



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

TEPELNÉ ČERPADLO PRO RD

DOMESTIC HEAT PUMP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAKUB HOLINKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAN FIEDLER, Dr.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jakub Holinka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Energetika, procesy a ekologie (3904R030)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Tepelné čerpadlo pro RD

v anglickém jazyce:

Domestic heat pump

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě rešerše současného stavu problematiky využívání TČ

proved'te výběr vhodného typu TČ pro konkrétní objekt.

Stanovte teplotní bilanci a výběr TČ

Proved'te ekonomickou návratnost projektu

Cíle bakalářské práce:

Rešerše současného stavu problematiky využívání TČ

výběr vhodného typu TČ pro konkrétní objekt.

Výpočet teplotní bilance a výběr TČ

Ekonomická návratnost projektu

Seznam odborné literatury:

Hloušek, F.:Termomechanika, skripta VUT

Kolektiv. Obnovitelné zdroje energie, SNTL Praha 1996

firemní literatura výrobců TČ

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 6.11.2008

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je náhrada původního elektrokotle tepelným čerpadlem pro vytápění (chlazení) a ohřevu TUV rodinného domu v obci Skryje 31 na základě výpočtu tepelných ztrát.

Dále se budu zabývat současným stavem tepelných čerpadel, dotačním programem a výpočtu tepelných ztrát.

Závěr práce pojednává o návratnosti investice tepelného čerpadla v porovnání s elektrickým vytápěním.

Klíčová slova: Tepelné čerpadlo, bivalentní zapojení, topný faktor, ohřev teplé užitkové vody (TUV)

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is compensation of primary electric boiler by heat pump for a heating (cooling) and warming-up a hot service water in a family house, which is situated in a village called Skryje 31. These informations are based on a calculation of heat losses.

Further i will deal with current state of a heat pumps, grant plan and calculation of heat losses.

End of the work delas with an economic return of investment of heat pump, which compairs with electric heating.

Key words: heat pump, bivalent connection, heating factor, warming-up a hot service water

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HOLINKA, J. *Tepelné čerpadlo pro RD*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 35s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci, na téma tepelné čerpadlo pro RD, vypracoval samostatně a bez cizí pomoci. Vycházel jsem při tom ze svých znalostí, odborných konzultací a doporučené literatury uvedené v seznamu.

.....
podpis diplomanta

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr za velmi cenné rady a ochotnou spolupráci. Také bych chtěl poděkovat za umožnění vypracování práce ve firmě KP Klima v Brně, Kolářkova 24 a za čas, který mi ochotně věnovali při získávání informací o zadané problematice. Děkuji všem, kteří mi věnovali svůj čas.

Jakub Holinka

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY VYUŽÍVÁNÍ TČ	9
2.1	HISTORIE TEPELNÝCH ČERPATEL.....	9
2.2	PRINCIP FUNKCE.....	10
2.3	ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPATEL.....	11
2.4	POPIS JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ ENERGIE TEPLA PRO TEPELNÁ ČERPADLA.....	12
2.5	ZÁKLADNÍ ČÁSTI TEPELNÉHO ČERPADLA.....	14
2.6	EFEKTIVITA PROVOZU TEPELNÉHO ČERPADLA.....	15
2.6.1	<i>Topný faktor</i>	15
2.6.2	<i>Skutečný topný faktor</i>	15
2.7	PRACOVNÍ ZPŮSOBY TEPELNÉHO ČERPADLA.....	15
2.8	EKONOMIKA PROVOZU TEPELNÉHO ČERPADLA.....	16
2.8.1	<i>Tarifý pro tepelná čerpadla</i>	16
2.8.2	<i>Dotace pro tepelná čerpadla</i>	17
2.8.3	<i>Podmínky získání příslušné dotace</i>	18
3	VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE OBJEKTU	19
3.1	SPECIFIKACE OBJEKTU.....	19
3.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	20
3.3	TABULKA PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	23
4	VÝBĚR VHODNÉHO TYPU TČ PRO KONKRÉTNÍ OBJEKT	26
4.1	VÝCHOZÍ ÚDAJE.....	26
4.2	ZDROJ.....	26
4.3	VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ.....	29
5	EKONOMICKÁ NÁVRATNOST PROJEKTU	31
5.1	VÝPOČET NÁVRATNOSTI.....	31
5.1.1	<i>Energetická bilance objektu</i>	31
5.1.2	<i>Výpočet provozních nákladů</i>	32
5.1.3	<i>Pořizovacích náklady</i>	33
5.1.4	<i>Návratnost</i>	33
5.1.5	<i>Uspořené náklady po zaplacení investice</i>	34
6	ZÁVĚR	35
7	POUŽITÁ LITERATURA	36

1 ÚVOD

Tepelné čerpadlo patří mezi obnovitelné zdroje energie, využívající energie okolního prostředí (vzduch, voda, země). První komerčně využívané tepelné čerpadlo se objevilo počátkem 20. století. Však největší rozmach je však datován až v období světové energetické krize. V České Republice se začala tepelná čerpadla povolně využívat po roce 1989, největší vlna rozmachu u nás nastala po roce 2000, kdy došlo k citelnému zvýšení cen energií a vznikla státní podpora formou dotací na vytápění a ohřevu TUV pomocí obnovitelného zdroje energie.

Cílem práce je zhodnotit současný stav využívání tepelných čerpadel, popsat základní princip funkce a navrhnout vhodné tepelné čerpadlo pro konkrétní objekt.

Zmíněný objekt se nachází v Jihomoravském kraji, poblíž obce Skryje s nadmořskou výškou 500 metrů v krajině s intenzivními větry. Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům se čtyřmi pokoji, kuchyní a dvěma sociálními zařízeními.

Hlavním záměrem této práce je náhrada stávajícího elektrického vytápění a ohřevu TUV tepelným čerpadlem vzduch – voda. Zároveň je od majitele nemovitosti požadavek navrhnout vhodné chlazení obytných místností v letním období.

Aby byla tato náhrada opodstatněná, je důležité určit návratnost celého projektu. V závěru budou posouzeny náklady na vytápění elektrokotlem a tepelným čerpadlem, z těchto hodnot je zpočítána návratnost projektu. Kdybychom porovnávali plynový kotel a tepelné čerpadlo byla by návratnost projektu vyšší, jelikož však není v obci provedena plynofikace nepřipadá toto porovnání v úvahu.

2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY VYUŽÍVÁNÍ TČ

2.1 Historie tepelných čerpadel

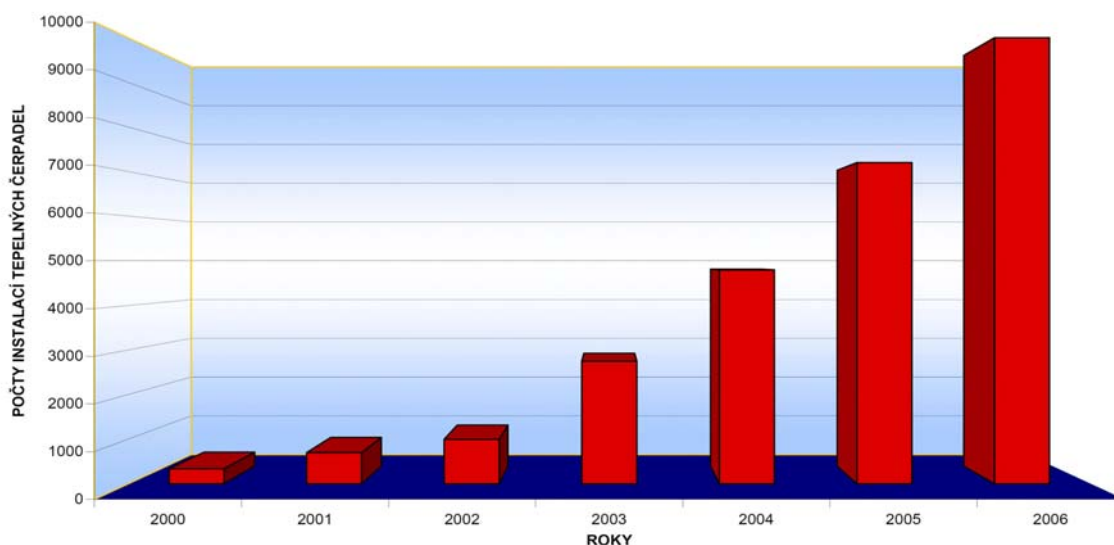
Historie tepelných čerpadel sahá do druhé poloviny 19. století. Na tento princip přišel téměř náhodou lord Kelvin roku 1852, když prováděl pokusy s hlubokým zamrazením, dotkl se omylem výstupního potrubí mrazícího přístroje a popálil si dlaň. To ho přivedlo na myšlenku základní funkce tepelného čerpadla. Propojil tedy výstup z mrazáku s bojlerem na teplou vodu a jelikož měl ale stále přebytek tepla, napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí malého větráku začal vhánět teplý vzduch do domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů.

První realizace v průmyslovém odvětví se objevila až po roce 1927, kdy T. Haldane tímto způsobem vyřešil vytápění úřední budovy v Los Angeles s výkonem 1,4 MW. Hlavní vlna rozmachu tepelných čerpadel přišla v období energetické krize.

V roce 1981 fungovalo v Evropě 100 000 kusů tepelných čerpadel, v Japonsku 500 000 kusů a v USA úžasné 3 milióny kusů tepelných čerpadel.

První rozmach tepelných čerpadel v České republice se objevil až po revoluci v roce 1989, kdy se uvolnil zahraniční trh se západní Evropou. V letech 1989 – 2000 byl u nás nárůst tepelných čerpadel velmi pozvolný důsledkem nízkých cen energií, které nepříznivě ovlivňovaly ekonomickou návratnost natolik, že byla prakticky delší než vlastní životnost zařízení. V tomto období si tepelná čerpadla pořizovali jen techničtí nadšenci, nebo ekologicky smýšlející lidé.

Skutečný rozvoj instalací nastal prakticky až po roce 2000, který se dá považovat v historii tepelných čerpadel v ČR za rok 0, kdy začaly působit podpůrné programy.

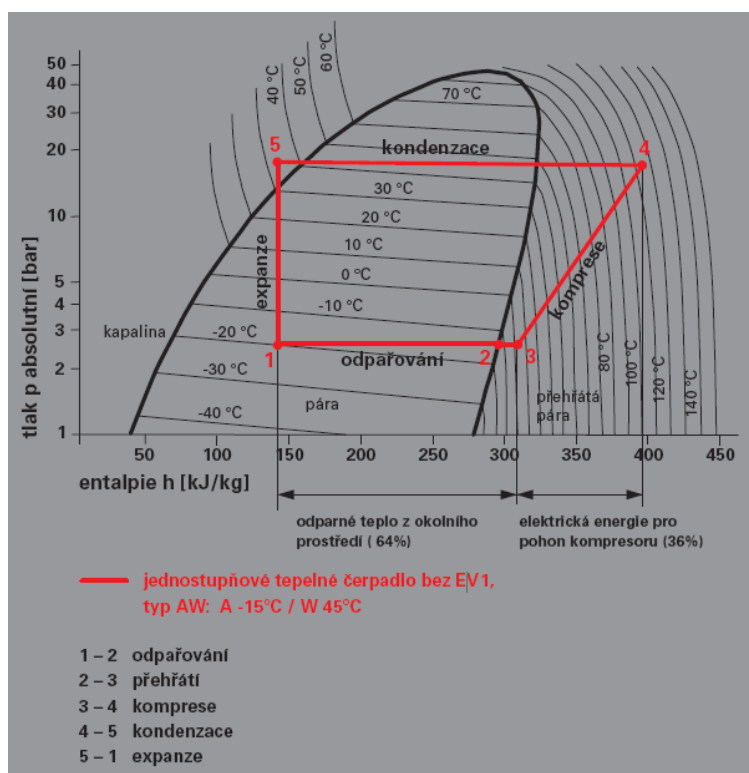


Obrázek 1 Vývoj instalací tepelných čerpadel v ČR [6]

2.2 Princip funkce

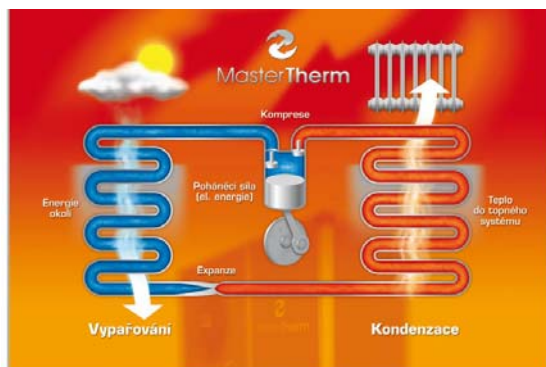
Tepelné čerpadlo pracuje na základě obráceného Carnotova cyklu, kdy přepravuje teplo z nižší teploty na vyšší po přivedení určitého množství energie zvenčí do svého tepelného oběhu. Tato přivedená energie musí mít vyšší kvalitu (teplotu, potenciál), než má teplejší prostředí, do něhož je přečerpáno teplo odváděno. Přičemž všechny děje, které samovolně probíhají v tepelném čerpadle, musí vyhovovat druhému termodynamickému zákonu.

Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu, tedy i pro provoz tepelného čerpadla, je třeba dodat určité množství energie, to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro pohon kompresoru elektrickou energii. Protože množství této energie není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat pouze částečně za alternativní zdroj tepla. Samozřejmě záleží na tom, z čeho je elektrická energie vyráběna, v našich podmínkách se jedná většinou o spalování uhlí nebo energii z jaderných elektráren. Zjednodušeně lze říci, že tepelné čerpadlo spotřebovává přibližně jednu třetinu svého výkonu ve formě elektrické energie. Zbývající dvě třetiny tvoří teplo, které je odnímáno z ochlazované látky (vzduchu, země, vody).

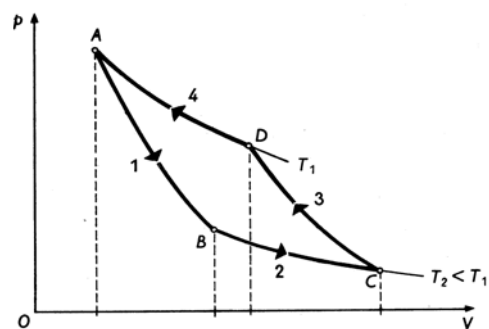


Obrázek 2 Diagram lg p-h pro mezivýměník [7]

Význačnou roli ve fungování tepelného čerpadla hraje chladivo, označované v následujícím textu jako pracovní médium. Má tu vlastnost, že se i při nejnižších (venkovních) teplotách odpařuje. Přivede-li se venkovní vzduch nebo voda k výměníku tepla (výparníku), ve kterém cirkuluje pracovní médium, odejme takovému zdroji tepla potřebné výparné teplo a přejde z kapalného do plynného stavu. Zdroj tepla se tím o několik stupňů ochladí, tím zvýšíme hustotu nasávaného média (zvýšíme množství nasávaného média do kompresoru). Kompresor toto plynné pracovní médium nasaje a stlačí. Tím že se zvětší jeho tlak, vzroste také jeho teplota. Pracovní médium je tedy přečerpáno na vyšší teplotní úroveň. K tomu je zapotřebí vynaložit elektrickou energii. Ta však nepředstavuje energii ztracenou, ale zvyšuje energetický (tepelný) potenciál pracovního média, které se dále dostává do kondenzátoru, jak je znázorněno



Obrázek 3 Funkce tepelného čerpadla [4]



Obrázek 4 Obrácený Carnotův cyklus [5]

na obrázku 3. Tam pracovní médium odevzdá své celkové teplo, které uvedeným způsobem získalo, resp. je mu odňato, nějakou teplonosnou látkou, např. vodou pro teplovodní vytápění. Tím dojde ke zkapalnění pracovního média, v expanzním ventilu se seškrtní na původní nízký tlak a oběh se opakuje.

2.3 Základní rozdělení tepelných čerpadel

a) podle pohonu:

- kompresorová s pístovým kompresorem
- kompresorová s rotačním kompresorem
- kompresorová se šroubovým kompresorem
- turbokompresorová
- absorpční

b) podle druhu pohonné energie:

- elektrická
- plynná
- kapalná paliva

c) podle zdrojů odebírající teplo:

- voda
- vzduch
- země

d) podle teplotnosné otopné látky:

- voda-voda
- voda-vzduch
- vzduch-voda
- vzduch-vzduch
- země-voda

2.4 Popis jednotlivých zdrojů energie tepla pro tepelná čerpadla

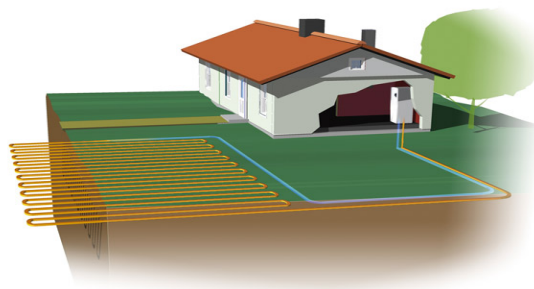
Tepelná čerpadla se vždy zkráceně označují podle toho, odkud teplo odebírají a jaké látce teplo předávají, tzn. např. že tepelné čerpadlo "vzduch/voda" odebírá teplo z okolního vzduchu a předává vodě do topného systému. Nejobvyklejší kombinace jsou vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda, země/voda.

Venkovní vzduch - TČ využívají tepla obsaženého ve venkovním vzduchu. Tepelné čerpadlo lze použít prakticky ve všech případech bez omezení místními podmínkami, u tohoto provedení jsou větší pořizovací náklady na samotné TČ, ale instalace nevyžaduje žádné větší zásahy do okolního prostředí. Mezi nevýhody patří hluk venkovní jednotky s ventilátorem a klesající výkon s venkovní teplotou, tím narůstá spotřeba elektrické energie a mírně se zvyšují náklady na provoz.



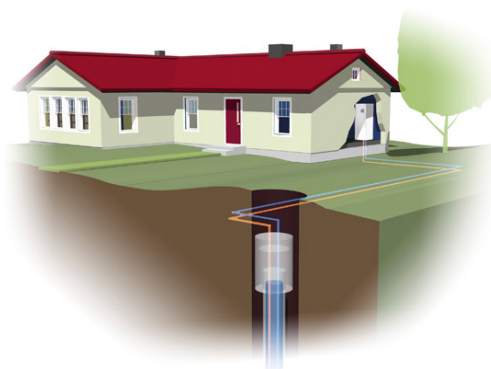
Obrázek 5 Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch

Zemní plošný kolektor – TČ využívá odběru tepla z půdy, např. ze zahrady. V hloubce přibližně 1 m pod zemí a roztečí 1 m je položena plastová trubka (zemní kolektor), kterou proudí nemrzoucí kapalina. Instalace zemního kolektoru tedy vyžaduje plošnou skrývku poměrně velké plochy nebo bagrování dlouhých výkopů. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 250-350 m² plochy pozemku. Výhodnější jsou půdy obsahující větší množství vody. Nevýhodou je nutnost dostatečně velkého pozemku, který nelze zastavět a tím je částečně znehodnocen. Neustálým ochlazováním zemního kolektoru také dochází v zimních měsících k jeho promrzání a tím ke snižování výkonu. Oproti hloubkovým vrtům jsou nižší pořizovací náklady.



Obrázek 6 Zemní plošný kolektor [7]

Hlubkové vrty – TČ využívá odběru tepla z hlubkových vrtů. Do vrtů se uloží plastová trubka, ve které proudí nemrznoucí kapalina. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 120-180m hlubokých vrtů. Vrty musí být umístěny nejméně 10m od sebe. Výhodou je stabilní teplota zdroje tepla z vrtu (ve vrtu se teplota po celý rok prakticky nemění) a tím provoz s nízkými náklady. Spotřeba elektrické energie není téměř vůbec ovlivněna venkovní teplotou. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady na zhotovení vrtů, stavební úpravy k pořízení vrtů a ochlazování vrtu dochází k jeho postupnému promrzání a tím se dlouhodobě snižuje výkon tepelného čerpadla.



Obrázek 7 Hlubkový vrt [7]

Voda ze studny – TČ využívající studniční vody vyžaduje zejména celoročně dostatečně vydatný zdroj, který je nutno ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. Dále je důležité vhodné složení vody, které nebude způsobovat zanášení výměníku. Voda se čerpá ze studny většinou klasickým ponorným čerpadlem, v tepelném čerpadle je ochlazená a vrací se zpět do vsakovací studny. Kromě čerpací studny je tedy třeba zhotovit v dostatečné vzdálenosti ještě vsakovací studnu, ze které ochlazená voda nesmí prosakovat zpět do sací studny. Teplota vody ve studni musí být dostatečně vysoká, aby ji bylo možno ochlazovat bez nebezpečí zamrznutí (cca 6-7°C). V porovnání s vrty jsou nižší pořizovací náklady. Jsou ale kladeny vysoké nároky na dostatečné množství vody a její teplotu, venkovní část vyžaduje pravidelnou údržbu (čištění filtrů) a je náchylnější na poruchy sacího čerpadla.

Povrchová voda (rybník, řeka) – TČ využívá k čerpání energie vody kolektoru vytvořeného z plastových trubek na dně rybníka (řeky), kterým proudí nemrznoucí teplotně odolná látka. V některých případech lze vodu přivádět přímo k tepelnému čerpadlu a ochlazenou ji vypouštět zpět do řeky (obdobně jako při využití studniční vody). Problémem je ale znečištění vody a nutnost platit za odběr vody. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady oproti hloubkovým vrtům, ale použití je omezeno lokalitou s dostatkem povrchové vody.

2.5 Základní části tepelného čerpadla

Výparník přivádí okolním vzduchem nízkopotenciální teplo. Přivedené teplo způsobuje vypařování chladiva, páry chladiva se stávají nositelem tepelné energie a tu převádějí do kompresoru. Vzduch, jehož proudění přes výparník zajišťuje axiální ventilátor nebo ventilátory, se přitom ochladí. Vzduchová cesta představuje primární okruh TČ.

Kompresor tvoří nejdůležitější část tepelného čerpadla. Na jeho výkonu závisí ekonomika provozu a je také nejnákladnější součástí tepelného čerpadla. V současnosti se pro vytápění rodinných domů používají téměř výhradně tepelná čerpadla s kompresorem, který je poháněn elektromotorem. Pro tepelná čerpadla se používají tři typy kompresorů (pístový, rotační a typ SCROLL-spirálový).

Pístové kompresory a kompresory s rotačním pístem jsou levnější, hlučnější, mají horší topný faktor a nízkou životnost cca 15 let.

Spirálový (šroubový) SCROLL kompresor je v současnosti nejpoužívanější a nejlepší typ kompresoru. I přes svou vyšší cenu dosahuje nejlepších výsledků v topném faktoru. Použití těchto kompresorů s nízkoteplotními chladivy pak umožňuje řešit tepelná čerpadla odebírající teplo ze vzduchu, tj. tepelná čerpadla „vzduch-voda“, která pracují efektivně v průběhu celého roku, respektive i při extrémně nízkých teplotách okolního vzduchu -20°C až -25°C . Použitá chladiva jsou přitom ekologicky zcela nezávadná, to znamená, že nenarušují ozónovou vrstvu Země.



Obrázek 8 Scroll kompresor [7]



Obrázek 9 Dvojice spirál Scroll [7]

Kondenzátor přivádí energii parami chladiva z výparníku a kompresoru a převádí se do cirkulujícího topného média (sekundární okruh TČ), přivedeným teplem se topné médium ohřívá.

Expanzní ventil zajišťuje aby kapalně chladivo, které zkondenzovalo v kondenzátoru při vyšším (kondenzačním) tlaku, se vstříkne do výparníku, aby se zde opět vypařilo při nižším (vypařovacím) tlaku.

2.6 Efektivita provozu tepelného čerpadla

Efektivitu většiny energetických zařízení posuzujeme podle účinnosti, což je poměr mezi přivedenou (palivo) a získanou energií (teplo z radiátorů). Vzhledem k tomu, že žádný stroj nepracuje beze ztrát, je toto číslo vždy menší než jedna (100%).

U tepelného čerpadla se efektivita vyjadřuje topným faktorem, který se značí nebo COP (Koefficient of Performance). Topný faktor udává spotřebu vstupní energie (elektriny pro pohon kompresoru) k množství získaného tepla. Obvykle se hodnota topného faktoru pohybuje kolem hodnot 2-5, proto neuvažujeme teplo získané z okolí.

2.6.1 Topný faktor

$$\varepsilon_T = \frac{Q}{E}$$

Q – teplo dodané do vytápění
E – energie pro pohon tepelného čerpadla

Topný faktor je jedním z nejdůležitějších parametrů tepelného čerpadla, udává spotřebu elektrické energie na produkci tepla.

S ohledem na okolní prostředí se topný faktor mění. Při velkém rozdílu teplot spotřebovává tepelné čerpadlo více energie. Během roku teplota kolísá, proto se může měnit i výstupní teplota z tepelného čerpadla.

Při porovnávání tepelných čerpadel podle topného faktoru je důležité znát podmínky, za kterých byl topný faktor dosažen, tedy teplotu vstupního (výstupního) média. V ideálním případě jsou parametry uváděny dle požadavků normy ČSN EN 255, poté lze vzájemně porovnávat jednotlivá tepelná čerpadla.

2.6.2 Skutečný topný faktor

Při výpočtu skutečného faktoru musíme počítat se spotřebou elektrické energie nejen pro pohon kompresoru, ale i pro pohon oběhového čerpadla, případně ventilátorů.

Spotřeba vlastního oběhového čerpadla vlastního ústředního topení je obvykle zanedbatelná, jelikož bychom oběhové čerpadlo potřebovali v případě užití jiného zdroje (plynový kotel, kotel na tuhá paliva).

2.7 Pracovní způsoby tepelného čerpadla

Monovalentní provoz: tepelné čerpadlo je jediným zdrojem tepla v objektu, který je vhodný pro nízkoteplotní vytápění s teplotou topné vody do 65 °C

Monoenergetický provoz: není nutné žádné další vytápěcí zařízení, tepelné čerpadlo vzduch – voda pracuje běžným způsobem do venkovní teploty -18 °C, od určité venkovní teploty jeho výkon není dostatečný, proto se přípne přidavý elektrický ohřev

Alternativně bivalentní provoz: tepelné čerpadlo pokrývá celou spotřebu tepla až do předem nastavné teploty venkovního vzduchu, poté se tepelné čerpadlo vypne a produkci tepla přebírá jiný zdroj, tento způsob lze použít u všech vytápěcích systémů s teplotou topné vody do 90 °C

Paralelně bivalentní provoz: tepelné čerpadlo produkuje potřebné teplo do určité venkovní teploty, při nízkých teplotách se připne druhý tepelný zdroj (podíl tepelného čerpadla na celoroční produkci tepla je větší), tento způsob je vhodný pro podlahové vytápění s teplotou vody do 65 °C

Částečně paralelně bivalentní provoz: tepelné čerpadlo produkuje potřebné teplo do určité venkovní teploty, při nízkých teplotách se připne druhý tepelný zdroj, pokud tepelné čerpadlo neprodukuje vodu o odpovídající teplotě tepelné, čerpadlo se vypne. Tento způsob je vhodný pro všechny vytápěcí systémy pracující s teplotou vody nad 65 °C

2.8 Ekonomika provozu tepelného čerpadla

2.8.1 Tarify pro tepelná čerpadla

Při využití tepelného čerpadla spadá spotřebitel do nízkého tarifu D56d, což znamená, že je možné využívat „noční proud“ po dobu 22 hodin denně na většinu spotřebičů v domácnosti. Pokud je dům vytápěn jinak než elektřinou, je veškerá spotřeba ve vysokém tarifu. Spotřeba běžné domácnosti se pohybuje mezi 3-5 tisíci kWh ročně. Cena jedné kWh pro tarif D56d v nízkém tarifu se pohybuje kolem 1,50 Kč/kWh, ve vysokém tarifu přibližně 2 Kč/kWh. V domácnostech, kde je použit jiný zdroj na vytápění než elektřinou, se ceny pohybují od 3 až 5 Kč/kWh dle tarifu.

Sazba D 56d - Dvoutarifová sazba pro vytápění s tepelným čerpadlem uvedeným do provozu od 1. dubna 2005 a operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 22 hodin				
		E.ON	PRE	ČEZ
cena 1 MWh v Kč	vysoký tarif	3234,13	2817,34	2904,21
	nízký tarif	2593,44	2338,14	2342,21
jistič		měsíční plat v Kč		
jistič do 3x10 A do 1x25 A včetně		176	171,36	178,50
jistič nad 3x10 A do 3x16 A včetně		247	241,57	255,85
jistič nad 3x16 A do 3x20 A včetně		295	289,17	308,21
jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně		355	347,48	373,66
jistič nad 3x25 A do 3x32 A včetně		438	430,78	465,29
jistič nad 3x32 A do 3x40 A včetně		533	524,79	568,82
jistič nad 3x40 A do 3x50 A včetně		652	642,60	699,72
jistič nad 3x50 A do 3x63 A včetně		807	794,92	868,70
jistič nad 3x63A za každou 1 A k celk. ceně se připočte E.ON 57 PRE 53,55 ČEZ 47,60		11,90	11,78	13,09
jistič nad 1x25 A za každou 1 A k celk. ceně se připočte E.ON 57 PRE 53,55 ČEZ 47,60		3,93	3,93	4,40

Obrázek 10 Sazba pro tarif D56 d, platný od 1.1.2009 [8]

2.8.2 Dotace pro tepelná čerpadla

Během dubna 2009 byl spuštěn nový dotační program „ZELENÁ ÚSPORÁM“. Je programem podpory využívání energie z obnovitelných zdrojů a úspor energie v oblasti bydlení z výnosů z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů, které má Česká republika v režimu Kjótského protokolu k dispozici.

Cílem Programu je podpořit vybraná opatření úspor energie a využití obnovitelných zdrojů, energie realizovaná v obytných domech fyzickými osobami a dalšími subjekty vlastnicími obytné domy, která povedou ke snížení emisí oxidu uhličitého a emisí dalších znečišťujících látek a nastolení dlouhodobého trendu trvale udržitelného bydlení.

Tento program je v činnosti od 7.dubna 2009 do konce prosince 2012, pokud nedojde vyčerpání finančních prostředků programu.

Žádost o podporu z programu bude moci být žadatelem podávána již před začátkem realizace investice. Díky tomu bude mít jistotu přidělení dotace ještě před realizací.

Státní fond životního prostředí uzavře se žadatelem smlouvu o poskytnutí dotace, která bude pro něj zárukou přiznání dotace za předpokladu splnění stanovených podmínek a dokončení realizace ve stanovené lhůtě. Po doložení realizace žadatel obdrží prostředky na svůj účet.

Žádat však mohou i žadatelé, kteří již investici realizují. Nutnou podmínkou pro přiznání dotace je v tomto případě ukončení realizace nejdříve 7. dubna 2009 (bude doloženo datem kolaudace, datem podání oznámení o užívání stavby nebo datem vystavení předávacího protokolu dodavatelskou firmou).

Dotace se vztahuje na náhradu vytápění ze zdrojů na tuhá a kapalná fosilní paliva a elektrického vytápění na tepelná čerpadla, jejichž topné faktory při dané teplotní charakteristice dosáhnou v závislosti na typu technologie těchto minimálních hodnot (Země-voda: 4.1, Vzduch-voda: 3.0, Voda-voda: 4.7). Jiné technologie tepelných čerpadel nejsou podporovány. Otopná soustava objektu vytápěného tepelným čerpadlem musí být vybavena regulací zohledňující vnější a vnitřní teplotu.

Tepelná čerpadla vzduch–voda jsou podporována nižší částkou oproti technologiím země–voda a voda–voda vzhledem k nižším investičním nákladům a horšímu topnému faktoru.

Podpora je přidělována jako procentuální částka z investičních nákladů na pořízení nového zdroje a jeho příslušenství a nákladů na jeho zapojení do otopné soustavy. Úpravy otopné soustavy nejsou v tomto programu podporovány. Maximální výše dotace 30 až 50 % nákladů, (resp.75) tisíc Kč.

2.8.3 Podmínky získání příslušné dotace

- objekt, kde bude tepelné čerpadlo instalováno splňuje současně platné standardy pro zateplení budov
- výkon tepelného čerpadla musí respektovat tepelné ztráty objektu
- čerpadlo bude vhodně zasazeno do otopné soustavy (zejména provozováno v režimu celoročního provozu - zajištění ohřevu teplé užitkové vody)
- doporučuje se napojení čerpadla na nízkoteplotní otopný systém
- použití technologie s garantovanými parametry a minimálním průměrným ročním topným faktorem 3,0 (vše musí být doloženo certifikátem státní zkušebny nebo jiného uznávaného referenčního centra - výzkumný ústav, vysoká škola apod.)
- provozovatel se zaváže provozovat zařízení po dobu nejméně 10 let

3 VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE OBJEKTU

3.1 Specifikace objektu

Objekt se nachází v Jihomoravském kraji, poblíž obce Skryje s nadmořskou výškou 500 metrů nad mořem v krajině s intenzivními větry. Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům se čtyřmi pokoji, kuchyní a dvěma sociálními zařízeními. Vytápěny budou jen zmíněné místnosti, chodby, schodiště budou bez vytápění. Celková obytná plocha činí , obestavěný prostor .



Obrázek 11 Poloha rodinného domu v obci Skryje 31 [9]



Obrázek 12 Rodinný dům v obci Skryje 31, jižní pohled

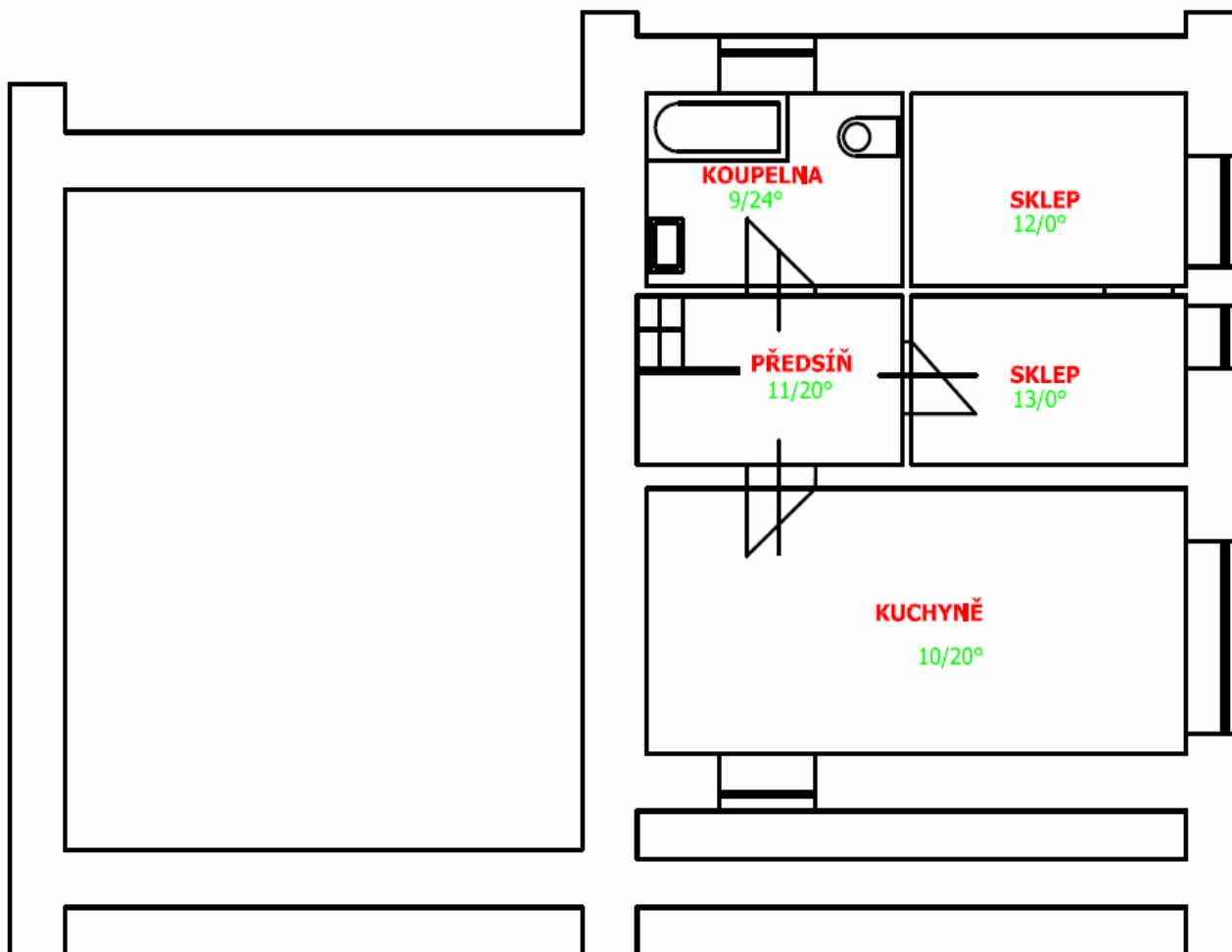


Obrázek 13 Rodinný dům v obci Skryje 31, východní pohled

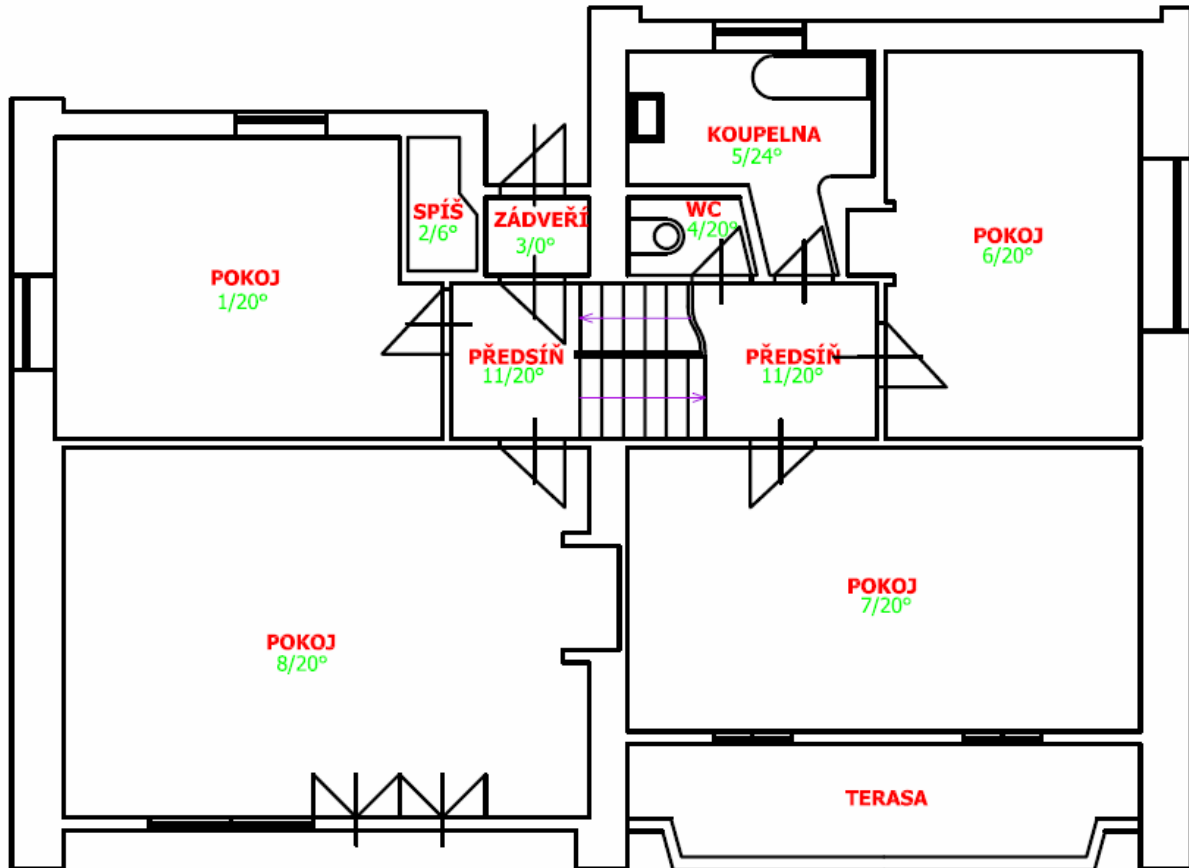
3.2 Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty objektu byly vypočteny z výkresové dokumentace dle ČSN 06 0210 pro venkovní oblastní teplotu -15°C v krajině s intenzivními větry a vnitřní teploty stanovené dle provozního charakteru jednotlivých místností s ohledem na požadavky ČSN 06 0210. Tepelné ztráty byly počítány jen v obytných místnostech.

V celém objektu jsou vyměněna dřevěná okna za plastová. Byla provedena tepelná izolace obvodových konstrukcí a podlah.



Obrázek 14 Rodinný dům v obci Skryje 31, půdorys suterénu



Obrázek 15 Rodinný dům v obci Skryje 31, půdorys přízemí

3.3 Tabulka pro výpočet tepelných ztrát:

Označení stěny	Teplota vně stěny	k	Stěna			Plocha výplní	Plocha bez výplní	Tepelná ztráta
			Délka	Výška	Plocha			
		W/m ² K	m	m	m ²	m ²	m ²	W
Místnost 1 koupelna ti = 24°C								
SO	-15	0,47	4	2,6	10,4	1,08	9,32	153
OZ	-15	2,9	0,9	1,2	1,08		1,08	109
SN	6	2,2	1,7	2,6	4,42	1,3	3,12	96
DN	6	2,3	0,65	2	1,3		1,3	41
SN	6	2,2	0,5	2,6	1,3		1,3	40
SO	-15	0,46	3,5	2,6	9,1	1,08	8,02	129
OZ	-15	2,9	0,9	1,2	1,08		1,08	109
PD	5	0,91	0	0	14,9	0	14,9	203
SA	-15	0,23	0	0	14,9	0	14,9	119

Q₀= 999

Q_p= 1063

Q_i= 679

Q_c= 1742

Místnost 4 WC ti = 20°C								
SN	24	2,2	1,3	2,6	3,38	0	3,38	-29
SN	24	2,2	0,9	2,6	2,34	0	2,34	-20
SN	-15	1,2	0,9	2,6	2,34	0	2,34	98
PD	24	0,75	1,45	0,9	1,31	0	1,31	-3
SA	-15	0,27	1,45	0,9	1,31	0	1,31	12

Q₀= 58

Q_i= 0

Q_c= 58

Místnost 5 koupelna ti = 24°C								
SO	-15	0,47	2,9	2,6	7,54	0,54	7	128
OZ	-15	2,9	0,9	0,6	0,54		0,54	61
SN	20	2,2	1,65	2,6	4,29	0	4,29	37
SN	20	2,2	0,8	2,6	2,08	1,3	0,78	6
DN	20	2,3	0,65	2	1,3		1,3	11
SN	20	2,2	1	2,6	2,6	0	2,6	22
SN	20	2,2	1,4	2,6	3,64	0	3,64	32
SO	-15	2,18	1,65	2,6	4,29	0	4,29	364
SA	-15	0,27	0	0	5,59	0	5,59	58

Q₀= 719

Q_p= 767

Q_i= 214

Q_c= 981

Místnost 6 pokoj ti = 20°C								
SO	-15	0,47	3	2,6	7,8	0	7,8	128
SO	-15	0,46	4,5	2,6	11,7	2,22	9,84	152
OZ	-15	2,9	1,85	1,2	2,22		2,22	225

**Jakub Holinka, OEI EÚ FSI VUT,
Tepelné čerpadlo pro RD**

SN	24	2,2	1,65	2,6	4,29	0	4,29	-37
PD	0	0,75	3	4,5	13,5	0	13,5	202
SA	-15	0,27	3	4,5	13,5	0	13,5	127

Q₀=	797
Q _p =	846
Q _i =	508
Q_c=	1354

Místnost 7 pokoj ti = 20°C

SO	-15	0,46	3,35	2,6	8,71	0	8,71	140
SO	-15	0,35	6	2,6	15,6	2,16	13,44	164
OZ	-15	2,9	0,9	1,2	1,08		2,16	219
SA	-15	0,27	6	3,35	20,1	0	20,1	189

Q₀=	712
Q _p =	735
Q _i =	412
Q_c=	1147

Místnost 8 pokoj ti = 20°C

SO	-15	2,62	0,9	2,6	2,34	0	2,34	214
SO	-15	0,35	6,15	2,6	15,99	6,4	9,59	117
OZ	-15	2,9	1	1,2	1,2		2,4	243
DO	-15	2,7	1	2	2		4	378
SO	-15	0,46	4,4	2,6	11,44	0	11,44	184
PD	5	0,91	6,15	4,4	27,06	0	27,06	369
SA	-15	0,23	6,15	4,4	27,06	0	27,06	217

Q₀=	1722
Q _p =	1828
Q _i =	709
Q_c=	2537

Místnost 9 pokoj ti = 20°C

SO	-15	0,46	2,9	2,45	7,11	0,54	6,57	117
OZ	-15	2,9	0,9	0,6	0,54		0,54	61
SN	0	2,2	2,35	2,45	5,76	0	5,76	303
SN	20	2,2	2,9	2,45	7,11	1,5	5,61	49
DN	20	2,3	0,75	2	1,5		1,5	13
SN	5	1,89	1,5	2,45	3,68	0	3,68	131
SO	-15	0,46	0,58	2,45	2,08	0	2,08	37
PD	5	0,81	2,9	2,35	6,82	0	6,82	104

Q₀=	815
Q _p =	893
Q _i =	214
Q_c=	1107

Místnost 10 pokoj ti = 20°C

SN	20	2,2	3	2,45	7,35	0	7,35	0
SO	-15	0,37	2,8	2,45	6,86	0,81	6,05	78
OZ	-15	2,9	0,45	0,6	0,27		0,81	82
SN	5	0,45	6	0,75	4,5	0	4,5	30
SO	-15	0,46	6	1,7	10,2	0,72	9,48	152
OZ	-15	2,9	1,2	0,6	0,72		0,72	73
SN	5	2,2	2,8	2,45	6,86	0	6,86	226

**Jakub Holinka, OEI EÚ FSI VUT,
Tepelné čerpadlo pro RD**

PD	5	0,81	2,8	6	16,8	0	16,8	204
							Q₀=	845
							Q _p =	897
							Q _i =	561
							Q_c=	1458
Místnost 11 chodba ti = 20°C								
SN	6	2,2	0,5	3,95	1,98	0	1,98	60
SN	0	2,2	1,15	3,95	4,54	1,7	2,84	125
DN	0	2,3	0,85	2	1,7		1,7	78
SN	24	2,2	2,8	4,8	13,44	2,8	10,64	-93
DN	24	2,3	0,65	2	1,3		1,3	-11
DN	24	2,3	0,75	2	1,5		1,5	-13
SN	0	2,2	1,8	2,45	4,41	1,5	2,91	128
DN	0	2,3	0,75	2	1,5		1,5	69
PD	5	0,81	1,8	1,8	3,24	0	3,24	39
PD	5	0,81	0,85	1,5	1,28	0	1,28	15
PD	5	0,81	1,5	1,8	2,7	0	2,7	32
SA	-15	0,27	4,9	1,8	8,82	0,28	8,54	80
OJ	-15	7	0	0	0,28		0,28	68
							Q₀=	577
							Q _i =	0
							Q_c=	577

Přehled tepelných ztrát v jednotlivých místnostech:

Číslo místnosti	Účel místnosti	Požadovaná teplota [°C]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Tepelná ztráta [W]
1	Pokoj	20	14,9	35,8	1742
4	WC	20	1,31	3,1	58
5	Koupelna	24	13,4	5,59	981
6	Pokoj	20	13,5	32,4	1354
7	Pokoj	20	20,1	48,2	1147
8	Pokoj	20	27,06	64,9	2537
9	Koupelna	24	6,82	14	1107
10	Kuchyně	20	16,8	34,4	1458
11	Předsíň	20	8,82	37,5	596
Celkem			122,71	275,89	10980

4 VÝBĚR VHODNÉHO TYPU TČ PRO KONKRÉTNÍ OBJEKT

K vytápění, chlazení a ohřevu teplé užitkové vody v rodinném domku v obci Skryje bude tepelné čerpadlo vzduch-voda.

Jelikož je využití tepelného čerpadla během topné sezóny s ohledem na jeho hospodárnost omezené (provoz tepelného čerpadla bude přerušeno, klesne-li venkovní teplota pod extrémní teplotu), je tepelné čerpadlo doplněno akumulací s elektrickými spirálami o stejném topném výkonu jako tepelné čerpadlo. V letním období, kdy bude tepelné čerpadlo v režimu chlazení, bude zajištěn ohřev TUV pomocí elektrického bojleru.

4.1 Výchozí údaje

Pro stanovení výkonu tepelného čerpadla sloužil jednak výpočet tepelných ztrát domu a jednak technické podmínky návrhu TČ. Potřeba tepla pro vytápění byla vypočtena na 11 kW. Z tohoto údaje byl stanoven výkon TČ na 12,6 kW při středních pracovních podmínkách a příkonu 5,3 kW. Topný faktor za těchto podmínek je 3,2 (množství tepla v kW získaného z 1 kWh el. energie).

4.2 Zdroj

Bylo navrženo TČ Mc Quay M5AC050CR s topným výkonem 12,6 kW a příkonem 3,9 kW. Provedení jednotky je pro venkovní prostředí, jednotka bude nainstalována ve venkovním prostředí v blízkosti domu



Obrázek 16 Rodinný dům v obci Skryje 31, umístění tepelného čerpadla vzduch - voda



Obrázek 17 Rodinný dům v obci Skryje 31, tepelného čerpadla vzduch - voda

Propojovací plastové potrubí DN 32 mezi TČ a akumulací nádobou o objemu 300 litrů (AN) bude zakopáno a zaizolováno v nezámrazné hloubce podél domu. Vstup do technické místnosti bude průrazem ve zdi. Akumulační nádoba bude umístěna v technické místnosti suterénu společně s tlakovou expanzní nádobou Expanzomat o objemu 50 litrů.

Akumulační nádoba bude vybavena výměníkem pro ohřev teplé užitkové vody. Na vstupní hrdlo výměníku TUV bude napojen rozvod studené vody a výstupní hrdlo výměníku bude propojeno s el. ohřívačem TUV. Akumulační nádoba bude dále osazena 3 ks elektrických topných těles o výkonu 1 x 6 a 2 x 4 kW.



Obrázek 18 Akumulační nádoba, eltrický bojler, expanzní nádrž

Zabezpečení teplovodního systému proti překročení povoleného tlaku je řešeno pomocí závitových pojistných ventilů, které budou osazeny na výstupních potrubí TČ a akumulární nádobě. Otvírací tlak pojistných ventilů bude 0,2 MPa. Expanzi teplé vody zachytí tlaková expanzní nádoba Expanzomat M 50 o objemu 50 l a konstrukčním tlaku 0,5 MPa.

Akumulační nádoba slouží jako thermohydraulický rozdělovač. V akumulární nádobě bude pomocí TČ zajišťována teplota media, která bude odpovídat potřebě otopného systému. Na výstupní hrdla nádoby bude zapojeno potrubí DN 32 pro napojení otopného systému. Požadavek teploty topné vody je určující pro teplotu vody v nádobě. Tato teplota bude proměnlivá v závislosti na venkovní teplotě.

Provoz navrženého zdroje bude plně automatický. Dle požadavku regulace budou na potrubí a nádržích osazena čidla a termostaty.



Obrázek 19 Rozvaděč tepelného čerpadla



Obrázek 20 Akumulační nádoba s čidlem teploty

4.3 Vytápění a chlazení

Rodinný dům bude převážně vytápěn pomocí panelových těles Radik Ventil Kompakt. V koupelnách budou nainstalovány topné žebříky s jednobodovým napojením. V místnostech 6, 7, 8 (pokoj) bude vytápění (chlazení) zajištěno pomocí „Fan coil“. Pro vytápění bude rozváděna topná voda o základním teplotním spádu 45/39 °C, pro chlazení je teplotní spád 12/7°C.



Obrázek 21 Fan coil



Obrázek 22 Ovládání fan coilu



Obrázek 23 Pohled na vnitřek fan coilu



Obrázek 24 Napojení a odvod kondenzátu fan coilu

Rozvody topné vody budou provedeny z měděného polotvrdého potrubí. Rozvody budou vedeny převážně v podlahách ve vrstvě tepelné izolace pod systémovými deskami. Veškeré rozvody potrubí budou opatřeny tepelnou izolací pro omezení tepelných ztrát rozvodů. Veškeré topné zařízení je dimenzováno pro teplou vodu 35°C . Akumulační nádoba bude tepelně izolována pomocí izolační sady, kterou dodává výrobce akumulčních nádob.

5 EKONOMICKÁ NÁVRATNOST PROJEKTU

Ekonomické hodnocení projektu provedeme na základě porovnání pořizovacích a provozních nákladů tepelného čerpadla a elektrokotle. Aby byla návratnost ekonomická, musí být menší než životnost zařízení. Životnost tepelného čerpadla se udává v rozmezí 15-20 let. Průměrná doba návratnosti investice do tepelného čerpadla se pohybuje od 4 do 8 let.

Do ekonomického hodnocení projektu nesmíme opomenout zahrnout sníženou sazbu za elektrickou energii, do níž spadá tepelné čerpadlo. V našem případě se jedná o sazbu D 56, kdy odebíráme elektrickou energii v nízkém tarifu po dobu 22 hodin denně, ve zbývajícím čase ve vysokém tarifu. Tato snížená sazba platí nejen pro tepelné čerpadlo, ale pro všechny elektrické přístroje v domácnosti.

V současné době je možno využít dotačního projektu „ZELENÁ ÚSPORÁM“, čímž snížíme pořizovací náklady a zároveň snížíme dobu návratnosti návratnost projektu. Na tepelné čerpadlo při dodržení podmínek projektu lze získat dotaci 30-50% investičních nákladů, avšak v maximální výši 75 tis. korun.

5.1 Výpočet návratnosti

5.1.1 Energetická bilance objektu

Lokalita (Tabulka) <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C} ???$ 			
Město	Brno	Délka topného období	$d = 274$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e =$	-12 $^{\circ}\text{C}$	Prům. teplota během otopného období $t_{es} =$	3.2 $^{\circ}\text{C}$
<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_C = 11$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20,4$ $^{\circ}\text{C} ???$ Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 4713$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0,85$ $???$ $\eta_o = 0,95$ $???$ $e_t = 0,90$ $???$ $\eta_r = 0,95$ $???$ $e_d = 1,00$ $???$ Opravný součinitel ϵ $???$ <input checked="" type="radio"/> $\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,765$ <input type="radio"/> $\epsilon = 0,765$ $Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_C \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \left(\frac{117,2 \text{ GJ/rok}}{32,6 \text{ MWh/rok}} \right)$ Náklady		<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ $^{\circ}\text{C} ???$ $\rho = 1000$ $\text{kg/m}^3 ???$ $t_2 = 55$ $^{\circ}\text{C} ???$ $c = 4186$ $\text{J/kgK} ???$ $V_{2p} = 0,328$ $\text{m}^3/\text{den} ???$ Koefficient energetických ztrát systému $z = 0,5$ $???$ Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25,7$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ $^{\circ}\text{C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ $^{\circ}\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left(\frac{30,8 \text{ GJ/rok}}{8,6 \text{ MWh/rok}} \right)$ Náklady	
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\frac{148 \text{ GJ/rok}}{41,1 \text{ MWh/rok}} \right)$ Náklady			

Obrázek 25 Výpočtová tabulka pro spotřebu tepla a TUV [10]

Energetická bilance objektu		
Tepelná ztráta objektu	11	kW
Roční spotřeba energie na vytápění	32 600	kWh/rok
Roční spotřeba energie pro ohřev TUV	8 600	kWh/rok
Ostatní spotřeba elektrické energie	5 500	kWh/rok

5.1.2 Výpočet provozních nákladů

Do provozních nákladů zahrnujeme všechny energie pro provoz domácnosti. Mezi provozní náklady zahrnujeme energie na ohřev TUV, ostatní spotřeba elektrické energie (vaření, svícení), která celkové provozní náklady výrazně ovlivňuje. Cena této energie je závislá na zvoleném zdroji.

Spotřeba energie uvedená ve výpočtu vychází z teoretického výpočtu spotřeby energií. Konkrétní hodnoty spotřeby energie se výrazně liší v závislosti na chování obyvatel objektu.

Provozní náklady:

Vytápění elektrokotlem					
Odběr energie	Médium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění+TUV	Elektřina	41 200	kWh	2,59 Kč	106 708,00 Kč
Ostatní - nízký tarif 20 hodin	Elektřina	4 583	kWh	2,59 Kč	11 869,97 Kč
Ostatní - vysoký tarif 4 hodiny	Elektřina	917	kWh	3,23 Kč	2 961,91 Kč
Stálý plat	Jistic do 32 A	12		355,00 Kč	4 260,00 Kč
Celkem					125 799,88 Kč
Vytápění tepelným čerpadlem					
Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění	Elektřina	10 867	kWh	2,59 Kč	28 144,67 Kč
Ohřev TUV	Elektřina	2 867	kWh	2,59 Kč	7 424,67 Kč
Ostatní - nízký tarif 22 hodin	Elektřina	5 042	kWh	2,59 Kč	13 057,92 Kč
Ostatní - vysoký tarif 4 hodiny	Elektřina	458	kWh	3,23 Kč	1 480,42 Kč
Stálý plat	Jistic do 32 A	12		295,00 Kč	4 260,00 Kč
Celkem					54 367,67 Kč

5.1.3 Pořizovacích náklady

Pořizovací náklady	
Náklady na instalaci tepelného čerpadla	200 000 Kč
Náklady na instalaci tepelného čerpadla s 30% dotací	125 000 Kč
Náklady na instalaci elektrokotelny	50 000 Kč

5.1.4 Návratnost

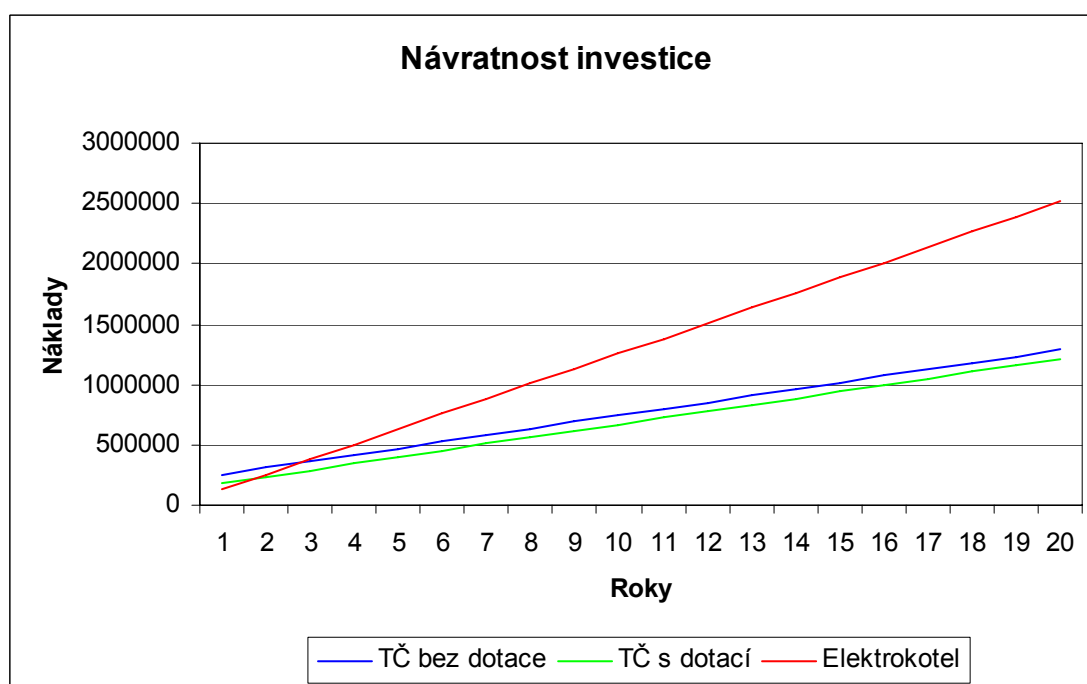
Návratnost s využitím dotace

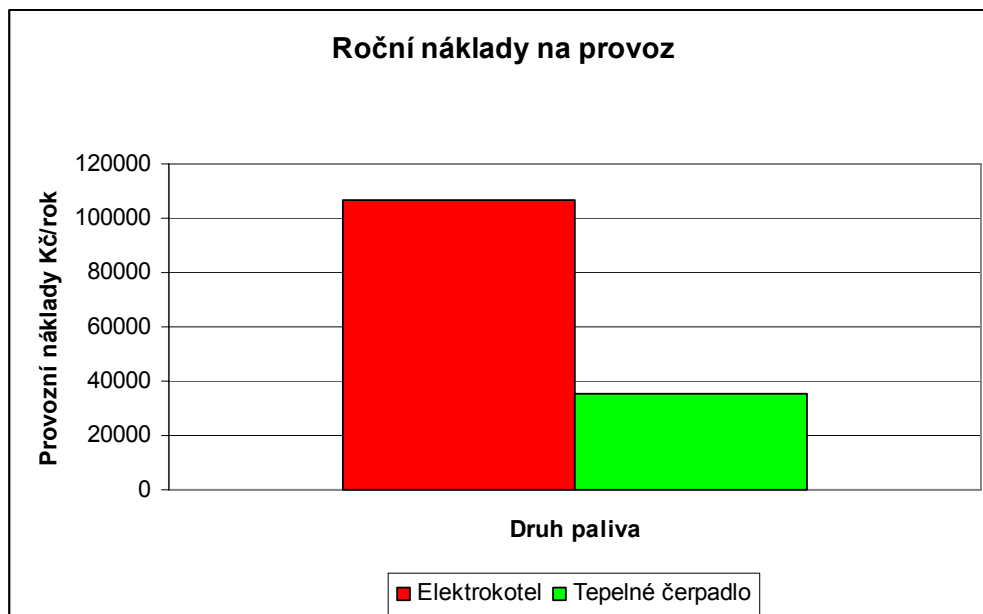
$$\text{Návratnost} = \frac{\text{invest. náklady} + \text{provoz. náklady} - \text{dotace}}{\text{usp. finance za ener. za rok}}$$

$$\text{Návratnost} = \frac{200000 + 54367 - 75000}{71432} = \underline{\underline{2,5\text{roku}}}$$

Návratnost bez využití dotace

$$\text{Návratnost} = \frac{200000 + 54367}{71432} = \underline{\underline{3,55\text{roku}}}$$





Graf 2 Roční náklady na provoz TČ a elektrokotle

5.1.5 Uspořené náklady po zaplacení investice

Doba životnosti po zaplacení investice = doba životnosti – doba návratnosti investic

Doba životnosti po zaplacení investice = 15 - 2,5 = 12,5 roku

Uspořené náklady = doba životnosti po zaplacení investic . uspořené finance

Uspořené náklady = 12,5 . 71 432 = 892 900 Kč

6 ZÁVĚR

Při návrhu typu a výkonu tepelného čerpadla záleží na mnoha okolnostech. Při volbě typu tepelného čerpadla je nutné důkladně zvážit lokalitu, kde bude tepelné čerpadlo pracovat, zda bude použito jen k vytápění (chlazení) rodinného domu, či k ohřevu bazénu. Dalším důležitým faktorem při výběru je investice, kterou jsme schopni uvolnit k vytápění svého domu. Tepelná čerpadla země – voda, voda – voda mají lepší topný faktor, což sníží provozní náklady, ale prvotní investice je mnohonásobně vyšší než u tepelného čerpadla vzduch – voda. S vyššími pořizovacími náklady souvisí návratnost, která se může zdvojnásobit oproti tepelnému čerpadlu vzduch – voda. Z tohoto důvodu jsou nejrozšířenější tepelná čerpadla vzduch – voda.

Na základě pořizovacích nákladů a výpočtu tepelné ztráty domu, která činí 11 kW, bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch – voda, jehož cena byla stanovena dítřibutorem na 200 tis. korun včetně 300l akumulací nádoby. Jako bivalentní zdroj slouží akumulací nádoba, která je opatřena elektrickými topnými spirálami o výkonu 14 kW. Jelikož si majitel nemovitosti přál v letním období chlazení, jsou v pokojích fan coils, v tomto období bude sloužit pro ohřev TUV topné spirály.

Na celý projekt byla poskytnuta státní dotace programu „ZELENÁ ÚSPORÁM“, ve výši 75 tis. korun. Tato dotace velmi výrazně snížila dobu návratnosti celé investice. Při výpočtu návratnosti jsme porovnávali náklady na vytápění elektrokotlem a tepelným čerpadlem. Z důvodu, že v místě stavby není zaveden plyn, jsme nebrali v úvahu plynový kotel při porovnání provozních nákladů. Taktéž jsme neuvažovali o vytápění pomocí kotle na tuhá paliva z důvodu vyššího komfortu.

Návratnost projektu v porovnání s elektrokotlem vyšla 2,5 roku při čerpání dotace a 3,5 roku bez dotace. Uvažovali jsme životnost zařízení 15 let, po odečtu návratnosti jsme zpočítali že nám tepelné čerpadlo ušetří během 12,5 roku téměř 900 tis. korun. Část těchto ušetřených nákladů bude muset investovat do nového tepelného čerpadla po jeho uplynutí životnosti. Zbývající částka není zanedbatelná a můžeme ji využít jiným způsobem než k obživě energetických společností.

7 POUŽITÁ LITERATURA

[1] BROŽ Karel. Alternativní zdroje energie. 1. vyd. Praha : ČVUT. 2003. 213 s. ISBN 80-01-02802-X

[2] TINTĚRA Ladislav. Tepelná čerpadla. 1. vyd. Praha : ARCH 2003. 121 s ISBN 80-86165-61-2

[3] SRDEČNÝ Karel. Tepelná čerpadla. 1. vyd. Brno: ERA. 2005. 68 s. ISBN 80-7366-031-8

Zdroje z internetu:

[4] <http://www.mastertherm.cz>

[5] <http://fyzweb.cuni.cz>

[6] <http://www.avtc.cz>

[7] www.wiesmann.com

[8] www.eon.cz

[9] www.mapy.cz

[10] <http://www.tzb-info.cz/>

[11] <http://www.zelenausporam.cz>

[12] <http://www.svet-bydleni.cz>

[13] www.kpklima.cz