výstupní teplota při -15°C a maximální výstupní teplota při -20°C.

V daném souboru kritérií lze rozlišit kritéria nákladového (minimalizačního) typu – K1, K3 a výnosového (maximalizačního) typu – K2, K4, K5, K6, K7, K8. Jestliže se jedná o kritérium výnosového typu, pak se rostoucí hodnotou kritéria užitek stoupá. V případě nákladového typu je to naopak, s rostoucí hodnotou kritéria užitek klesá. [14]

Kritérium 1 (K1) – Cena TČ

Investice do TČ je poměrně vysoká a podle toho by měl být také proveden výběr TČ. Různá „úsporná“ řešení se po několika letech mohou ukázat „jako nejdražší úspora v našem životě“. Kdo chce sázet na jistotu, měl by sáhnout po osvědčeném TČ, které dodává firma s dlouholetou působností na trhu a skýtá určité záruky serióznosti.

Kritérium 2 (K2) – Topný faktor (COP)

Topný faktor je jedním z nejdůležitějších parametrů TČ, který se používá pro srovnání efektivity provozu TČ. Představuje poměr mezi výkonem a příkonem, resp. poměr dodané energie pro ohřev vody k energii spotřebované pro pohon TČ. Obecně platí, že čím vyšší topný faktor, tím méně elektřiny se spotřebuje. [1]

Kritérium 3 (K3) – Hlučnost TČ

Hlučnost TČ se měří při 100% výkonu ve vzdálenosti 1 m od jednotky a ve výšce 1,5 m před jednotkou.

Kritérium 4 (K4) – Standardní záruka TČ

Záruka TČ může mít formu standardní nebo za příplatek prodloužené. Záruky na TČ jsou různé, obvykle od 2 do 5 let.

Kritérium 5 – Standardní záruka kompresoru

Životnost TČ je dána především životností kompresoru, protože právě porucha kompresoru je tou nejhorší, co nás může potkat. Záruky na kompresor mohou dosahovat i délky 10 let, ale někteří výrobci tuto záruku poskytují pouze za příplatek.

Kritérium 6 – Maximální vzdálenost vedení chladiva

Díky možnosti vedení chladiva lze venkovní jednotku umístit téměř kdekoli v okolí vytápěného objektu, např. v případě narušování vzhledu celkového objektu nebo kvůli hlučnosti.

Kritérium 7 – Maximální výstupní teplota při -15°C a Kritérium 8 – Maximální výstupní teplota při -20°C

Poslední dvě kritéria jsou pro koupi TČ nezbytná. TČ by měla být určeno pro celoroční provoz, a to i v období, kdy venkovní teplota klesá k extrémním hodnotám hluboko pod bod mrazu.

4.4 Varianty řešení

Při výběru TČ je prvním krokem volba vhodného typu TČ a následně dalším krokem je určení daných variant.

4.4.1 Volba vhodného typu tepelného čerpadla

Jak jsem již uvedla v podkapitole *1.4 Typy tepelných čerpadel*, máme na výběr z těchto druhů TČ, a to země/voda, vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda.

V případě TČ země/voda není k dispozici potřebná plocha pro zemní kolektor a v blízkosti se nenachází ani vodní plocha. Příklad vrtné soustavy k pozemku není možný a budova není nízkoenergetickým domem.

TČ vzduch/vzduch není pro tento objekt vhodné, protože s ním nelze ohřívat teplou užitkovou vodu a nedoporučuje se do domů s větším počtem místností.

Při použití TČ voda/voda bychom potřebovali lokalitu s dostatkem spodní vody nebo s vhodným zdrojem technologické či geotermální vody. U objektu se studna nachází, ale vyšší náklady na servis nás od tohoto TČ odrazují.

Nejběžnějším systémem z hlediska poměru cena/výkon je systém voda/vzduch. V České republice jsou pro TČ tohoto typu ideální klimatické podmínky. Vzduch je jako zdroj tepla nejdostupnější a z ekologického hlediska nejvýhodnější.

Vezmu-li v úvahu všechny tyto údaje, vhodným typem TČ pro tento objekt je *TČ vzduch/voda*.

4.4.2 Vybrané varianty řešení

Na základě provedeného průzkumu (statistiky prodejnosti, dlouholetosti působení firem na trhu, uvedených kritérií) a doporučení jsem si stanovila 3 varianty řešení. Mezi stanovené varianty patří TČ NIBE F2025, IVT AIR 120, ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA.

Variant 1 (V1) – NIBE F2025

Jedná se o variantu švédského výrobce. Společnost NIBE ENERGY SYSTEMS je významným výrobcem TČ a produktů pro vytápění rodinných ve Skandinávii a je na prvních místech žebříčků prodejnosti TČ v severní Evropě a v České republice. Více o kritériích TČ NIBE F2025 je uvedeno v následující *Tabulce 6: Charakteristika variant pro zadaná kritéria*.

Varianta 2 (V2) – IVT AIR 120

Švédská společnost IVT je dlouhodobě největším prodejcem TČ v České republice. Velkou výhodou těchto TČ je dlouhá záruka, kterou mají 5 let na TČ a 10 let na kompresor. Více o kritériích TČ IVT AIR 120 je uvedeno v následující **Tabulce 6: Charakteristika variant pro zadaná kritéria.**

Varianta 3 (V3) – ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA

TČ od japonského výrobce Mitsubishi Electric je výjimečné právě tím, že je určeno pro celoroční provoz, a to i v období, kdy venkovní teplota klesá k extrémním hodnotám hluboko pod bod mrazu, a to až k -25°C . Více o kritériích TČ ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA je uvedeno v následující **Tabulce 6: Charakteristika variant pro zadaná kritéria.**

4.5 Souhrn kritérií a variant rozhodovacího procesu

Na základě výše uvedených kritérií a variant je možno tyto údaje shrnout do přehledné **Tabulky 6: Charakteristika variant pro zadaná kritéria**, kde každý řádek představuje hodnoty kritéria pro danou variantu.

Tabulka 6: Charakteristika souboru variant pro zadaná kritéria

označení	Kritérium		Varianta		
	název	jednotky	NIBE F2025	IVT AIR 120	ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA
K1	cena TČ	Kč	229 000	191 000	208 000
K2	topný faktor	-	3,5	3,3	3,2
K3	hlučnost	dB	62	56,9	52
K4	standardní záruka TČ	roky	2	5	5
K5	standardní záruka kompresoru	roky	0	10	5
K6	maximální vzdálenost vedení chladiva	m	12	15	75
K7	maximální výstupní teplota při -15°C	°C	58	55	60
K8	maximální výstupní teplota při -20°C	°C	35	35	45

Zdroj: upraveno podle [12] [19] [22]

4.6 Stanovení vah kritérií

Pro stanovení vah zvoleného souboru kritérií užiju jednotlivých metod, které jsou popsány v kapitole **3.1 Metody stanovení vah kritérií**. Pro stanovení vah kritérií jsem zvolila metodu přímého stanovení vah kritérií dle preferenčního pořadí a metody založené na párovém srovnávání, a to Fullerův trojúhelník a Saatyho metodu.

Nejprve je nezbytné si uspořádat jednotlivá kritéria podle jejich významnosti. Pořadí těchto kritérií znázorňuje následující **Tabulka 7: Pořadí významnosti jednotlivých kritérií**.

Tabulka 7: Pořadí významnosti jednotlivých kritérií

Kritérium	Stupnice hodnocení	Pořadí
K2	nejvýznamnější	1.
K1	...	2.
K7	...	3.
K8	...	4.
K5	...	5.
K4	...	6.
K3	...	7.
K6	nejméně významné	8.

Zdroj: vlastní zpracování

4.6.1 Metoda přímého stanovení vah kritérií dle preferenčního pořadí

Pro stanovení vah kritérií pomocí této metody je využit postup popsáný v podkapitole **3.1.1 Metody přímého stanovení vah kritérií**, který se skládá ze třech kroků, a to stanovení pořadí významnosti kritérií, určení vah kritérií a následně jejich znormování.

Prvním krokem je stanovení pořadí významnosti kritérií etapovým uspořádáním, a to postupně, kdy z celého souboru kritérií jako nejméně významné je stanoveno kritérium K6 (maximální vzdálenost vedení chladiwa) a jako nejvíce významné kritérium K2 (topný faktor). Toto stanovení pořadí je znázorněno v následující **Tabulce 8: Stanovení pořadí významnosti – první krok**.

Tabulka 8: Stanovení pořadí významnosti – první krok

K2	K1, K3, K4, K5, K7, K8	K6
----	------------------------	----

Zdroj: vlastní zpracování

Z redukovaného souboru kritérií (K1, K3, K4, K5, K7, K8) je považováno za nejdůležitější kritérium K1 (cena) a za nejméně významné kritérium K3 (hlučnost). Pořadí kritérií je nyní K2, K1, ..., K3 a K6 a pro další etapu zůstávají čtyři kritéria K4, K5, K7, K8, což názorně ilustruje **Tabulka 9: Stanovení pořadí významnosti – druhý krok**.

Tabulka 9: Stanovení pořadí významnosti – druhý krok

K2	K1	K4, K5, K7, K8	K3	K6
----	----	----------------	----	----

Zdroj: vlastní zpracování

Z těchto čtyř kritérií je za nejvýznamnější považováno kritérium K7 (maximální výstupní teplota při -15°C) a za nejméně významné kritérium K4 (záruka TČ). Pořadí kritérií je nyní K2, K1, K7, ..., K4, K3, K6 a pro poslední etapu už zůstávají pouze dvě kritéria K5 a K8. Pořadí kritérií před poslední etapou znázorňuje následující **Tabulka 10: Stanovení pořadí významnosti – třetí krok**.

Tabulka 10: Stanovení pořadí významnosti – třetí krok

K2	K1	K7	K5, K8	K4	K3	K6
----	----	----	--------	----	----	----

Zdroj: vlastní zpracování

Z těchto posledních dvou kritérií je za významnější považováno kritérium K8 (maximální výstupní teplota při -20°C) před méně významným kritériem K5 (standardní záruka kompresoru). Touto fází stanovení pořadí významnosti jednotlivých kritérií končí a výsledné pořadí je znázorněno v **Tabulce 11: Výsledné stanovení pořadí významnosti**.

Tabulka 11: Výsledné stanovení pořadí významnosti

K2	K1	K7	K8	K5	K4	K3	K6
----	----	----	----	----	----	----	----

Zdroj: vlastní zpracování

Nyní následuje druhý krok této metody, který spočívá ve stanovení nenormovaných vah. Za nejméně důležité kritérium bylo stanoveno kritérium K6 (maximální vzdálenost vedení chladiva), kterému bude přisouzena váha 1 bodu. Následné kroky spočívají v porovnávání, kolikrát je předposlední kritérium K3 významnější než kritérium nejméně významné K6 atd.

Stanovené preference jsou uvedeny v **Tabulce 12: Stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního uspořádání**, kde je proveden i poslední krok této metody, a to znormování vah podle vzorce 2.

Tabulka 12: Stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního uspořádání

Kritérium	K6	K3	K4	K5	K8	K7	K1	K2	Součet
Počet bodů f_i	1	2	3	3	5	6	7	8	35
Normovaná váha v_i	0.029	0.057	0.086	0.086	0.143	0.171	0.200	0.229	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.6.2 Metoda založená na párovém srovnávání – Fullerův trojúhelník

Uplatnění této metody je popsáno v podkapitole **3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**, pro které je společně zjišťování preferenčních vztahů dvojic kritérií.

U každé dvojice kritérií se určuje, zda se preferuje kritérium uvedené v řádku před kritériem uvedeným ve sloupci. Jestliže ano, do příslušného políčka se zapíše jednička, v opačném případě nula. Pro každé kritérium se následně stanoví počet jeho preferencí, který je roven součtu jedniček v odpovídajícím řádku daného kritéria a součtu nul v příslušném sloupci tohoto kritéria. Aby se předešlo možné nulové preferenci a následné nulové váze kritéria, je uplatněn, pro stanovení vah kritérií, zvýšený počet preferencí u každého kritéria. Následně jsou na základě upraveného počtu preferencí jednotlivých kritérií vypočítány výsledné váhy podle vzorce 5. Takto stanovené výsledné váhy kritérií jsou uvedeny v posledním sloupci následující **Tabulky 13: Stanovení vah kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku**.

Tabulka 13: Stanovení vah kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Počet preferencí	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy
K1		0	1	1	1	1	1	1	6	7	0.194
K2			1	1	1	1	1	1	7	8	0.222
K3				0	0	1	0	0	1	2	0.056
K4					0	1	0	0	2	3	0.083
K5						1	0	0	3	4	0.111
K6							0	0	0	1	0.028
K7								1	5	6	0.167
K8									4	5	0.139
								Součet	28	36	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.6.3 Metoda založená na párovém srovnávání – Saatyho metoda

Uplatnění této metody je popsáno v podkapitole **3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**, pro které je společně zjišťování preferenčních vztahů dvojic kritérií.

V následující **Tabulce 14: Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho matice**, jsou vypočteny váhy jednotlivých kritérií, a to postupným stanovováním velikostí preferencí jednotlivých dvojic kritérií. Velikost preference vyjadřuje přiřazení určitého počtu bodů z bodové stupnice opatřené deskriptory uvedené v **Tabulce 3: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory**, přičemž bylo stanoveno maximální rozpětí 1 až 7 bodů, které odpovídá tomu, že nejvýznamnější kritérium K2 je maximálně sedmkrát významnější než kritérium nejméně významné K6.

Pomocí geometrických průměrů řádků Saatyho matice, podle vzorce 7, jsou stanoveny výsledné váhy kritérií, a to podle vzorce 8. Ukázka výpočtů je uvedena v **Příloze A: Využití programu Microsoft Excel 2007 pro výpočet Saatyho matice**.

Jak již bylo zmíněno v podkapitole **3.1.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**, pro každou Saatyho matici je doporučeno stanovit hodnotu CR, KI a RI pro ověření správnosti sestavení matice.

K prověření konzistence matice byl nejprve vypočten KI, pomocí programu Matlab, který byl dělen hodnotou RI, vybrané z již uvedené **Tabulky 5: Hodnoty RI podle Whartona**.

Výpočet CR byl následující: $0,0663/1,41 = 0,047$. Výsledný CR této Saatyho matice je 0,047, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 14: Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
K1	1	1/3	5	4	4	6	3	3	2.4820	0.2092
K2	3	1	6	5	5	7	4	4	3.8708	0.3263
K3	1/5	1/6	1	1/5	1/5	4	1/6	1/6	0.3322	0.0280
K4	1/4	1/5	5	1	1/3	7	1/5	1/5	0.6252	0.0527
K5	1/4	1/5	5	3	1	7	1/5	1/5	0.8228	0.0694
K6	1/6	1/7	1/4	1/7	1/7	1	1/7	1/7	0.1992	0.0168
K7	1/3	1/4	6	5	5	7	1	3	2.0063	0.1691
K8	1/3	1/4	6	5	5	7	1/3	1	1.5244	0.1285
								Součet	11.8628	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.7 Hodnocení variant

Ke stanovení nejvhodnější varianty jsou zvoleny metody popsané v podkapitole 3.2 *Metody hodnocení variant rozhodování*, a to jednoduchá metoda stanovení hodnot variant – metoda bazické varianty, a metody založené na párovém srovnávání variant – Saatyho metoda a Fullerův trojúhelník. Dále jsem pro softwarové zpracování daného problému využila program Criterium Decision Plus.

4.7.1 Jednoduchá metoda stanovení hodnot variant – metoda bazické varianty

Pro hodnocení variant pomocí této metody je využit postup popsaný v podkapitole 3.2.1 *Jednoduché metody stanovení hodnoty variant*.

V následující *Tabulce 15: Charakteristika souboru variant* jsou uvedeny váhy jednotlivých kritérií a charakteristiky souboru variant výběru TČ. Váhy uvedené v třetím sloupci této tabulky jsou stanoveny metodou preferenčního uspořádání (viz podkapitola 4.6.1 *Metody přímého stanovení vah kritérií dle preferenčního pořadí* a *Tabulka 12: Stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního uspořádání*).

Tabulka 15: Charakteristika souboru variant

Kritérium			Varianta		
název	jednotky	váhy	V1	V2	V3
K1	Kč	0.200	229 000	191 000	208 000
K2	-	0.229	3.5	3.3	3.2
K3	dB	0.057	62	56.9	52
K4	roky	0.086	2	5	5
K5	roky	0.086	0	10	5
K6	m	0.029	12	15	75
K7	°C	0.171	58	55	60
K8	°C	0.143	35	35	45

Zdroj: vlastní zpracování

Nejprve byla stanovena bazická metoda pomocí nejlepších hodnot kritérií v daném souboru variant, což vychází z hodnot *Tabulky 15: Charakteristika souboru variant*. Následným dalším krokem bylo dílčí ohodnocení variant, kdy u kritérií K1, K3 nákladového typu byl použit vzorec 12 a u kritérií K2, K4, K5, K6, K7, K8 výnosového typu byl použit

vzorec 13. Celkové ohodnocení každé varianty bylo stanoveno vynásobením váhy kritéria s dílčím ohodnocením varianty a následným součtem hodnot pro jednotlivá kritéria. Ohodnocení variant podle této metody názorně ilustruje následující **Tabulka 16: Výsledky metody bazické varianty**.

Tabulka 16: Výsledky metody bazické varianty

Kritérium			Dílčí ohodnocení variant		
název	váhy	x_i^b	V1	V2	V3
K1	0.200	191 000	0.834	1	0.918
K2	0.229	3.50	1	0.943	0.914
K3	0.057	52	0.839	0.914	1
K4	0.086	5	0.400	1	1
K5	0.086	10	0	1	0.500
K6	0.029	75	0.160	0.200	1
K7	0.171	60	0.967	0.917	1
K8	0.143	45	0.778	0.778	1
Celkové ohodnocení			0.759	0.913	0.921
Pořadí			3.	2.	1.

Zdroj: vlastní zpracování

4.7.2 Metoda založená na párovém srovnávání variant – Saatyho metoda

Pro hodnocení variant pomocí této metody je využit postup popsáný v podkapitole **3.2.2 Metody založené na párovém srovnávání variant**.

Soubor kritérií uvedený v **Tabulce 13: Charakteristika souboru variant**, obsahuje kvantitativní kritéria, jak nákladového typu (K1, K3), tak výnosového typu (K2, K4, K5, K6, K7, K8).

Pro výnosová kvantitativní kritéria není nutné vytvářet Saatyho matice a stačí hodnoty důsledků variant vzhledem k těmto kritériím znormovat. Pro nákladová kvantitativní kritéria toto znormování hodnot nedává stejné výsledky jako podle postupu pomocí Saatyho matice. [10]

Pro tento RP jsem se rozhodla vytvořit Saatyho matice pro kvantitativní kritéria, jak nákladového typu, tak výnosového typu.

Váhy jednotlivých kritérií jsou stanoveny Saatyho metodou (viz podkapitola 4.6.2 *Metoda založená na párovém srovnávání – Saatyho metoda* a *Tabulka 14: Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho matice*).

Stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím je v Saatyho metodě analogické postupu stanovení vah kritérií, přičemž jediným rozdílem je, že srovnávanými objekty jsou varianty rozhodování.

V následujících *Tabulkách 17 až 24: Ohodnocení variant pro kritérium K1 – K8 pomocí Saatyho metody* jsou pro každé kritérium (K1 – K8) vytvořeny Saatyho matice na základě párového srovnání variant, přičemž se postupně určuje velikost preference všech dvojic variant z hlediska daného kritéria, a to přiřazením určitého počtu bodů z bodové stupnice uvedené v *Tabulce 3: Saatyho doporučená bodová stupnice s deskriptory*.

Následně jsou pomocí geometrických průměrů řádků, podle vzorce 7, stanoveny výsledné váhy variant pro daná kritéria, a to podle vzorce 8, a pro každou matici je stanovena hodnota CR pro ověření správnosti sestavení Saatyho matice. Ukázka výpočtu KI pro stanovení hodnoty CR je v *Příloze B: Využití programu Matlab pro výpočet indexu konzistence*.

Tabulka 17: Ohodnocení variant pro kritérium K1 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1/4	1/4	0.397	0.105
V2	4	1	3	2.289	0.605
V3	4	1/3	1	1.101	0.291
			Součet	3.787	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,1, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 18: Ohodnocení variant pro kritérium K2 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	3	4	2.289	0.614
V2	1/3	1	3	1.000	0.268
V3	1/4	1/3	1	0.437	0.117
Součet				3.726	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,07, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 19: Ohodnocení variant pro kritérium K3 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1/4	1/5	0.368	0.090
V2	4	1	1/4	1.000	0.245
V3	5	4	1	2.714	0.665
Součet				4.083	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,1, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 20: Ohodnocení variant pro kritérium K4 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1/4	1/4	0.397	0.111
V2	4	1	1	1.587	0.444
V3	4	1	1	1.587	0.444
Součet				3.572	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 21: Ohodnocení variant pro kritérium K5 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1/7	1/7	0.273	0.061
V2	7	1	4	3.037	0.673
V3	7	1/4	1	1.205	0.267
Součet				4.515	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,1, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 22: Ohodnocení variant pro kritérium K6 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1/3	1/7	0.362	0.076
V2	3	1	1/7	0.754	0.158
V3	7	7	1	3.659	0.766
Součet				4.776	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,1, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 23: Ohodnocení variant pro kritérium K7 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	3	1/3	1.000	0.268
V2	1/3	1	1/4	0.437	0.117
V3	3	4	1	2.289	0.614
Součet				3.726	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0,07, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Tabulka 24: Ohodnocení variant pro kritérium K8 pomocí Saatyho metody

Varianta	V1	V2	V3	Geometrický průměr b_i	Výsledné váhy v_i
V1	1	1	1/5	0.585	0.143
V2	1	1	1/5	0.585	0.143
V3	5	5	1	2.924	0.714
Součet				4.094	1

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný CR této matice je 0, přičemž tedy platí, že je menší nebo rovno 0,1, a lze tedy tuto matici považovat za správně sestavenou.

Celkové ohodnocení každé varianty bylo stanoveno vynásobením váhy kritéria s dílčím ohodnocením varianty a následným součtem hodnot pro jednotlivá kritéria. Ohodnocení variant podle této metody názorně ilustruje následující *Tabulka 25: Výsledky Saatyho matice*.

Tabulka 25: Výsledky Saatyho metody

Kritérium		Dílčí ohodnocení variant		
název	váhy	V1	V2	V3
K1	0.209	0.105	0.605	0.291
K2	0.326	0.614	0.268	0.117
K3	0.028	0.090	0.245	0.665
K4	0.053	0.111	0.444	0.444
K5	0.069	0.061	0.673	0.267
K6	0.017	0.076	0.158	0.766
K7	0.169	0.268	0.117	0.614
K8	0.129	0.143	0.143	0.714
Celkové ohodnocení		0.300	0.332	0.368
Pořadí		3.	2.	1.

Zdroj: vlastní zpracování

4.7.3 Metoda založená na párovém srovnávání variant – Fullerův trojúhelník

Pro hodnocení variant pomocí této metody je využit postup popsáný v podkapitole 3.2.2 *Metody založené na párovém srovnávání variant*.

Stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím je ve Fullerově trojúhelníku analogické postupu stanovení vah kritérií, přičemž jediným rozdílem je, že srovnávanými objekty jsou varianty rozhodování.

V následujících *Tabulkách 26 až 33: Ohodnocení variant pro kritéria K1 – K8 pomocí Fullerova trojúhelníku* jsou pro každé kritérium (K1 – K8) ohodnoceny varianty na základě párového srovnávání variant, přičemž se postupně u každé dvojice variant určuje, zda se preferuje, podle daného kritéria, varianta uvedená v řádku před variantou uvedenou ve sloupci. Jestliže ano, do příslušného políčka se zapíše jednička, v opačném případě nula. Pro každou variantu se následně stanoví počet jeho preferencí, který je roven součtu jedniček v odpovídajícím řádku dané varianty a součtu nul v příslušném sloupci této varianty. Aby se předešlo možné nulové a následné nulové váze varianty, je uplatněn zvýšený počet preferencí u každé varianty. Následně jsou na základě upraveného počtu preferencí jednotlivých variant vypočítány výsledné váhy podle vzorce 5.

Tabulka 26: Ohodnocení variant pro kritérium K1 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			1	2	3	0.500
V3				1	2	0.333
			Součet	3	6	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 27: Ohodnocení variant pro kritérium K2 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		1	1	2	3	0.500
V2			1	1	2	0.333
V3				0	1	0.167
			Součet	3	6	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 28: Ohodnocení variant pro kritérium K3 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			0	1	2	0.333
V3				2	3	0.500
Součet				3	6	1

*Zdroj: vlastní zpracování***Tabulka 29:** Ohodnocení variant pro kritérium K4 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			0	1	2	0.333
V3				2	3	0.500
Součet				3	6	1

*Zdroj: vlastní zpracování***Tabulka 30:** Ohodnocení variant pro kritérium K5 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			1	2	3	0.500
V3				1	2	0.333
Součet				3	6	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 31: Ohodnocení variant pro kritérium K6 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			0	1	2	0.333
V3				2	3	0.500
Součet				3	6	1

*Zdroj: vlastní zpracování***Tabulka 32:** Ohodnocení variant pro kritérium K7 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		1	0	1	2	0.333
V2			0	0	1	0.167
V3				2	3	0.500
Součet				3	6	1

*Zdroj: vlastní zpracování***Tabulka 33:** Ohodnocení variant pro kritérium K8 pomocí Fullerova trojúhelníku

Varianta	V1	V2	V3	Počet preferencí f_i	Upravený počet preferencí	Výsledné váhy v_i
V1		0	0	0	1	0.167
V2			0	1	2	0.333
V3				2	3	0.500
Součet				3	6	1

Zdroj: vlastní zpracování

Celkové ohodnocení každé varianty bylo stanoveno vynásobením váhy kritéria s dílčím ohodnocením varianty a následným součtem hodnot pro jednotlivá kritéria. Ohodnocení variant podle této metody názorně ilustruje následující **Tabulka 34: Výsledky metody Fullerova trojúhelníku.**

Tabulka 34: Výsledky metody Fullerova trojúhelníku

Kritérium		Dílčí ohodnocení variant		
název	váhy	V1	V2	V3
K1	0.194	0.167	0.500	0.333
K2	0.222	0.500	0.333	0.167
K3	0.056	0.167	0.333	0.500
K4	0.083	0.167	0.333	0.500
K5	0.111	0.167	0.500	0.333
K6	0.028	0.167	0.333	0.500
K7	0.167	0.333	0.167	0.500
K8	0.139	0.167	0.333	0.500
Celkové ohodnocení		0.269	0.356	0.375
Pořadí		3.	2.	1.

Zdroj: vlastní zpracování

4.7.4 Program CDP

Pro softwarové zpracování daného problému jsem zvolila program Criterium Decision Plus, který jsem popsala v podkapitole 3.3 *Criterium Decision Plus*.

Prvním krokem bylo vytvoření modelu rozhodovacího problému, který obsahuje všechna rozhodovací kritéria (tj. K1 – K8), varianty rozhodování (V1 – V3) a cíl rozhodování (Výběr TČ), kterého se má dosáhnout. Tento model jsem následně pomocí tlačítka „To CDP“ přepnula do hierarchické tříúrovňové struktury. V menu jsem si nastavila „Technique-Alternatives“-„AHP“ a také „Technique-Hierarchy“-„Weights“. Postupným poklepáním nejprve na cíl rozhodování a poté na jednotlivá kritéria jsem si v dialogových oknech nastavila „Method“ na „Full Pairwise“, tj. párové porovnávání a nastavila jsem si zde vzájemné váhy kritérií. Zároveň se mi samy v levém dolním rohu zobrazovali CR každé z matic. V posledním kroku jsem pomocí tlačítka „Scores“ vyvolala výsledek procesu, který je názorně vidět v *Příloze C: Využití programu CDP pro výsledek procesu rozhodování*. [14]

Jako optimální mi vyšla varianta třetí s výsledným skóre 0,371. Výsledné pořadí je stejné jako u metody bazické varianty, Saatyho metody i Fullerova trojúhelníku.

V programu CDP jsem si také zobrazila graf podílu jednotlivých kritérií na variantách, pomocí tlačítka „Conrt“. Tento graf lze názorně vidět v *Příloze D: Využití programu CDP pro zobrazení podílu jednotlivých kritérií na variantách.*

5 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH ŘEŠENÍ

Pro stanovení vah zvoleného souboru kritérií bylo zvoleno čtyř různých metod, a to metody preferenčního uspořádání, Fullerova trojúhelníku, Saatyho metody a programu Criterium Decision Plus. Výsledné váhy podle těchto metod jsou uvedeny v následující **Tabulce 35: Porovnání vah kritérií podle jednotlivých metod.**

Tabulka 35: Porovnání vah kritérií podle jednotlivých metod

Kritérium	Váha			
	Metoda preferenčního uspořádání	Fullerův trojúhelník	Saatyho metoda	Criterium Decision Plus
K1	0.200	0.194	0.209	0.206
K2	0.229	0.222	0.326	0.321
K3	0.057	0.056	0.028	0.028
K4	0.086	0.083	0.053	0.054
K5	0.086	0.111	0.069	0.071
K6	0.029	0.028	0.017	0.017
K7	0.171	0.167	0.169	0.179
K8	0.143	0.139	0.129	0.131

Zdroj: vlastní zpracování

Rozpětí hodnot vah vzhledem k jednotlivým kritériím je velice podobné, což je z velké části dáno moji preferencí. **V Příloze E: Graf porovnání vah kritérií** je názorně ilustrováno porovnání vah kritérií podle jednotlivých metod.

K ohodnocení zvoleného souboru variant bylo zvoleno čtyř metod, a to metody bazické varianty, Saatyho metody, metody Fullerova trojúhelníku a programu Criterium Decision Plus.

Výsledné pořadí variant podle jednotlivých metod je uvedeno v následující **Tabulce 36: Pořadí variant podle jednotlivých metod.**

Tabulka 36: Pořadí variant podle jednotlivých metod

Varianta	Pořadí			
	Metoda bazické varianty	Saatyho metoda	Fullerův trojúhelník	Program CDP
V1	3.	3.	3.	3.
V2	2.	2.	2.	2.
V3	1.	1.	1.	1.

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků jasně vyplývá stabilní pořadí variant a na základě výše uvedených výsledků bych tedy jako nejvhodnější TČ ke koupi doporučila variantu třetí, tj. ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA.

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat současný stav a metody strategického rozhodování, monitoring nabídky tepelných čerpadel a vlastní návrh rozhodovacího procesu, kterým byl výběr tepelného čerpadla ke koupi do rodinného domu. Celá práce byla rozdělena do pěti vzájemně provázaných kapitol a byla proložena množstvím názorných tabulek.

První kapitolu jsem věnovala monitoringu tepelných čerpadel, především jejich popisu a principu funkce, historickému vývoji a jednotlivým typům. V této části jsem se zmínila i o ekonomice provozu, a to především o státní podpoře ve formě dotací a výhodných sazbách elektřiny.

Druhá a třetí kapitola byla zaměřena na teorii a vychází pouze z teoretických východisek pro oblast strategického rozhodování. V druhé kapitole jsou definovány pojmy související se strategickým rozhodováním, a to např. pojmy jako rozhodování, teorie rozhodování, rozhodovací proces, jeho struktura, prvky, kvalita rozhodování a informace pro rozhodování. Ve třetí kapitole jsou popsány metody pro stanovení vah kritérií a pro hodnocení variant rozhodování.

Ve čtvrté kapitole je obsažen vlastní návrh rozhodovacího procesu a způsob jeho řešení. Nejprve je popsán objekt, na který se celý rozhodovací proces, popsáný dále, vztahuje a následně je vytvořen soubor kritérií a variant daného rozhodovacího procesu. Na základě provedeného průzkumu a doporučení bylo zvoleno 8 kritérií a stanoveny 3 varianty.

Pro stanovení vah zvoleného souboru kritérií bylo zvoleno čtyř různých metod, a to metody preferenčního uspořádání, metody Fullerova trojúhelníku, Saatyho metody a programu Criterium Decision Plus. Rozpětí hodnot vah vzhledem k jednotlivým kritériím bylo velice podobné, což bylo z velké části dáno mojí preferencí. Zároveň bylo vytvořeno grafické srovnání těchto vah kritérií, které je uvedeno v Příloze E: Graf porovnání vah kritérií.

K ohodnocení zvoleného souboru variant bylo zvoleno čtyř metod, a to metody bazické varianty, Saatyho metody, metody Fullerova trojúhelníku a programu CDP.

Pořadí variant podle jednotlivých metod je uvedeno v Tabulce 36: Pořadí variant podle jednotlivých metod. Z výsledků jasně vyplývá stabilní pořadí variant a na základě výše uvedených výsledků jsem jako nejvhodnější TČ ke koupi doporučila variantu třetí, tj. ZUBADAN PUHZ-HRP125YHA.

Podstatou této práce bylo vytvoření návrhu při řešení rozhodovacího problému, který by mohl sloužit jako podklad při řešení dané rozhodovací situace, a proto bych chtěla uvést, že téma bakalářské práce jsem si nevybrala náhodou, jelikož hlavním záměrem bylo využití výsledku pro náhradu plynového kotle tepelným čerpadlem v rodinném domě, ve kterém žiju.

Práce na této bakalářské práci pro mě byla velmi zajímavá a v neposlední řadě pro mě byla velkým přínosem. Při práci jsem ve velké míře využívala program Microsoft Excel, Matlab a Criterium Decision Plus, a s tím spojené získané znalosti studiem na Univerzitě Pardubice. Zároveň jsem se přesvědčila, že získání správných a vhodných dat, není vůbec jednoduché. Ne vždy jsou uváděné informace komplexní a ne vždy jsou zbaveny typického komerčního „filtru korektních informací“. Proto jsem se snažila v rámci časových i rozsahových možností pojednat práci v takové formě, aby byla srozumitelná i neodborné veřejnosti.

Na úplný závěr bych chtěla zkonstatovat, že tepelné čerpadlo bylo během dokončení této bakalářské práce zakoupeno, instalováno a v současné době je již v provozu.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Abeceda tepelných čerpadel*. [online]. [cit. 2011-11-02]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/>.
- [2] *Asociace pro využití tepelných čerpadel*. [online]. [cit. 2011-11-10]. Dostupné z: <http://www.avtc.cz/>.
- [3] BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 178 s. Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [4] *Český statistický úřad*. [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/>.
- [5] ČESTNĚJŠÍ, Alexandr. *Manažerské rozhodování*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 2001. 156 s. ISBN 80-223-1490-0.
- [6] FIALA, Petr; JABLONSKÝ, Josef; MAŇAS, Miroslav. *Vícekriteriální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1997. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- [7] FOTR, Jiří; DĚDINA, Jiří; HRŮZOVÁ, Helena. *Manažerské rozhodování*. Praha: Ekopress, s. r. o., 2003. 250 s. ISBN 80-86119-69-6.
- [8] FOTR, Jiří; HOŘICKÝ, Karel. *Rozhodování: řešení rozhodovacích problémů v řízení*. Praha: Institut řízení, 1988. 238 s.
- [9] FOTR, Jiří; ŠVECOVÁ, Lenka; DĚDINA, Jiří; HRŮZOVÁ, Helena; RICHTER, Jiří. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. Praha: Ekopress, s. r. o., 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.
- [10] FOTR, Jiří; ŠVECOVÁ, Lenka a kol. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2. vyd. Praha: Ekopress, s. r. o., 2010. 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [11] InfoHarvest, Inc., maker of Gis decision analysis tools. [online]. [2012-03-31]. Dostupné z: <http://www.infoharvest.com/>.
- [12] *IVT tepelná čerpadla*. [online]. [cit. 2011-10-12]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/>.
- [13] JÜNGER, Josef; MORAVCOVÁ, Eva; ZONKOVÁ, Zdeňka. *Rozhodovací procesy*. Ostrava: VŠB v Ostravě, 1988. 107 s. Fakulta ekonomická.
- [14] KŘUPKA, Jiří; KAŠPAROVÁ, Miloslava; MÁCHOVÁ, Renáta. *Rozhodovací procesy*. [online]. [2012-03-06]. Dostupné z: <http://www.rozhodovacicprocesy.cz/>.

- [15] *Maltop-Eko myslíme na přírodu.* [online]. [cit. 2012-01-15]. Dostupné z: <http://www.maltop-eko.cz/>.
- [16] *Ministerstvo průmyslu a obchodu.* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/>.
- [17] *Mitsubishi electric automotive czech.* [online]. [cit. 2012-01-18]. Dostupné z: <http://www.mitsubishielectric.cz/>.
- [18] *M-tech, s. r. o.* [online]. [cit. 2011-10-20]. Dostupné z: <http://www.m-tech.cz/>.
- [19] *NIBE.* [online]. [cit. 2011-10-12]. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/>.
- [20] *Obnovitelné zdroje energie.* [online]. [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.oze.cz/>.
- [21] *Státní správa zeměměřičství a katastru.* [online]. [cit. 2012-03-09]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/>.
- [22] *Tepelná čerpadla ZUBADAN.* [online]. [cit. 2011-10-12]. Dostupné z: <http://www.zubadan.cz/>.
- [23] TRUNEČEK, Jan; HOFFMANN, Václav. *Strategické rozhodovací procesy.* Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1985. 107 s. Fakulta výrobně ekonomická.
- [24] *Vše o čerpadlech, aneb odborníkem na tepelná čerpadla snadno a rychle.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <http://www.tepelna-cerpadla.doporuci.cz/>.
- [25] *Zelená úsporám.* [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.zelenausporam.cz/>.

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A Využití programu Microsoft Excel 2007 pro výpočet Saatyho matice
- Příloha B Využití programu Matlab pro výpočet indexu konzistence
- Příloha C Využití programu CDP pro výsledek procesu rozhodování
- Příloha D Využití programu CDP pro zobrazení podílu jednotlivých kritérií na variantách
- Příloha E Graf porovnání vah kritérií

Příloha A: Využití programu Microsoft Excel 2007 pro výpočet Saatyho matice

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Geometrický průměr	Výsledné váhy
K1	1	1/3	5	4	4	6	3	3	2.48	0.21
K2	3	1	6	5	5	7	4	4	3.87	0.33
K3	1/5	1/6	1	1/5	1/5	4	1/6	1/6	0.33	0.03
K4	1/4	1/5	5	1	1/3	7	1/5	1/5	0.63	0.05
K5	1/4	1/5	5	3	1	7	1/5	1/5	0.82	0.07
K6	1/6	1/7	1/4	1/7	1/7	1	1/7	1/7	0.20	0.02
K7	1/3	1/4	6	5	5	7	1	3	2.01	0.17
K8	1/3	1/4	6	5	5	7	1/3	1	1.52	0.13
Součet									11.86	1

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha B: Využití programu Matlab pro výpočet indexu konzistence

```
Command Window

MATLAB desktop keyboard shortcuts, such as Ctrl+S, are now customisable.
In addition, many keyboard shortcuts have changed for improved consistency
across the desktop.

To customise keyboard shortcuts, use Preferences. From there, you can also
restore previous default settings by following the steps outlined in Help.

Click here if you do not want to see this message again.

>> E=[1 0.25 0.25; 4 1 0; 0 0.34 1]

E =

    1.0000    0.2500    0.2500
    4.0000    1.0000    0.0000
    0.0000    0.2400    1.0000

>> [V,E]=eig(E)

V =

    0.1541         0.0700 + 0.1882i    0.0700 - 0.1882i
    0.8869         -0.8912         -0.8912
    0.4294         0.2189 - 0.9691i    0.2189 + 0.9691i

E =

    2.1402         0         0
         0    -0.0702 + 0.6949i         0
         0         0    -0.0702 - 0.6949i

>> max_lambda=norm(E)

max_lambda =

    2.1402

>> ind_kons=(max_lambda-3)/(4-1)

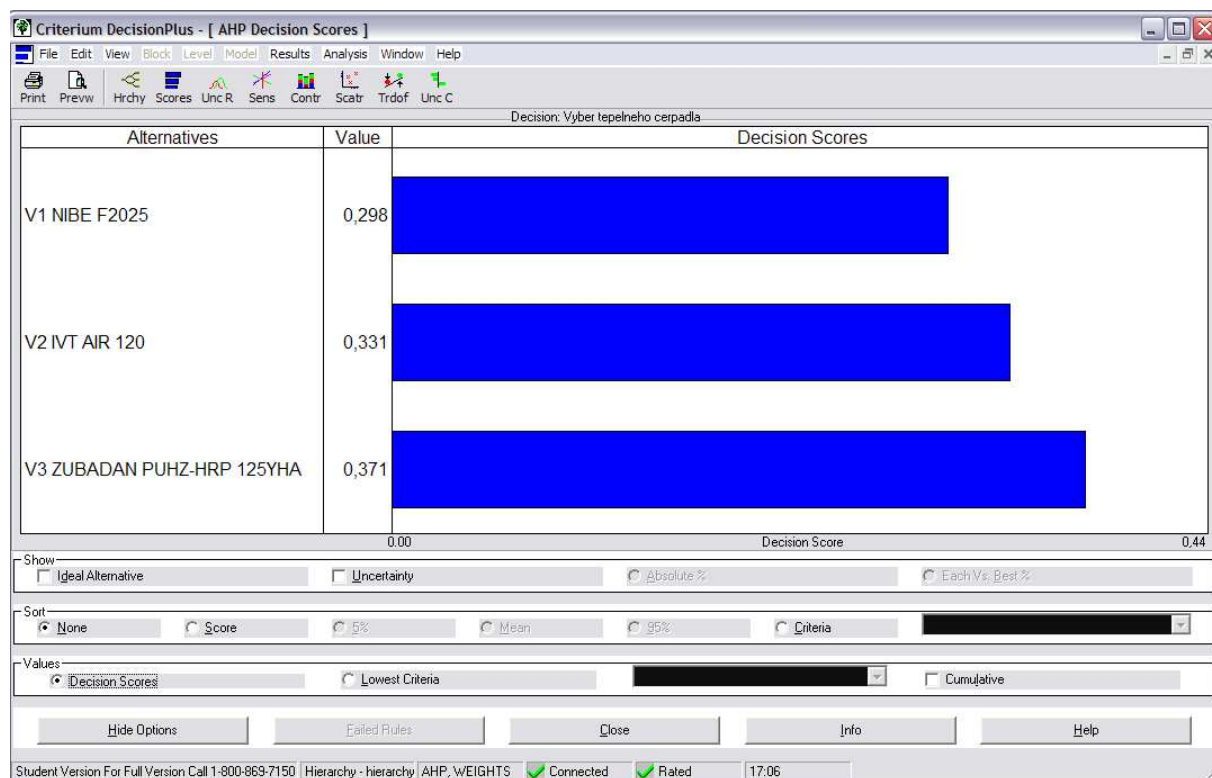
ind_kons =

    0.0701

fx >>
```

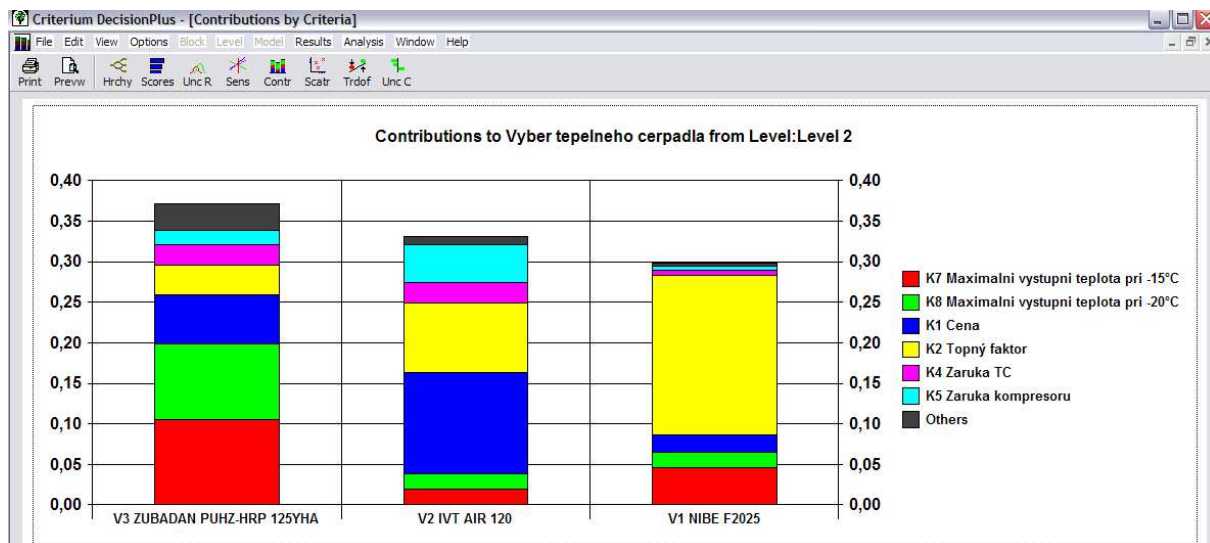
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha C: Využití programu Criterium Decision Plus pro výsledek procesu rozhodování



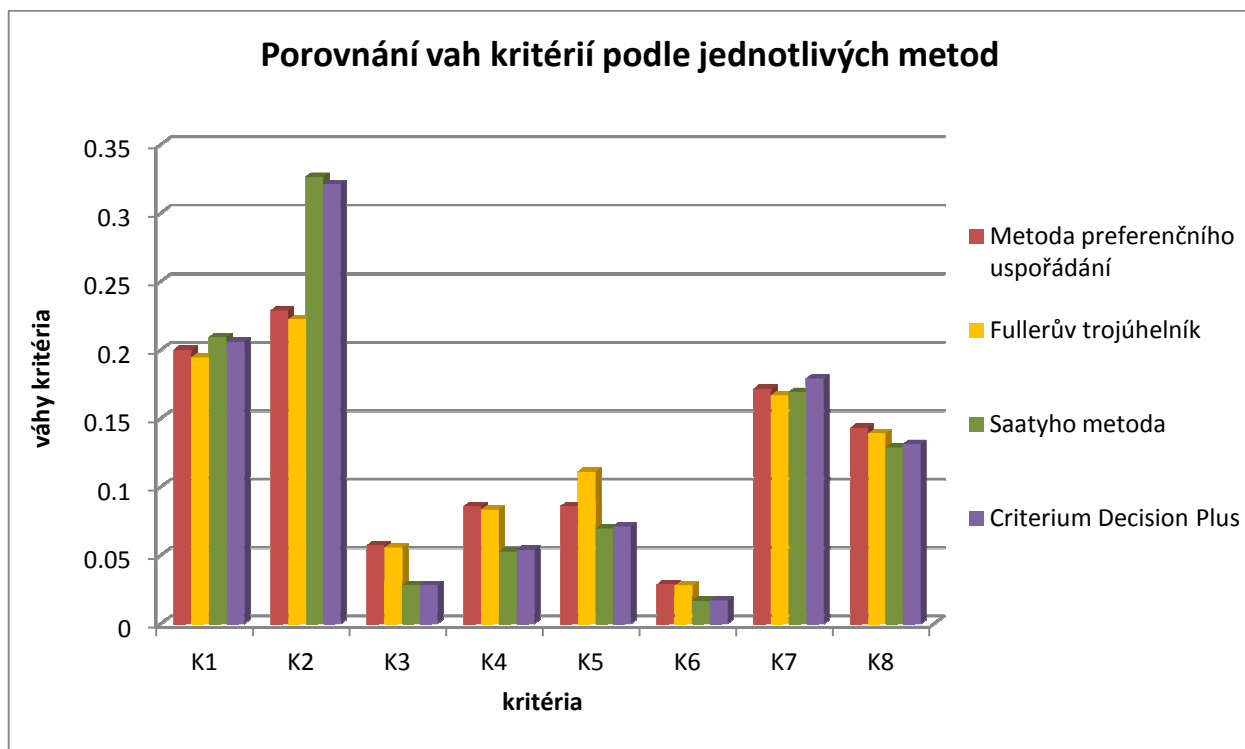
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha D: Využití programu CDP pro zobrazení podílu jednotlivých kritérií na variantách



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha E: Graf porovnání vah kritérií



Zdroj: vlastní zpracování