

NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA PRO NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Robin Fišer

Střední průmyslová škola stavební
Máchova 628, Valašské Meziříčí

1. Úvod

2. Teorie tepelného čerpadla

2.1. Proč Tepelné čerpadlo

2.2. Princip

2.3. Druhy

2.4. Použití

3. Návrh tepelného čerpadla pro nízkoenergetický dům

3.1. Vstupní údaje o objektu

3.2. Údaje o tepelném čerpadle

3.3. Návrh primárního okruhu

3.4. Schéma zapojení

3.5. Investice do tě

3.6. Návrh návratnosti investice do tě v porovnání s jinými zdroji tepla

3.7. Spotřeba energie za 1 rok provozu

4. Závěr

1. Úvod

- V rámci studia 2. ročníku Střední průmyslové školy stavební ve Valašském Meziříčí, oboru Technická zařízení budov, jsem se rozhodl zpracovat práci na téma obnovitelný zdroj energie - tepelné čerpadlo. Jelikož se zajímám o nízkoenergetické domy, vymyslel jsem dům, na kterém porovnám jednotlivé zdroje tepla, jednak co se týká investice do zdroje tepla, ale taky např. spotřeby energie. Děkuji za ochotu profesora Ing. Petra Pobořila, přiblížit mi tuto zajímavou problematiku a umožnit mi tak další vzdělávání.
- Má práce je rozdělená do dvou částí, v první části popisují funkci, princip, druhy, ... tepelného čerpadla. I když vím, že tyto informace jsou běžně dostupné na internetu, přesto jsem informace zpracoval hlavně z důvodu mého vzdělávání. Druhá část je zaměřena na můj vlastní návrh tepelného čerpadla pro nízkoenergetický dům.

2. Teorie tepelného čerpadla

2.1. Proč tepelné čerpadlo

- Požadavkem, při pořizování jakéhokoli zařízení na vytápění a ohřev teplé vody je, aby mělo co nejmenší náklady na provoz, hodně lidí také myslí na šetrnost k životnímu prostředí. Tyto požadavky tep. čerpadlo s přehledem splňuje.
- Energetická bilance pro vytápění je u rodinného domu 56% což potvrzuje, že vytápění je důležitým aspektem při stavbě objektu.
- Při pořízení jakéhokoli tepelného zdroje je vždy potřeba nakoupit palivo (uhlí, plyn, ...), které však nikdy nedosáhne účinnosti 100%, protože velká část tepla unikne jinam, než chceme, avšak u tepelného čerpadla se účinnost pohybuje kolem 200-300% (podle topného faktoru).
- U některých neobnovitelných zdrojů tepla se už má dokonce platit ekologická daň tzn., že část tepla, které jsme si už jednou koupili a to nám uniklo komínem, bude ještě zpoplatněno ekologickou daní.
- Tep. čerpadlo je taky bezpečné (žádný otevřený oheň).
- Tep. čerpadlo má budoucnost, protože je jisté, že zásoby uhlí, plynu, ... budou klesat a tím porostou ceny, avšak tohle tep. čerpadla nemůže vůbec ohrozit, protože čerpá tzv. obnovitelný zdroj energie.

2.2. Princip

- Principem je získání tepla z přírody, které zemi, vodě nebo vzduchu dodalo slunce tzn., že tepelné čerpadlo ke svému provozu potřebuje v podstatě nevyčerpatelný zdroj tepla, který je zdarma! Toto tzv. nízkopotenciální teplo je obnovitelné a je tedy ekologické. Tep. čerpadlo přemění, jinak nevyužitelné teplo pro přípravu teplé vody.

- Tep. čerpadlo je inspirováno ledničkou, které odebírá teplo potravinám, chladí a v zadní části topí.

- Tep. čerpadlo je tvořeno okruhem s několika částmi, ve kterém cirkuluje pracovní médium v plynném a kapalném stavu (v závislosti na části okruhu)j které se nazývá chladivo.

- Popis částí okruhu:

První část (výparník)

- Teplo odebrané zemi ve formě nemrznoucí kapaliny nebo vzduchu je přivedeno do výparníku, ve kterém prochází chladicí médium, jenž má nízký bod varu. Médium se vypaří, díky tepelnému přírůstku, vzniklého dodáním tepla z přírody a dále pokračuje v plynném stavu.

Druhá část (kompresor)

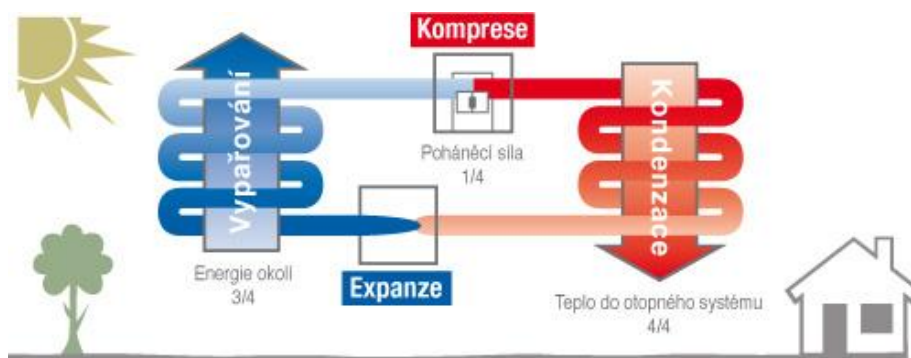
- Dále je médium nasáno kompresorem, který ho stlačí, tím se zvýší tlak i teplota. Médium bylo tedy „přečerpáno“ na vyšší teplotu. Na pohon kompresoru je třeba dodat elektrickou energii.

Třetí část (kondenzátor)

- Získané teplo je předáno pomocí kondenzátoru do oběhového systému vytápění nebo na přípravu teplé užitkové vody. Stlačený plyn tedy kondenzuje a přitom uvolní teplo.

Čtvrtá část (expanzní ventil)

- Médium v kapalném stavu projde expanzním ventilem, kde se sníží doposud přetrvávající tlak a poté je znovu přivedeno do výparníku a celý cyklus se opakuje.



- Topný faktor:

- Porovnává energie, použité k pohonu čerpadla (cca 1/3 energie dodané pro dům) s vyrobenou energií (cca 2/3 z energie dodané pro dům).
- Tento důležitý aspekt tep. čerpadla určuje kolik můžeme dostat tepelné energie vyrobené čerpadlem, když na provoz kompresoru, který je součástí tep. čerpadla spotřebujeme 1kWh. Běžně se vyrobená tepelná energie, při tomto příkonu pohybuje od 2,5-4,4 kWh. Tzn., že topný faktor se pohybuje v rozmezí 2,5-4,4, čím vyšší číslo tím lepší účinnost.
- Takové účinnosti u běžných kotlů na plyn, uhlí apod. nedosáhneme, protože u nich část tepla „uteče“ komínem tzn., že účinnost je např. jen 90%.

- Závěr:

- Největší výhodou oproti jiným zdrojů tepla je to, že jediný „placený“ zdroj energie na provoz tep. čerpadla je použit pro pohon částí (kompresor) tj. cca 1/3 z celkové dodané energie na vytopení domu. Zbytek potřebné energie si čerpadlo „zadarmo“ odebere z přírody.

2.3. Druhy

2.3.1 Vzduch/Voda

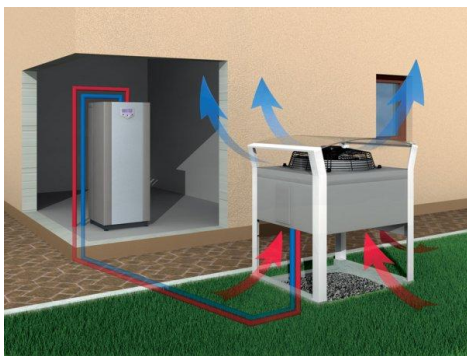
- Pracuje na jednoduchém principu, kdy vnitřní jednotka přijímá teplo získané venkovní jednotkou a ta následně vykoná požadovanou funkci (ohřeje TUV,...).
- Čerpadlo je schopno pracovat až do -20°C a ve dnech, kdy čerpadlo nevytopí dostatečně objekt, se často používá např. elektrokotel.

- Výhody:

- Mají nižší pořizovací náklady, protože není potřeba provádět vrty ani umisťovat zemní kolektory.
- Jednoduchá instalace

- Nevýhody:

- Hlučnost a nižší účinnost za mrazu.



2.3.2. Země/Voda

- Pracuje na principu odebrání tepla zemi, pomocí nemrznoucí směsi, která proudí v zemním kolektoru (šnekovitá trubka) tj. cca 1,5-2 m pod povrchem a rozteč mezi trubkami je cca 1 m, nebo je odebráno pomocí vertikálního vrtu z hloubky 70-150 metrů, kde je stálá teplota země cca 4°C. Teplo získané ze země předá tepelný přírůstek výměníku, následně se kapalina ochladí a znova putuje odebrat teplo zemi.

- Výhody:

- Stálý topný faktor
- Dlouhá životnost
- Velmi tichý chod

- Nevýhody:

- Nutnost zemních prací
- Vyšší pořizovací cena



2.3.3 Voda/Voda

- Nejúčinnější typ tepelného čerpadla. Čerpadlo přijímá teplo z povrchové, podzemní nebo spodní vody, kde je stálá teplota tj. cca 10° C, nezávislá na teplotních výkyvech.
- Voda se většinou odebírá ze zdrojové studny, následně předá teplo výměníku a vrací se zpět do země pomocí vsakovací studny.
- Vzdálenost mezi vrty musí být alespoň 10m a důležitou podmínkou je vhodný terén pro vybudování studen.

- Výhody:

- Nižší pořizovací investice a rychlá návratnost
- Velmi vysoký topný faktor

- Nevýhody:

- Málo vhodných míst pro výstavbu čerpadla tohoto typu
- Nutný chemický rozbor vody



2.4. Použití

2.4.1 Objekty

- Tě se dá využít v podstatě u jakéhokoli objektu.
- Tepelné čerpadlo se běžně používá pro vytápění a ohřev teplé vody v rodinných domech, bytových domech, školách a administrativních budovách.

2.4.2 Systémy

- Otopná soustava (otopné tělesa, podlahové vytápění)
- Ohřev teplé užitkové vody
- Ohřev vody v bazénu

3. Návrh tepelného čerpadla pro nízkoenergetický dům

3.1. Vstupní údaje o objektu

- místo:	Rožnov pod Radhoštěm
- tepelná ztráta objektu:	10 kW
- počet osob pro přípravu teplé vody:	4
- počet vytápěcích dnů:	236
- průměrná venkovní teplota:	3,6
- výpočtová venkovní teplota:	-15°C
- topný systém:	podlahové vytápění

3.2. Údaje o tepelném čerpadle

- typ tč:	IVT greenline C7
- výkon při 0°C/35°C:	7,3 kW
- topný faktor při 0°C/35°C:	4,6
- výkon při 0°C/50°C:	6,9 kW
- topný faktor při 0°C/50°C:	3,3
- ohřev teplé vody:	zásobník teplé vody 165 l zabudovaný v tč
- zdroj tepla (viz. porovnání):	země – plošný kolektor země – hlubinný vrt

IVT Greenline C7

Rozdělovací ventil

Tento ventil přepíná mezi ohřevem vody pro vytápění a teplé užitkové vody.

Odvzdušňovací vsuvka

Odvzdušňovací vsuvkou se odvzdušňuje voda pro vytápění v bojleru.

Bojler

Dvojitěnný bojler obsahuje asi 165 l teplé užitkové vody a 60 l vody pro vytápění.

Přídavné elektrické těleso - elektrokotel

Přídavné elektrické topné těleso se zapíná ke zvýšení výkonu při chladném počasí, potřebě většího nebo maximálního množství teplé užitkové vody.

Tlačítko k obnovení výchozího nastavení

Toto tlačítko stisknete, pokud se spustí ochrana před přehřátím přídavného elektrického topného tělesa. Tlačítko je umístěno na straně.

Kondenzátor

Slouží ke zpětné kondenzaci plynu na kapalinu a odvádí teplo do vytápění.

Čerpadlo teplého okruhu

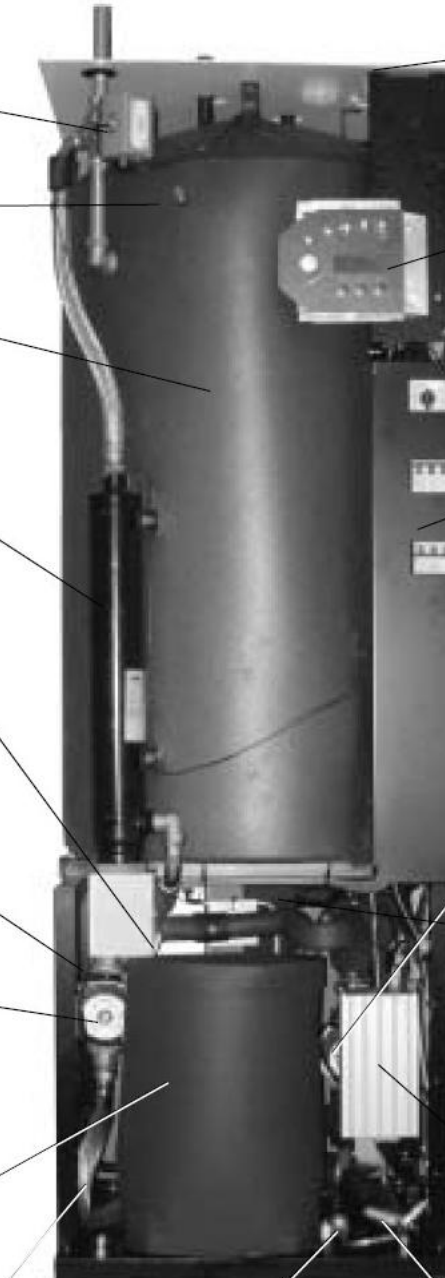
Privádí vodu pro vytápění do systému vytápění.

Kompresor

Zvyšuje tlak chladiva. Teplota páry se zvyšuje z 0 asi na +100 °C. Kompresor je obalen izolací, která snižuje hladinu hluku.

Pružné hadice

Tyto hadice vyrovnávají vibrace v tepelném čerpadle.



Elektrické připojení

Zapojení elektrického napájení a čidel.

Ovládací panel

Na ovládacím panelu je čtyřřádkový osvětlený displej zobrazující textové údaje, tři tlačítka a otočný ovladač.

Elektro skříň

Elektro skříň je uzavřená v pouzdře. Má funkci nulování ochrany motoru a jističe pro tepelné čerpadlo a přídavné elektrické topné těleso.

Čerpadlo studeného okruhu

Čerpadlo je izolováno a má protikorozní úpravu. Zajišťuje přivádění chladicí kapaliny např. z horniny do tepelného čerpadla.

Výparník

Slouží k přeměně chladiva na plyn odpařováním a zároveň odvádí teplo z chladicí kapaliny do chladicího okruhu.

Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je uzavřená v pouzdře. Řídí a monitoruje všechny funkce tepelného čerpadla.

Expanzní ventil

Redukuje tlak chladiva, které proudí do výparníku a přijímá energii např. z horniny.

Průhledítko

V průhledítku se kontroluje množství náplně v chladicím okruhu. Když je tepelné čerpadlo v provozu, nesmějí být v průhledítku vidět žádné bubliny. Při spouštění a zastavování jsou bubliny v průhledítku přípustné.

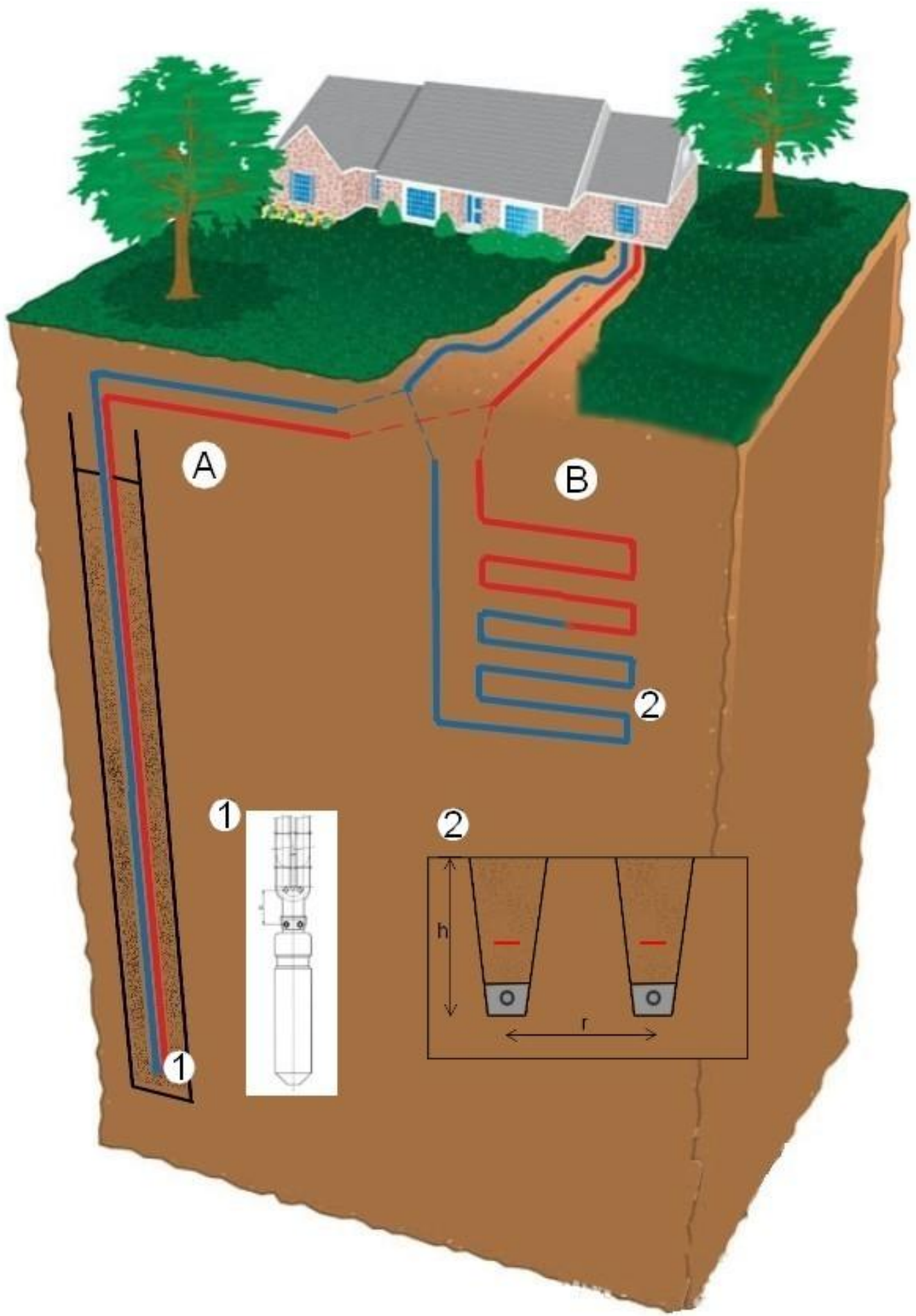
3.3. Návrh primárního okruhu

A. Hlubinný vrt

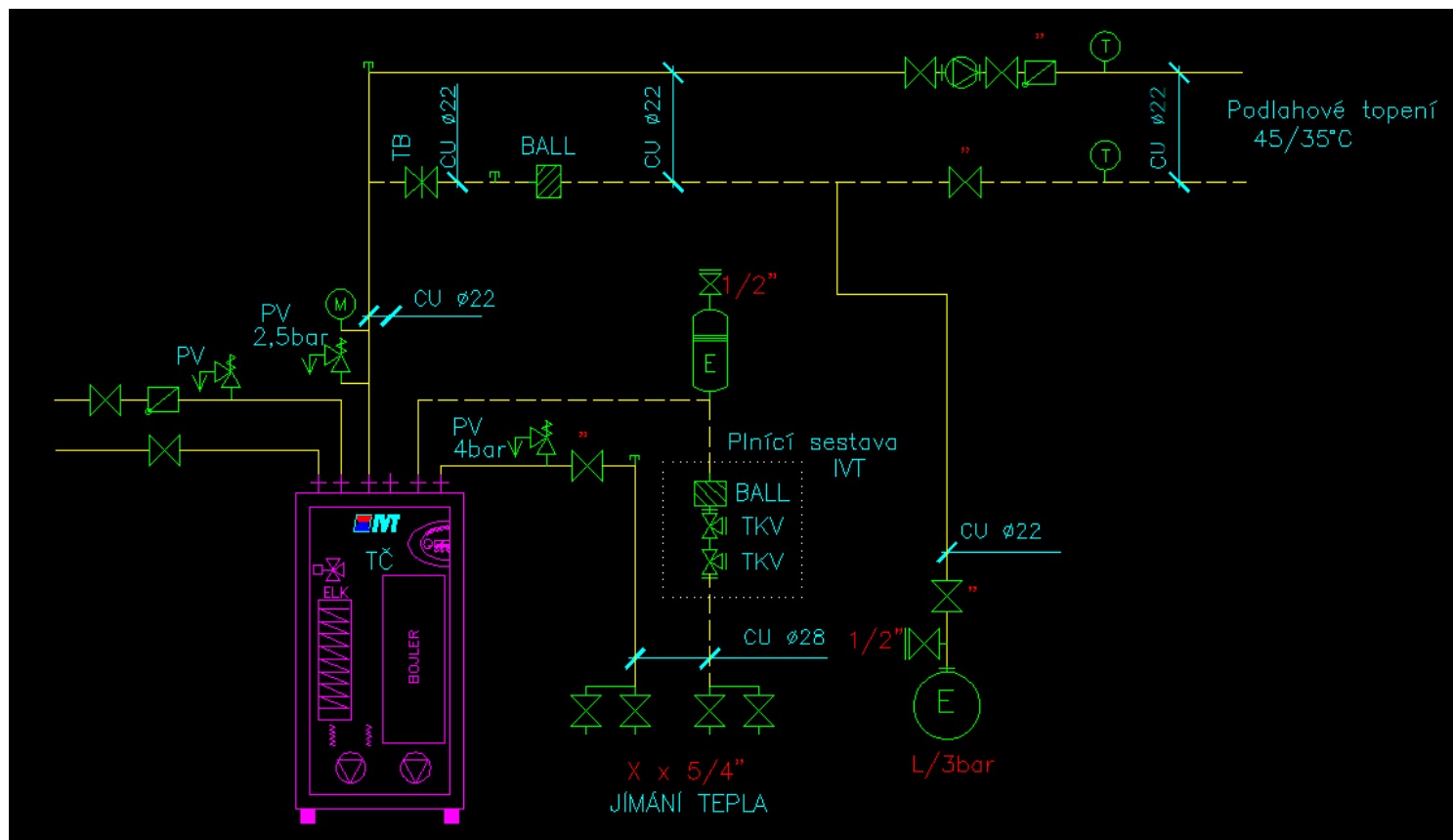
počet vrtů:	1 (s jednou smyčkou)
hloubka:	116 m (normální hornina)
min průměr vrtu:	120 mm
výplň vrtu:	jílocementová směs
sonda:	HDPE sonda 40 x 3,7 (2-trubková – 1 smyčka)
tepelný zisk:	75 W/m (vlhká zemina) 55 W/m (normální zemina) 44W/m (suchá zemina)
cena:	92 800 Kč – 116 000 Kč

B. Plošný kolektor

délka:	500-650 m
plocha:	352 m ²
hloubka (h):	1-1,5 m
rozteč (r):	1 m
šířka výkopu:	0,3 m
hadice:	HDPE 40 x 3,7 mm
tepelný zisk:	25 W/m (vlhká zemina) 16 W/m (normální zemina) 12 W/m (suchá zemina)
cena:	130-150 Kč/m (včetně trubky, nemrznoucí směsi)



3.4 Schéma zapojení



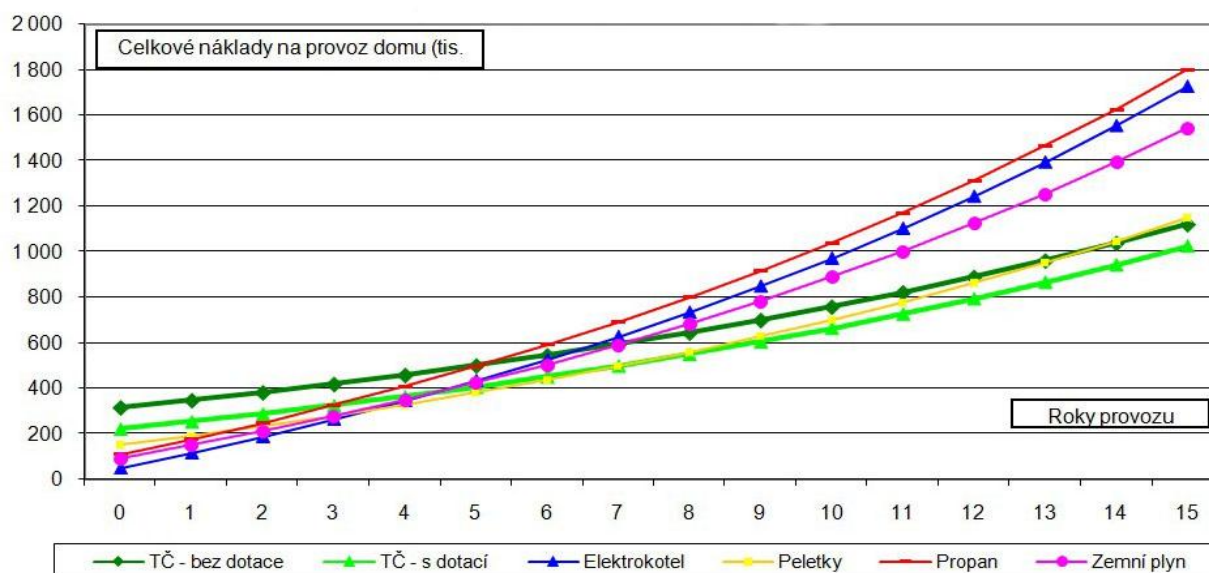
Legenda:

TČ	Tepelné čerpadlo
ELK	Elektrokotel
T	Teploměr
M	Manometr
PV	Pojistný ventil
E	Expanzní nádoba
BALL	Filtrball
TB	Top ball – regulační kohout
TKV	3-Cestný kulový ventil

3.5 Investice do tepelného čerpadla

Náklady na instalaci tepelného čerpadla:	330 000 Kč
Náklady na instalaci tepelného čerpadla s 30% dotací zelená úsporám:	255 000 Kč
Náklady na instalaci kotelny na propan:	110 000 Kč
Náklady na instalaci kotelny na peletky:	150 000 Kč
Náklady na instalaci kotelny na zemní plyn:	90 000 Kč
Náklady na instalaci kotelny s elektrokotlem:	50 000 Kč

3.6 Návratnost investice do tč v porovnání s jinými zdroji tepla



- Z grafu je patrné, že návratnost investice je u TČ s dotací v porovnání:

- s elektrokotlem: cca 5 let
- s kotelnou na peletky: cca 10 let
- s kotelnou na propan: cca 3 let
- s kotelnou na zemní plyn: cca 5 let

- Vyhodnocení výnosu investice do tep. čerpadla v porovnání se zemním plynem

- Roční výnos z investice do tep. čerpadla: 29 306 Kč
- Finanční výnos: 12,2 %

- Úspora po 10 letech: 164 906 Kč
- Úspora po 15 letech: 496 433 Kč
- Úspora po 25 letech: 1 616 580 Kč

3.7 Spotřeba energie za 1 rok provozu

- Zajímalo mě porovnání spotřeby tepla a paliva jednotlivých zdrojů tepla pro rodinný dům. Pro tento případ jsem použil tabulku pro výpočet od firmy IVT. U tohoto porovnání je uvažováno, kromě spotřeby energie pro vytápění také se spotřebou energie pro ohřev TUV nebo na ohřev teplé vody do bazénu. Do výsledků je také započítána ostatní energie dodaná pro dům (svícení apod.)

Tepelná ztráta objektu:	10,0 kW	Topný systém	Podlahový
Roční spotřeba energie na vytápění:	18 050 kWh	Plynový kotel	Nový, účinnost 90%
Roční spotřeba energie pro ohřev TUV:	4 000 kWh	Růst cen energie	Střední, + 7 % ročně
Spotřeba energie pro ohřev bazénu:	0 kWh	Aktuální ceny	červen 2009
Ostatní spotřeba elektrické energie:	4 500 kWh	Ceník energií	SČE + SČP

Vytápění kotlem na propan

Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění+TUV+bazén	Propan	1899	kg	25,20 Kč	47 860 Kč
Ostatní	Elektřina	4 500	kWh	4,48 Kč	20 169 Kč
Stálý plat -	Jistič 3 x 25 A	12		133,28 Kč	1 599 Kč

Celkové provozní náklady objektu

69 629 Kč

Vytápění elektrickým kotlem

Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění+TUV+bazén	Elektřina	22 050	kWh	2,34 Kč	51 541 Kč
Ostatní - nízký tarif 20 hodin	Elektřina	3825	kWh	2,34 Kč	8 941 Kč
Ostatní - vysoký tarif 4 hodiny	Elektřina	675	kWh	2,97 Kč	2 006 Kč
Stálý plat -	Jistič do 40 A	12		568,82 Kč	6 826 Kč

Celkové provozní náklady objektu

69 313 Kč

Vytápění kotlem na peletky

Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění+TUV+bazén	Peletky	5 047	kg	4,00 Kč	20 188 Kč
Ostatní	Elektřina	4 500	kWh	4,48 Kč	20 169 Kč
Stálý plat	Jistič 3 x 25 A	12		133,28 Kč	1 599 Kč

Celkové provozní náklady objektu

41 956 Kč

Vytápění kotlem na zemní plyn

Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění+TUV	Zem.plyn	27 563	kWh	1,19 Kč	32 791 Kč
Bazén	Zem.plyn	0	kWh	1,19 Kč	- Kč
Ostatní	Elektřina	4 500	kWh	4,48 Kč	20 169 Kč
Stálý plat	Jistič 3 x 25 A	12		133,28 Kč	1 599 Kč
Stálý plat	Zem.plyn	12		392,44 Kč	4 709 Kč

Celkové provozní náklady objektu

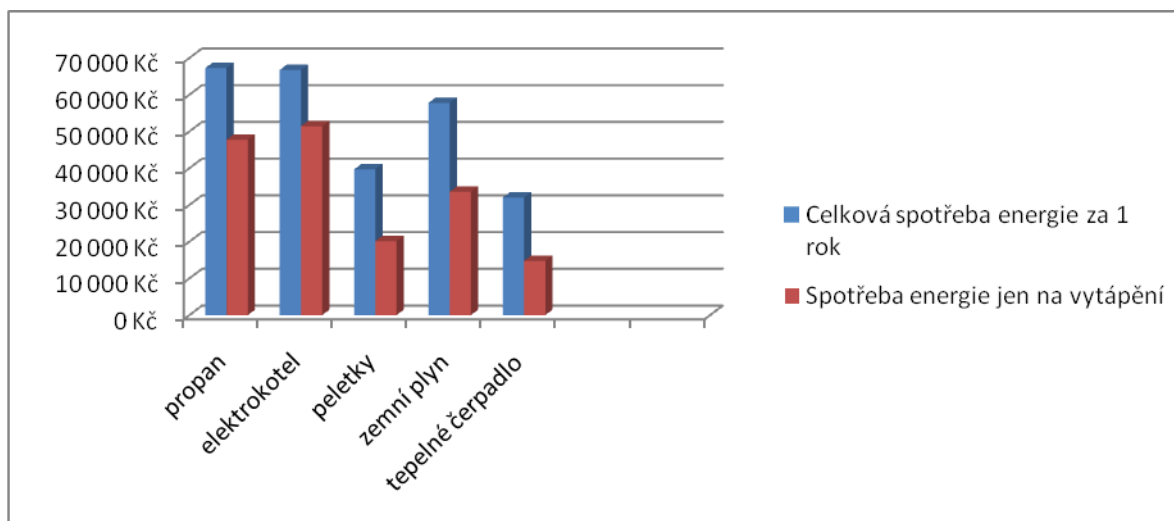
59 269 Kč

Vytápění tepelným čerpadlem IVT

Odběr energie	Medium	Spotřeba	Jednotka	Cena	Náklady
Vytápění	Elektřina	4 489	kWh	2,34 Kč	10 514 Kč
Ohřev teplé vody	Elektřina	1 333	kWh	2,34 Kč	3 123 Kč
Ohřev bazénu	Elektřina	0	kWh	2,34 Kč	- Kč
Ostatní - nízký tarif 22 hodin	Elektřina	4 140	kWh	2,34 Kč	9 697 Kč
Ostatní - vysoký tarif 2 hodiny	Elektřina	360	kWh	2,90 Kč	1 046 Kč
Stálý plat -	Jistič do 32 A	12		465,29 Kč	5 583 Kč

Celkové provozní náklady objektu

29 963 Kč



4. Závěr

- Z uvedených výsledků vyplývá, že obnovitelné zdroje energie patří ve srovnání s neobnovitelnými, cenově k nejlepší variantě pro výrobu tepla.

- Můj názor. Byl jsem velice rád, že jsem se mohl setkat a prostudovat spoustu zajímavých podkladů a informací o tepelných čerpadlech. Měl jsem také možnost vidět tep. čerpadlo v praxi, což bylo zajímavé zpestření. Jednotlivé výsledky mne utvrdili, že má cesta pro využití OZE a zvláště tep. čerpadel je správná a v rámci studia se budu touto problematikou zabývat i nadále.