

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Bakalářská práce**

**Studie topného systému s tepelným čerpadlem  
země-voda v kombinaci se solárními panely**

**Jan Říšský**

**© 2011 ČZU v Praze**

**!!!**

**Místo této strany vložíte zadání bakalářské práce.  
(Do jedné vazby originál a do druhé kopii)**

**!!!**

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Studie topného systému s tepelným čerpadlem země-voda v kombinaci se solárními panely" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Michalovi Malému, Ph.D. za pomoc při zpracování a odborné rady. Dále bych rád poděkoval všem kolegům z technického oddělení společnosti Buderus, s. r. o. za ochotu a pomoc při zpracovávání výpočtové části práce.

# **Studie topného systému s tepelným čerpadlem země - voda v kombinaci se solárními panely**

---

## **Study of the heating system with heat pump earth - water in combination with solar panels**

### **Souhrn**

Alternativní zdroje energie jsou v současné době velmi aktuálním tématem. Právě jejich využitím se zabývá tato bakalářská práce. Konkrétně je v práci popsána kombinace tepelného čerpadla země - voda a solárních panelů zapojených do jednoho topného systému. V teoretické části práce jsou uvedena vybraná zařízení, jejich historie, typy a principy fungování. Praktická část obsahuje popis konkrétních zařízení a možnost jejich vzájemné kombinace v jednom systému. Porovnává investiční náklady jednotlivých zařízení oproti dvěma alternativním běžně používaným zdrojům tepla. Dalším bodem praktické části je srovnání cen ostatních zdrojů tepla a jejich stručný popis. Rentabilita a návratnost, vypočítané z hodnot uvedených na začátku výpočtové části, ukazují ziskovost systému a celkovou dobu za jakou se vrátí investiční náklady, které jsou sníženy o dotace z programu Zelená úsporám. Závěr bakalářské práce je souhrnem výpočtů s celkovou finanční analýzou topného systému. Mezi výsledky patří výpočet investičních nákladů, rentability a návratnosti topného systému. Výsledné zhodnocení poukazuje na fakt, že i přes veškeré klady vybrané topné kombinace, se její pořízení vyplatí pouze s přiznáním dotace.

**Klíčová slova:** Tepelné čerpadlo země-voda, Solární panely, Rentabilita, Vzájemná kombinace, Návratnost, Teplá voda

## **Summary**

Alternative energy sources are currently a very hot topic. This bachelor thesis deals with their use. Specifically, the thesis describes a combination of heat pump earth - water and solar panels connected to a heating system. The theoretical part deals with selected devices and their history, types and operating principles. The practical part includes a description of specific facilities and the possibility of their combinations in a single system. It also compares the capital costs of facilities with two commonly used alternative sources of heat. Another practical point is to compare the prices of other sources of heat and a brief description. Profitability and economic return, calculated from the values listed at the beginning of the calculation, show the profitability and overall time in which the investment costs are returned. These costs are reduced by grants from the Green Investment Scheme. Conclusion of the thesis is a summary of calculations with an overall financial analysis of the heating system. Among the results, there is the calculation of investment costs, profitability and economic return of the heating system. The resulting evaluation points to the fact that despite all the positives of selected heating combination, its acquisition pays off only if the grant of subsidies is allowed.

**Keywords:** Heat pump earth-water, Solar panels, Profitability, Mutual combination, Economic return, Hot service water

## Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl a Metodika .....	12
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika práce.....	13
3. Literární rešerše .....	17
3.1 Tepelná čerpadla .....	17
3.1.1 Úvod do historie tepelných čerpadel.....	17
3.1.2 Princip tepelného čerpadla .....	18
3.1.3 Druhy tepelných čerpadel .....	20
3.2 Solární panely .....	24
3.2.1 Úvod do historie solárních panelů.....	24
3.2.2 Princip fungování .....	25
3.2.3 Rozdělení solárních systémů .....	26
3.2.4 Rozdělení panelů.....	26
3.3 Vzájemná kombinace tepelného čerpadla a solárních panelů .....	28
4 Výsledky .....	29
4.1 Technická specifikace objektu a použitých zařízení: .....	29
4.1.1 Popis domu a pozemku .....	29
4.1.2 Popis tepelného čerpadla.....	31
4.1.3 Popis solárních panelů.....	31
4.2 Pořizovací náklady a srovnání s ostatními zdroji tepla .....	32
4.3 Výpočet dotace z programu „Zelená úsporám“ .....	35
4.4 Porovnání nákladů na provoz vybraného topného systému oproti jiným zdrojům určeným k vytápění.....	36
4.4.1 Popis technických hodnot a zdrojů tepla.....	36
4.4.2 Shrnutí uvedených zdrojů energií .....	41
4.5 Zahrnutí cen elektrické energie při provozu TČ a bez něj .....	44
4.6 Návratnost .....	46
4.7 Rentabilita .....	49
4.7.1 Výpočet rentability při uznání dotací a použití současných hodnot cen energií a cen za pořízení:.....	50
4.7.2 Výpočet rentabilit ostatních uvedených zdrojů tepla a jejich zařízení .....	50
5 Závěr .....	53

6 Zdroje.....	55
7 Přílohy.....	57
Příloha 1. Tepelné čerpadlo Logatherm WPS 9 .....	57
Příloha 2. Deskové solární panely Logasol SKN 3.0.....	58
Příloha 3. Akumulační zásobník TV Logalux RAK 3 .....	59
Příloha 4. Projektová dokumentace.....	60
Příloha 5. Technický list programu T*SOL Pro 4.4 .....	62



**Seznam použitých zkratek:**

COP - výkonové číslo uváděné u tepelných čerpadel

CZT - centrální zásobování teplem

ČR - Česká Republika

ČSN - česká státní norma

JZD - jednotné zemědělské družstvo

LTO - lehký topný olej

NT - nízký tarif

RD - rodinný dům

SP - solární panely

TČ - tepelné čerpadlo

TV - teplá voda

VT - vysoký tarif

## 1 Úvod

V dnešní době, kdy ceny za energie neustále stoupají a do podvědomí lidí se dostává trend ekologického hospodaření s přírodními zdroji, je na místě uvědomit si, jak co nejefektivněji a nejšetrněji tyto zdroje využít. Díky moderním zařízením a technologiím můžeme získávat energii ze slunce, vody, větru i země. Tato zařízení se ukázala být levnějším a přitom dosti výkonným zdrojem tepla oproti předraženým a neekologickým zdrojům jako jsou zemní plyn, hnědé a černé uhlí či topný olej aj.

Bakalářská práce se zabývá tématem alternativních zdrojů energie. Popisuje, jak je běžný uživatel schopný využívat alternativní zdroje jako ekologicky šetrnou možnost vytápění svého domu, případně i ohřevu teplé vody (dále jen TV). Tepelná čerpadla (dále jen TČ) zažívají v posledních letech obrovský boom, nejen díky tomu, že jsou ekologická, ale hlavně díky svým nízkým nákladům na provoz. Jejich cena v posledních několika letech značně klesla, což je dalším faktorem vedoucím k jejich pořízení. Cena TČ je ale stále dost vysoká na to, aby byla montována na většinu nových domů, jako je tomu například ve Švédsku, kde je až 90% nově postavených domů vybaveno TČ. Další zařízení, která dokáží využívat alternativní zdroje energie, jsou i solární panely (dále jen SP). Využívání SP v ČR je obdobné jako u tepelných čerpadel. Nabízí nám možnost levného a ekologického ohřevu teplé vody přeměnou solární energie na tepelnou. Avšak jejich cena stále není na takové úrovni, aby byly dostupné pro každého. V porovnání s tepelnými čerpadly je ale jejich pořizovací cena znatelně nižší.

Pravděpodobně největší problematikou těchto zařízení je tedy jejich cena za pořízení a vhodnou montáž. Bakalářská práce se zabývá uvedenými finančními problémy ve své výpočtové části, stejně tak jako možností využití zmíněných zařízení, rentabilitou a mimo jiné také návratností a jinými možnostmi, které nám kombinace TČ a SP nabízí.

Práce obsahuje přílohy a dokumenty, které jsou uvedeny na konci práce v části označené přílohy. Většinou se jedná o schémata zapojení či obrazovou dokumentaci zařízení zapojených v topném systému.

## **2 Cíl a Metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Bakalářská práce se zabývá studii topného systému s tepelným čerpadlem v kombinaci se solárními panely. Hlavním cílem práce je ekonomická analýza topného systému a porovnání finanční náročnosti s ostatními zdroji tepla.

Mezi dílčí cíle práce lze zahrnout vhodnost vybraných zařízení pro daný pozemek a dům vzhledem k terénu a okolním podmínkám prostředí kolem domu. Posouzeno je i to, zda se vůbec vyplatí kombinovat tepelné čerpadlo a solární panely a nebo použít jen jedno z uvedených zařízení. A to především z pohledu nákladů na provoz a pořízení. U jednotlivých zařízení je posuzována jejich možnost na to, zdali budou sloužit jen jako prostředky k ohřevu teplé vody nebo budou zapojeny i do vytápění domu. S pořízením úzce souvisí také investiční náklady, které jsou dalším cílem bakalářské práce. Ohledně investičních nákladů je v práci zmíněná možnost využití dotace v rámci projektu "Zelená úsporám". Díky dotacím z projektu lze značně redukovat cenu na pořízení a tím podstatně snížit dobu návratnosti a zvýšit tím rentabilitu, což jsou další posouzené body. Práce se zabývá také porovnáním výkonu a cenové nákladnosti oproti ostatním způsobům vytápění jako jsou tuhá paliva, elektřina nebo třeba topné oleje či plyn. Výhody a nevýhody topného systému jsou uvedeny, jako zdroje informací, pro pořízení nebo jako ukázka toho, že vybraný systém není vhodný, z cenových důvodů, výkonu nebo dalším faktorům

## 2.2 Metodika práce

Na projektu rodinného domu, který je vytápěn tepelným čerpadlem země-voda v kombinaci se solárními panely jsou použita tato zařízení:

- Tepelné čerpadlo - Logatherm WPS 9 (příloha 1)
- Dva deskové solární panely - Logasol SKN 3.0 (příloha 2)
- Zásobník teplé vody - Logalux RAK 3 (příloha 3)

Tepelné čerpadlo typu Logatherm WPS 9 bylo vybráno díky své možnosti zapojení do jednoho topného systému se solárními panely Logasol SKN 3.0. Typ čerpadla země-voda je zvolen díky možnosti místního terénu, kde lze použít plošné sběrné kolektory. Ty byly použity pro svou vhodnost, ale i díky ceně, která je podstatně nižší než u hlubinných vrtů. Plocha kolektoru, potřebná pro položení je 450 m<sup>2</sup> a celková délka kolektoru činí 450 m. Počet všech topných smyček je 3, po 150 metrech délky. Dalším důvodem zvolení plošných sběrných kolektorů je fakt, že se dům nachází na pozemku se spodní vodou, která je zdrojem pitné vody pro obec a není jisté, zda by na hlubinné vrty bylo schváleno potvrzení potřebné pro jejich vybudování. Při zvolení hlubinných vrtů je tedy potřeba brát v úvahu nutnost povolení od báňského a stavebního úřadu. U těchto vrtů je také zapotřebí speciálního povolení od hydrogeologického úřadu dle zákonů o vodních dílech. U plošného kolektoru není vyžadováno žádné povolení. Při realizaci plošných zemních kolektorů stačí podat oznámení na místním úřadě, avšak ani to v praxi nebývá nutností.

Solární deskové panely Logasol SKN 3.0 byly do systému zvoleny jako podpůrná jednotka ohřevu teplé vody. Při podrobnějším zvážení výkonu SP zapojených v systému, je v práci posouzeno, zda budou použity i na podporu vytápění budovy. Panely budou instalovány na střeše domu s orientací k jihu. Díky tomu je dosaženo největšího množství slunečního svitu dopadajícího na plochu kolektoru a tím pádem nejlepšího využití tepelných kapacit nabízených sluncem. Logasol SKN 3.0 lze použít jak v provedení vertikálním tak horizontálním. V případě montáže na systém vybraný v této práci, jsou kolektory ukotveny pod úhlem cca 45 °. Tento úhel je zvolen pro ohřev TV. Při podpoře vytápění by instalace byla v rozmezí od 45 do 60 °.

V práci je uveden poměr zastoupení solárních panelů na celkovém provozu topné soustavy. Při přesném výpočtu zastoupení SP, je použit odborný program, používaný v oboru vytápění, T\*SOL Pro 4.4.

V rámci dotačního programu "Zelená úsporám" je v práci zmíněná možnost získání dotace na zařízení pro vybraný topný systém. Uvedené dotace se dají čerpat jak na samostatná zařízení, tak i na jejich kombinace. Jejich výše je zjištěna na přesný typ TČ a SP. Dále je uvedeno, zda se vůbec vyplatí pořizovat do systému SP bez možnosti dotací, protože jejich pořízení je finančně náročné a mohlo by značně snížit rentabilitu projektu a prodloužit tím návratnost finančních zdrojů i o několik let. Pokud se pořízení s dotací vyplatí, je v práci zahrnut výpočet přesné částky pořizovacích nákladů a odečet dotací s vlivem na celkovou návratnost.

K nákladům na pořízení patří i náklady na následný provoz sestavy. Na základě naměřených hodnot z provozu TČ a SP jsou výsledky porovnávány s ostatními druhy paliv jako jsou topné oleje, tuhá paliva, plyn nebo elektřina. K tomu slouží model pro výpočet nákladů, který v sobě obsahuje: druhy paliv, cenu za palivovou jednotku, zařízení, které daný druh paliva využívá, cenu tepla, spotřebu za rok a celkové náklady na provoz dané jednotky. Výsledky jsou porovnány ve sloupcovém grafu pro lepší uspořádání a přehled.

Na internetových stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) je k nalezení výpočtový program k porovnání cen za vytápění různými zdroji tepla. Po zadání hodnot spotřeby tepla, tepelných ztrát, průměrné vnitřní výpočtové teploty a dalších technických údajů jsou pomocí vzorců vypočítány hodnoty, které ukazují náklady na provoz z hlediska zdrojů tepla.

Výpočty jsou rozděleny na dvě části. První částí je výpočet nákladů na vytápění objektu a druhá část obsahuje výpočty na ohřev teplé vody.

Používané vzorce pro výpočet hodnot jsou:

$$\text{Pro vytápění : } Q_{VYTr} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Pro ohřev teplé vody : } Q_{TUVr} = Q_{TUCVa} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUVa} \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

Pro dané vzorce platí že:

$Q_{VYTr}$  = Roční potřeba tepla pro vytápění

$Q_{TUVr}$  = Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$\eta_o$  = Možnost regulace soustavy

$t_{is}$  = Průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]

$D$  = Vytápěcí denostupně

$t_1$  = Teplota studené vody [10 °C]

$t_2$  = Teplota ohřáté vody [55 °C]

$t_{svl}$  = Teplota studené vody v létě

$Q_{TUVd}$  = Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$\varepsilon$  = Výpočtový součinitel

$\eta_r$  = Účinnost rozvodu vytápění

$t_{svz}$  = Teplota studené vody v zimě

$t_e$  = Střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období [°C]

$Q_c$  = Tepelná ztráta objektu

$N$  = Počet pracovních dní soustavy

$d$  = Délka topného období

Na základě faktorů zmíněných v dalších částech práce je vypočítána přesná doba návratnosti projektu. Návratnost topného systému je vypočítána podílem ušetřených nákladů na provoz a pořízení tepelného čerpadla v konkrétním porovnání s plynovým kotlem. Při výpočtu návratnosti je použito vzorce:

$$\text{Návratnost} = \frac{(\text{NPTČ} - \text{NPK})}{(\text{NPrTČ} - \text{NPrK})}$$

Pro dané vzorce platí že:

$\text{NPTČ}$  = náklady na pořízení TČ

$\text{NPK}$  = náklady na pořízení plynového kotle

$\text{NPrTČ}$  = náklady na provoz TČ

$\text{NPrK}$  = náklady na provoz plynového kotle

U výpočtů návratnosti je zobrazeno více faktorů, ovlivňujících výsledný počet let, jakými jsou např. ceny elektrické energie nebo využití přiznané dotace z programu Zelená úsporám. Výsledkem je doba návratnosti uvedená v letech. Je zjištěno do jaké míry se vyplatí pořídit si tento topný systém v porovnání s ostatními možnostmi. Kolik bude výsledná částka, kterou jsme schopni ušetřit díky použití TČ a SP a využití dotací jako zdroje financování.

Rentabilita je v práci vypočítána pro zjištění výnosnosti zařízení. Při výpočtech je ignorován růst cen za energii v dalších letech, a případné snížení pořizovacích cen použitých zařízení. Je použito tzv. prosté návratnosti, kdy je výpočet velmi jednoduchý a bere v úvahu jen náklady na pořízení a výnosy (ušetřené finance během provozu sestavy).

Vzorec pro výpočet rentability:

$$\text{Rentabilita} = \frac{\text{VP} \cdot \text{DZ}}{\text{NPTS}}$$

Pro dané vzorce platí že:

VP = výnosy provozu daného přístroje

DZ = doba životnosti přístroje

NPTS = Náklady na pořízení topného systému

Výsledná hodnota vypočítané rentability je vyjádřena v % a poukazuje na výnosnost topného systému.

Při technické specifikaci domu vybraného pro topný systém je postupováno dle projektové dokumentace zpracované architektem v oboru. V projektové dokumentaci jsou hodnoty potřebné pro výpočty v praktické části práce, jakými jsou tepelné ztráty, měrná potřeba tepla, počet topných dnů aj.

## **3 Literární rešerše**

### **3.1 Tepelná čerpadla**

Tepelná čerpadla jsou zařízení, která odebírají teplo z okolního prostředí (voda, vzduch, půda či odpadní teplo). Toto teplo mění na vyšší teplotní stupeň, který pak využíváme na ohřev TV nebo vytápění. (Karlík, 2009)

#### **3.1.1 Úvod do historie tepelných čerpadel**

První zmínka o tepelném čerpadle byla zaznamenána v roce 1852 lordem Kelvinem (Williamem Thomsonem). Přišel na to, že pokud obrátíme funkci tepelného motoru, je možné ho použít nejen k chlazení, ale i ohřívání. První průmyslové použití bylo aplikováno v roce 1927, tedy 75 let po první zmínce lorda Kelvina. Použité TČ mělo výkon 1,4 MW a bylo zdrojem tepla pro úřední budovu v Los Angeles.

První vlna rozvoje tepelných čerpadel se projevila v průběhu II. světové války ve Švýcarsku, které bylo odkázáno na dovoz veškerých paliv. Ve Švýcarsku se TČ využívala např. k vytápění plaveckého bazénu za současného ochlazování ledové plochy umělého kluziště, nebo k vytápění radnice v Curychu aj. V poválečném období se ohlas TČ objevil i u nás, jako odezva na po snaze uspořit paliva a energie, které se špatně získávaly. Po nějaké době, kdy byl na trhu dostatek energií se od TČ jako samostatného zařízení k ohřevu obytných prostor nebo technologických látek upustilo.

Druhá vlna nastala v celosvětovém měřítku v době energetické krize, kdy se podmínky pro využití TČ podstatně zlepšily. Počet světově používaných TČ se k roku 1981 uvádí na přibližně 3,6 milionu kusů. Z toho asi 100 000 bylo v Evropě, 500 000 v Japonsku a zbytek, tedy 3 miliony v USA. (Karlík, 2009) (Dvořák, 1987)



### 3.1.2 Princip tepelného čerpadla

#### 3.1.2.1 Princip funkce TČ

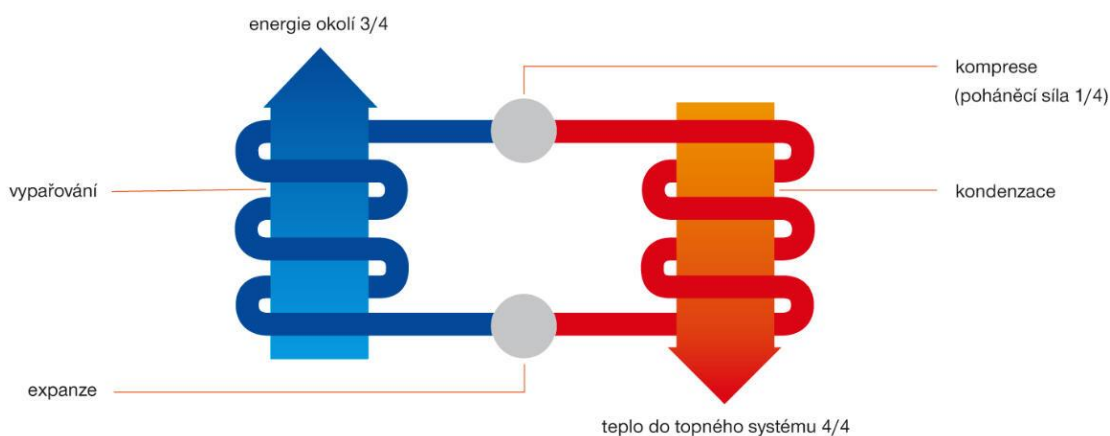
Tepelné čerpadlo je ve své podstatě chladicí zařízení (jako např. všem známá chladnička), ale my ho využíváme jako zdroj tepla. Okolní prostředí, ze kterého TČ čerpá energii (půda, voda, vzduch), obsahuje obrovské množství tepla, které však samo o sobě není možné využít k přímému vytápění či ohřevu TV. Pokud chceme toto "nízkopotenciální" teplo využít, musíme ho převést na vyšší teplotu. (Z. Dvořák, 1987), (<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>) [cit. 2010-08-23]

Prakticky dochází k tomu, že látku (zemi, vodu nebo vzduch) ochladíme o několik málo stupňů, tím odebereme teplo a tuto energii využijeme při ohřevu jiné látky jako je voda v bazénu, teplá voda, či voda v topné soustavě, kterou ohřejeme také o několik málo °C, ale na úroveň pro nás přijatelnou. Ochladíme tedy např. půdu na naší zahradě z 10°C na 5°C a tepelné čerpadlo zajistí ohřátí topné vody z 40°C na 45°C. Slunce společně s energií akumulovanou v okolní půdě potom zajistí dohřátí půdy na naší zahradě zpět na 10°C. (<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>) [cit. 2010-08-23], (Dvořák, 1987)

Jak již bylo uvedeno, tepelné čerpadlo funguje podobně jako chladnička, tedy na systému uzavřeného chladicího okruhu, kdy na jedné straně teplo odebírá z určitého prostředí a na straně druhé ho odevzdává. Výsledek, kterého tímto způsobem chceme dosáhnout je ochlazení daného prostředí o určitou tepelnou kapacitu a tu samou kapacitu přidat na místě, které chceme vytápět. (<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>) [cit. 2010-08-23], (Old-House Journal, 2004)

K tomu, aby TČ mohlo fungovat správně, je třeba mu dodávat energii k jeho fungování. Zdrojem této energie je elektrická síť. U TČ se dá říci, že jsou alternativními zdroji energie jen ze dvou třetin až tří čtvrtin (jak poukazuje obrázek 1.), protože právě přibližně dvě třetiny čerpá z přírodních zdrojů a zbylou jednu třetinu až jednu čtvrtinu mu dodáváme elektrickým proudem. (<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>) [cit. 2010-08-23], (Dvořák, 1987)

Obr.1 Schéma principu tepelného čerpadla



Zdroj: <http://www.cez.cz/edee/content/img/pece-a-podpora/pece-a-podpora-energeticky-radce-usporne-alternativy2-big.gif> (2.9.2010)

### 3.1.2.2 Technický princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je složeno ze čtyř částí chladicího okruhu - výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil.

#### Začátek uzavřeného okruhu:

#### Výparník

Ve výparníku se nachází kapalné chladivo s nízkým tlakem. Má nižší teplotu, než je teplota tepelného zdroje. Teplo tak teče od tepelného zdroje na chladivo, a tím dochází k odpařování chladiva.

#### Kompresor

Kompresor je místo, kde se plynné chladivo z výparníku stlačuje na vysoký tlak a tím se zahřívá tak intenzivně, že je teplota chladiva po stlačení vyšší než teplota, kterou potřebujeme na ohřev vody. Působí zde i hnací energie pro pohon kompresoru, která stlačením ohřívá chladivo.

## **Kondenzátor**

Zde se odevzdává veškerá tepelná energie z předchozích procesů. Tato energie odchází přes teplotní výměník do topného systému. Výměník horké a stlačené chladivo ochladí a opět zkapalní.

## **Expanzní ventil**

V konečné fázi celého procesu prochází chladivo přes expanzní ventil zpět do výparníku. V tomto ventilu dochází ke snížení tlaků na původní hodnoty.

Tímto je celý chladicí okruh uzavřen. (Buderus, 2008), (<http://www.tzb-info.cz/953-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-i>) [cit. 2010-08-23])

### **3.1.3 Druhy tepelných čerpadel**

Tepelná čerpadla se dělí do kategorií podle toho, z jakého prostředí berou teplo a kam ono teplo zase zprostředkovávají. Když tedy budeme mít TČ vzduch-voda, můžeme z toho usoudit, že naše TČ bude teplo čerpat z venkovního vzduchu a distribuovat ho do vodního systému určeného k vytápění. Mezi nejběžnější kombinace těchto čerpadel patří: země-voda, vzduch-voda, vzduch-vzduch a voda-voda.

Tepelná čerpadla tedy získávají energii ze země, vody nebo vzduchu. Další avšak méně obvyklé metody jsou čerpání energie odpadního vzduchu, odpadních vod nebo pramenů teplé podzemní vody, které však v praxi nejsou tak používány. (Buderus, 2008) (Z. Dvořák, 1987) (Dufka, 1997)

#### **3.1.3.1 Tepelné čerpadlo země - voda**

Tato kombinace se vyznačuje svou "stabilitou". Je tím myšleno, že díky podzemním kolektorům, ať už horizontálním či vertikálním se dosahuje přibližně stejných výkonů a nedochází k výkyvům výkonů TČ, díky téměř konstantní teplotě prostředí, ze kterého se teplo jímá. TČ může fungovat monovalentně tzn. jako jediné zařízení na ohřev TV nebo i bivalentně v kombinaci s jiným zařízením. Toto zařízení

většinou bývá elektrická topná patrona umístěná v zásobníku TV nebo elektrokotel, který v zimních měsících, kdy teplota klesá pod  $-5^{\circ}\text{C}$  pomáhá s ohřevem.

V případě zemních kolektorů jsou dvě možnosti. Jednou je vertikální kolektor, což je hlubinný vrt dosahující hloubky několika desítek metrů. Vrty jsou výhodné v prostředí, které není plošně obsáhlé. Jejich značnou nevýhodou je jejich cena, která se pohybuje v řádu desetitisíců spíše statisíců (cca 1000 Kč / metr vrtu). Výhodou tohoto vrtu je to, že lze využít i jeho chladicí schopnost v letních měsících.

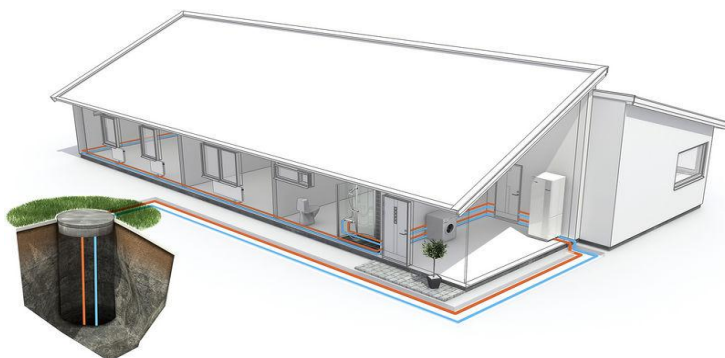
Druhým případem je horizontální kolektor, který musí být umístěn v nezámrzé hloubce mezi 1,2 až 1,5 metru. Jeho využití je mnohem levnější a snazší na pořízení než u tepelného vrtu. Nevýhodou je, že k položení kolektorů je potřeba velkého pozemku, který není vždy dostupný. (Buderus, 2008)

### **3.1.3.2 Tepelné čerpadlo voda - voda**

Tepelná čerpadla voda - voda využívají ke svému fungování podzemních vod jako zdroj energie. Podobně jako u čerpadel země-voda je zde zajištěn vysoký topný faktor, (oproti ostatním typům TČ je topný faktor největší) díky poměrně stálé a vysoké teplotě spodní vody (cca  $10^{\circ}\text{C}$ ). Dle projekčních materiálů firmy Buderus „*je topný faktor poměr mezi elektrickým příkonem a odevzdaným tepelným výkonem tepelného čerpadla.*“ (Buderus, 2008). K provozu tohoto čerpadla slouží např. systém dvou studen, kdy jedna funguje jako „odběrová“ a druhá jako „vsakovací“. Umístění studen je ve vzájemné vzdálenosti alespoň 15 metrů, aby se zamezilo zpětnému nasávání použité vody zpátky do oběhu. Důležitým faktorem při rozhodování o pořízení kombinace voda-voda je požadavek na vydatnost pramene spodní vody, který by měl pro rodinný dům být alespoň 0,5 litrů/sekundu. Díky využívání samotné vody jako oběhové kapaliny je před provozem čerpadla nutné udělat chemický rozbor, aby nebyly překročeny kritické hodnoty mineralizace. Mohlo by totiž docházet k zanášení výměníků tepla v TČ rozpuštěnými minerálními látkami, a tím k poškození samotného stroje. Kvůli použití podzemní vody je nutné mít povolení o vybudování vodního díla a nakládání s podzemní vodou, protože voda se po využití její energie opět vrací zpátky do podzemí. (Buderus, 2008) (Z. Dvořák, 1987)

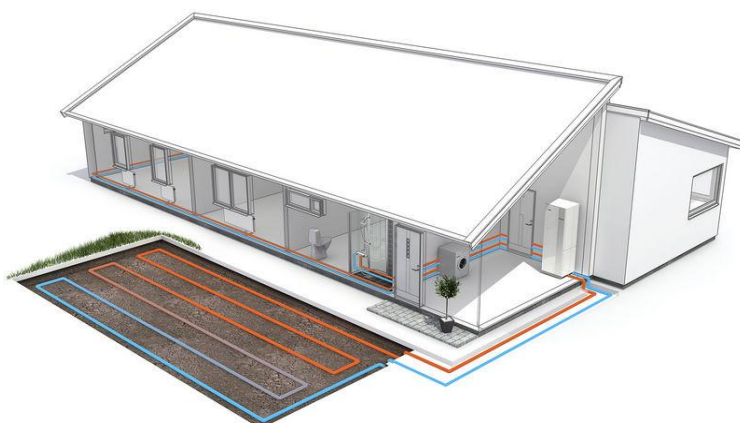
Schémata kolektorů:

Obr. 2 - Hlubinné vrty



Zdroj: <http://www.nibe.cz/grafika/> (15.7.2010)

Obr. 3 - Plošný kolektor



Zdroj: <http://www.nibe.cz/grafika/> (15.7.2010)

Obr. 4 - Soubor 2 studen



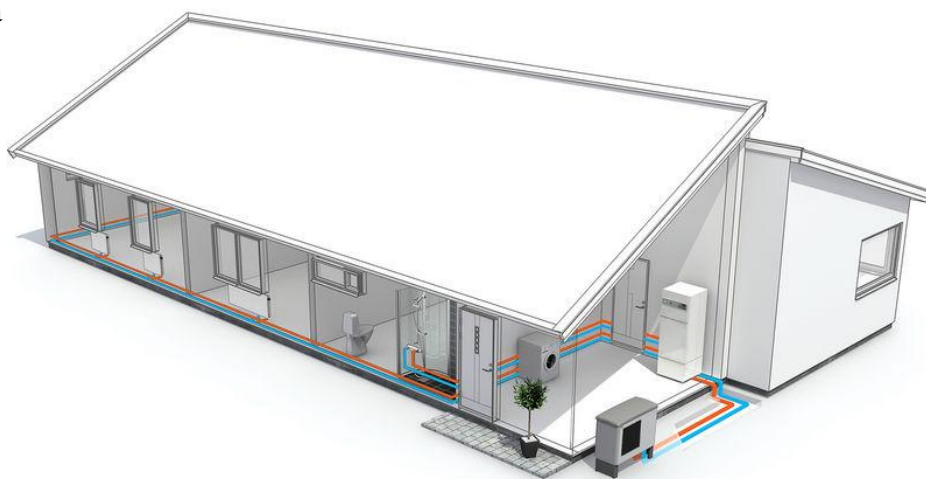
Zdroj: <http://www.nibe.cz/grafika/> (15.7.2010)

### 3.1.3.3 Tepelné čerpadlo vzduch - voda

Systém vzduch - voda se vyznačuje svou jednoduchostí instalace a velkou univerzálností oproti ostatním typům TČ. Díky čerpání okolního vzduchu potřebuje jen minimální prostor kolem sebe a je vhodné téměř na jakoukoliv stavbu. U typu vzduch/voda odpadají veškeré zemní práce, což usnadňuje instalaci a zdatně snižuje náklady na pořízení. Nevýhodou této kombinace je to, že s klesající teplotou okolního vzduchu klesá i výkon TČ a naopak. Z toho plyne, že TČ vzduch - voda musí být vždy zapojeno do bivalentního provozu, kdy kolem teplot  $-3$  až  $-5$  °C se spíná náhradní zdroj tepla. Minimální teplota, při které je běžné TČ schopné pracovat, je  $-20$  °C . Nové typy čerpadel dokážou pracovat i při  $-25$  °C. Tepelná čerpadla vzduch - voda se dodávají ve dvou provedeních. První možností je provedení umístění, kdy celá jednotka je umístěna v interiéru budovy blízko stěny a venkovní vzduch je do čerpadla nasáván pomocí průduchů přes obvodovou zeď. Druhou možností, je případ kdy je celá jednotka tepelného čerpadla umístěna venku a s technickou místností je propojena speciálním vedením. (Buderus, 2008) (Z. Dvořák, 1987)

Schéma zapojení systému

Obr. 5 - vzduch - voda



Zdroj: <http://www.nibe.cz/grafika/> (15.7.2010)

## 3.2 Solární panely

Solární panely jsou zařízení, která využívají energii slunce. Solární panely jsou nejvíce známé ve dvou provedeních. Jedním z nich je případ, kdy se solární energie mění na energii elektrickou (fotovoltaický systém). Tento systém není ale předmětem práce. Druhým případem je, když se mění solární energie na energii tepelnou (fototermální systém). (Remmers, 2007) (Buderus, 2008)

### 3.2.1 Úvod do historie solárních panelů

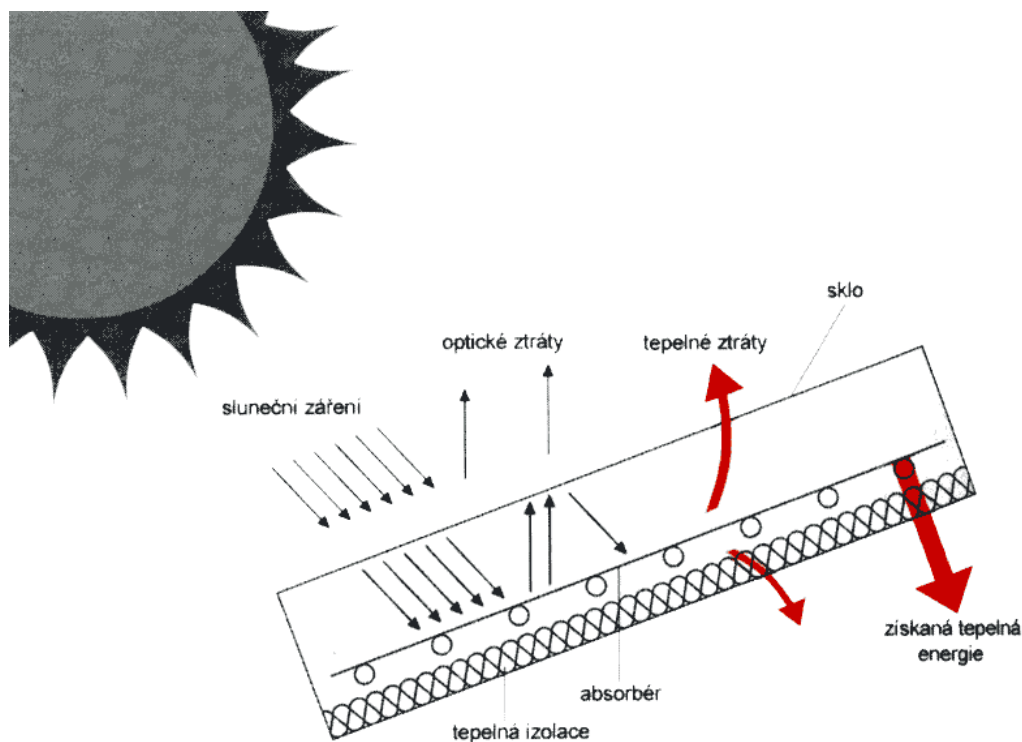
Historie solárních systémů je podobná jako u tepelných čerpadel. Po světové ropné krizi v roce 1973 lidé začali uvažovat nad tím, jak získat energie jinak a šetrněji. To vedlo mimo jiné k rozvoji solární energie a jí přidružených solárních termických článků.

V České Republice historie sahá přibližně do 70. let minulého století. Roku 1978, byl ještě v bývalém Československu v JZD Čechtín vybudován první zdokumentovaný systém využívání solárních panelů. Za zmínku stojí i dodnes funkční solární systém v Herbertově na Šumavě, který zde stojí od roku 1982. V 80. letech minulého století na území Československa probíhala i vlastní výroba kolektorů. Výrobních míst bylo hned několik. Nejznámější závody byly např. OPS Kroměříž, ZSNP Žiar nad Hronom a Elektrosvit Nové Zámky. V 90. letech minulého století stoupal počet instalací a trh se solárními panely začala ovládat slovenská firma THERMO/SOLAR a Ekosolaris. Ve druhé polovině 90 let bylo dováženo i vyráběno velké množství kolektorů různých typů. Během posledních 30 let solární energetiky v ČR zde bylo nainstalováno přibližně 25 tisíc solárních systémů. V roce 2009 bylo v ČR nainstalováno odbornými firmami (evidováno 758, s činností 3 roky zpátky) více než 10 082 solárních systémů. ([www.mpo.cz/dokument64035](http://www.mpo.cz/dokument64035), 23.8.2010)

### 3.2.2 Princip fungování

Sluneční záření je pohlcováno absorberem, což je černá deska uvnitř kolektoru. Na povrchu absorberu dochází k přejímání tepla ze slunečního svitu. Důležitou funkcí absorberu je schopnost "zpracovat" co nejvíc slunečního svitu a naopak co nejméně ho vyzářit zpět. Pod absorberem nebo přímo v něm jsou instalovány trubky s teplotnosným médiem. Nejčastěji to bývá směs vody a glykolu. Aby teplotnosná látka toto teplo z absorberu mohla dobře odvádět, musí absorber a trubky včetně jejich propojení být z dobrého tepelně vodivého materiálu. Nejčastějším materiálem pro výrobu absorberů tedy je hliník nebo měď. Spojení těchto materiálů se buď pájejí, letují nebo pomocí tzv. "press fitinek" lisují. Negativním jevem jsou ztráty tepla. Tím, že je kolektor vždy teplejší než okolní prostředí, dochází k předávání tepla z teplejšího místa na studenější (kolektor → okolní prostředí) a tím vznikají ztráty. Aby se zamezilo těmto ztrátám, je důležitá kvalitní tepelná izolace. (Remmers, 2007)

Obr. 6 - Princip fungování solárních panelů



Zdroj: <http://www.obb.cz/userfiles/images/solarni-kolektory-bramac/princip-funkce-slunecniho-kolektoru.png> (24.8.2010)



### 3.2.3 Rozdělení solárních systémů

U systémů využívajících solární energie k ohřevu teplé vody, bazénové vody, vzduchu a podpory vytápění pomocí podlahového topení, rozlišujeme dva typy. Jedním z nich je tzv. pasivní systém, *"kdy se teplo získává přímo stavbou tak, že její podstatná část je prosklená nebo alespoň nejvíce osluněná její jižní část stavby."* (Dufka, 1997)

Druhým systémem je systém aktivní, *"kdy mezi slunečním zařízením a ohřívanou vodou je přeměňující zařízení, tzv. kolektor, který podle protékající teplotnosné kapaliny (pracovního média) může být vzduchový nebo kapalinový."* (Dufka, 1997)

### 3.2.4 Rozdělení panelů

Rozdělit solární panely (kolektory) lze podle konstrukce a výrobního provedení. Provedení jsou čtyři: deskový, vakuový, atmosférický a trubicový kolektor. Pro bližší specifikaci jsou vybrány 2 nejběžnější typy kolektorů: (Buderus, 2008)

#### 3.2.4.1 Deskové kolektory

Absorbér v plochém (deskovém) kolektoru je opatřen tepelnou izolací, kterou tvoří nejčastěji čedičová vlna. Vrchní vrstva absorbéru je pokryta sklem – deskou proti tepelným ztrátám. Podle velikostí se kolektory dělí na malé, kompletně předvyrobené, které mají plochu zhruba 2 m<sup>2</sup>, a na velké (5-12 m<sup>2</sup>), které se zasklívají přímo na střeše nebo se na ni dopravují pomocí jeřábu. Solární deskové kolektory jsou schopné dosáhnout podílu na přípravě teplé vody až 80 %. (Remmers, 2007)

Výhody plochých kolektorů:

- Jednoduchá, robustní konstrukce
- Technická zpracovanost
- Dobrý poměr cena / výkon
- Vzhledově kvalitní zpracování (Buderus, 2008)

### 3.2.4.2 Trubicové kolektory

#### **Vakuové trubice:**

Pro snížení ztrát konvekcemi (prouděním) a vedením tepla se vakuují skleněné trubice stejně tak, jako je tomu např. u termoskových nádob. Podle stupně vakua pak v kolektorech nenastává téměř žádné konvekční / tepelně vodivé prostředí. Díky kvalitní tepelné izolaci vakuem, dosahují tyto kolektory vyšších energetických zisků než je tomu u deskových kolektorů. Nevýhodou vakuových kolektorů je jejich cena, která je znatelně dražší než je tomu u deskových kolektorů. Z toho důvodu se s trubicovými kolektory montují spíše malé solární soustavy pro ohřev vody nebo i pro možnost podpory vytápění. (Mittermair, 1995) (Remmers, 2007)

#### **Přímo protékané vakuované trubice:**

Přímo v trubici je absorbér, kterým přímo protéká teplotonosná látka. Díky přímému předávání tepla se zde dosahuje většího výkonu oproti principu s tepelnými trubicemi. (Remmers, 2007)

Výhody vakuových kolektorů:

- Možnost dosažení vyšších teplot oproti deskovým kolektorům
- Vyšší energetický zisk při stejné absorpční ploše
- Možnost použití na podporu vytápění
- Možnost instalace svisle na fasádách
- Možnost souběžné montáže na střešní ploše a s tím spojená redukce nákladů na nosnou konstrukci
- Při montážích na ploché střechy jsou opticky nenápadné (Buderus, 2008)

Nevýhody vakuových kolektorů:

- Vysoká cena
- Při větších sněhových srážkách kolektory nepracují (Buderus, 2008)

### **3.3 Vzájemná kombinace tepelného čerpadla a solárních panelů**

Kombinace tepelného čerpadla a solárních panelů dnes není něčím výjimečným. V rámci dotačního programu „Zelená úsporám“ je cena těchto zařízení značně redukována. Jako bonus u této kombinace je dokonce i další finanční příspěvek ve výši dvaceti tisíc Kč. Důležité je si uvědomit, k čemu tato sestava bude sloužit. Možnosti využití jsou dvě. Jedna, kdy solární panely fungují jako přehřev teplé vody a tepelné čerpadlo tuto vodu dohřívá a dále posílá do systému. Druhý způsob je ten, že voda nahřátá ze solárních panelů je využívána jako podpora vytápění a ohřevu TV. (Buderus, 2008)

Proto, aby systém tepelného čerpadla a solárních panelů vůbec mohl fungovat, je zapotřebí ještě několika zařízení, která jsou zapojena do topného systému. Mezi tato zařízení patří: akumulární nádrž, zásobník TV a regulační jednotka.

#### **Akumulární nádrž:**

Akumulární zásobník zaručuje stálý přísun tepla z tepelného čerpadla do otopné soustavy. Jeho instalací se minimalizuje případný nedostatečný průtok topné vody ve vytápěcím systému a optimalizuje se doba běhu kompresoru a tím se prodlužuje jeho životnost. (Buderus, 2008)

#### **Regulační jednotka:**

Regulace nám tzv. „umožňuje mít požadovanou teplotu v požadovaném čase a žádaném místě“. To všechno se děje za pomoci čidel rozmístěných v systému a hlídajících teplotu vody. V systému, kde je zapojen solární kolektor a okruh tepelného čerpadla, je nutné zapojení dvou regulačních jednotek řídících provoz celé soustavy. V dnešní době jsou už na trhu i regulace, které dokážou řídit oba systémy naráz. Jednou z těchto regulací je Logamatic SC 40, která se používá u tepelných čerpadel 2. generace značky Buderus. (Buderus, 2008)

## 4 Výsledky

### 4.1 Technická specifikace objektu a použitých zařízení:

#### 4.1.1 Popis domu a pozemku

Technické údaje k domu, který je použit při zpracování bakalářské práce, jsou zpracovány přímo z technického projektu na daný dům odborným projektantem v oboru vytápění. (souhrn technických dat viz. příloha č. 4 - Projektová dokumentace)

Dům vybraný pro bakalářskou práci se nachází ve středních Čechách poblíž Českého Brodu. Rozloha pozemku činí 2760 m<sup>2</sup>. Rozloha zastavěné plochy pozemku je 209 m<sup>2</sup>. Dům je jednopatrový, s tím, že první patro zasahuje do prostoru střechy a díky tomu dochází k sešikmení stropu v obytných místnostech. K výstavbě domu byly použity porothermové tvárnice a ke stavbě střechy keramzitové tvárnice - rámečkový strop. Zateplení celého objektu je zabezpečeno dostatečnou vrstvou izolační hmoty - polystyrenu a izolační vaty. Díky kvalitní izolaci jsou tepelné ztráty domu 9,1 kW, což je při obytné ploše 362 m<sup>2</sup> velmi dobrý výsledek. Orientace střechy je na všechny světové strany. Pro umístění solárních panelů je však nejvíce zajímavá jižní strana z hlediska energetického zisku. Systém vytápění je navržen pro vytápění tělesy (radiátory), které pro použití tepelného čerpadla musí být předimenzovány, protože tepelné čerpadlo pracuje na jiném teplotním spádu než např. plynový kotel. Počet topných dnů je 216. Venkovní výpočtová teplota = -12 °C. (dle normy ČSN 06 0210).

Obr. 7 - Hrubá stavba domu



Zdroj: vlastní

Obr. 8 - Příklad instalace tepelného čerpadla v kombinaci se solárními panely

Na obrázku č. 8 je tepelné čerpadlo země-voda nahrazeno tepelným čerpadlem vzduch-voda. Obrázek slouží pro ilustraci instalace solárních panelů.



Zdroj: interní materiály Buderus

Obr. 9 - Další příklad instalace tepelného čerpadla v kombinaci se solárními panely



Zdroj: ([http://www.buderus.cz/admin/reference/soubory/88-Dvorce\\_ref\\_2009.pdf](http://www.buderus.cz/admin/reference/soubory/88-Dvorce_ref_2009.pdf), 8.2.2011)

#### 4.1.2 Popis tepelného čerpadla

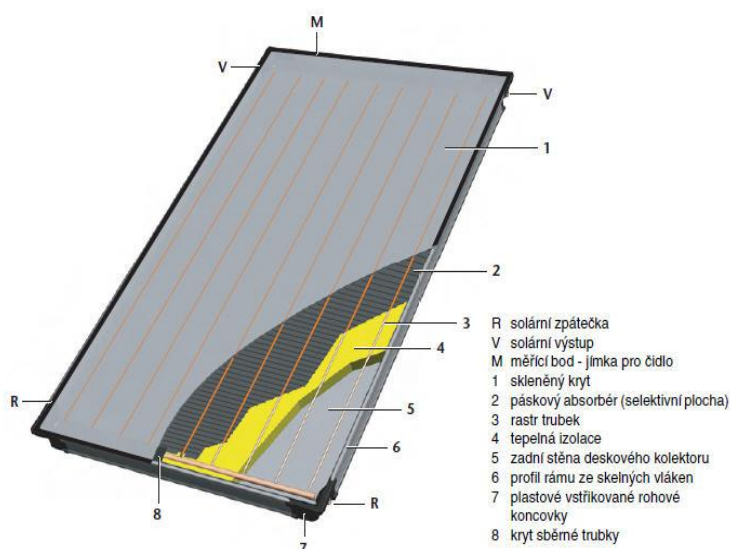
Pro vytápění a ohřev TV je použito tepelné čerpadlo země-voda s označením WPS 9. Tepelné čerpadlo má výkon 9,1 kW, tzn. že je samo schopné pokrýt potřebu tepla na daný objekt. V tepelném čerpadle je zabudovaná elektrická topná patrona o výkonu 3,6,9 kW, která slouží jako bivalentní zdroj v případě nedostatečného pokrytí teplotních potřeb tepelným čerpadlem. U čerpadla WPS 9 teplota vody na výstupu dosahuje 58 °C bez dohřevu el. patronou a s použitím el. patrony až 65 °C. Další faktory pro použití tepelného čerpadla WPS 9 je vysoký topný faktor (COP 4,5 – při použití kompresoru), nízké náklady na provoz a vhodnost kombinace se solárními panely.



#### 4.1.3 Popis solárních panelů

Jako podpora ohřevu TV je do systému vybrán solární deskový kolektor Logasol SKN3.0. Logasol SKN 3.0 je deskový kolektor o absorbní ploše 2,23 m<sup>2</sup> a objemem teplotnosné látky 0,86 l.

Maximální teplota dosažená kolektory je 180 °C, je to tzv. stagnační teplota. Dle výpočtů z počítačové simulace programu T\*SOL Pro 4.4 pro navrhování a výpočty solárních kolektorů stačí pro pokrytí potřeby tepla na vybraný rodinný dům



dva solární panely. Zpráva programu T\*SOL Pro 4.4 je obsažena v příloze č. 5.

## 4.2 Pořizovací náklady a srovnání s ostatními zdroji tepla

Pro srovnání pořizovacích nákladů tepelného čerpadla a solárních panelů je použito těchto dvou zařízení:

- Plynový kondenzační kotel Logamax GB 172 (14 kW)
- Kotel na tuhá paliva Logano S111-16WT (16 kW).

Při porovnávání cen je specifikováno i příslušenství potřebné pro každé zařízení.

V tabulce č. 1 jsou zobrazeny pořizovací ceny na první část otopné soustavy. Tato solární část je složena ze dvou deskových kolektorů Logasol SKN 3.0. Ceny uvedené v tabulce jsou čerpány z aktuálního internetového ceníku firmy Buderus. Vybrané zařízení jsou součástí „akčního balíčku“, kdy je veškeré příslušenství k samotným kolektorům, již připočteno v ceně balíčku.

**Tabulka 1. Akční paket firmy pro solární kolektory SKN 3.0**

	Cena bez DPH	Cena s DPH
<b>Kolektor SKN 3.0 -s</b>	42200 Kč	50640 Kč
<b>Regulace SC 20</b>	14900 Kč	17880 Kč
<b>Akumulační zásobník TV</b>	bez zásobníku	
<b>Příslušenství v ceně balíčku</b>	odvzdušňovač, solární kapalina, expanzní nádoba, přepět'ová ochrana, termostatický směšovač teplé vody	
<b>Cena celkem s DPH</b>	68520 Kč	

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: www.buderus.cz, 28.12.2010

Ceny za uvedené zařízení k druhé části otopné soustavy ukazuje tabulka č. 2. V této tabulce jsou uvedeny ceny na pořízení tepelného čerpadla. Stejně jako tomu je i solární části i zde je použit akční paket. Jediným zařízením, které není obsažené v ceně balíčku je bivalentní zásobník SMH 400. Ceny jsou opět čerpány z internetového ceníku na stránkách firmy.

**Tabulka 2. Akční paket firmy pro tepelné čerpadlo WPS 9**

	<b>Cena bez DPH</b>	<b>Cena s DPH</b>
<b>Tepelné čerpadlo WPS 9</b>	200900 Kč	241080 Kč
<b>Akumulační zásobník RAK 300/1 (300 l)</b>	v ceně paketu	
<b>Izolace a opláštění pro zásobník</b>	v ceně paketu	
<b>Příslušenství v ceně paketu</b>	ekvitermní regulační přístroj REGO 637J, integrovaný zásobník TV, plnicí zařízení, uzavírací kohout s filtrem nečistot, odvzdušňovač, solární kapalina, expanzní nádoba, bezpečnostní skupina	
<b>Bivalentní zásobník SMH 400</b>	45000 Kč	54000 Kč
<b>Cena celkem s DPH</b>	295080 Kč	

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: [www.buderus.cz](http://www.buderus.cz), 28.12.2010

Následující tabulka č. 3 ukazuje náklady na pořízení poslední části soustavy. V tabulce jsou uvedené náklady na vybudování zemního plošného kolektoru. Náklady jsou rozděleny do dvou částí. V první je cena za terénní úpravy pozemku, která je největší položkou. Druhá část ceny se zabývá materiálem a vybavením zemního plošného kolektoru. Ceny v tabulce jsou čerpány z ceníku firmy Gerotop, s. r. o., která je známá na trhu a zkušena v oboru budování zemních plošných kolektorů.

**Tabulka 3. Náklady na vybudování zemního plošného kolektoru**

	<b>Cena bez DPH</b>	<b>Cena s DPH</b>
<b>Cena za pokládku bez pískového lože 450 m</b>	12150 Kč	14580 Kč
<b>Dopojení zemního plošného kolektoru</b>	33938 Kč	40725 Kč
<b>Zemní práce</b>	76998 Kč	92397 Kč
<b>Cena celkem s DPH</b>	147702 Kč	

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: <http://gerotop.cz/cz/home/>, 28.12.2010



Při porovnávání nákladu na pořízení jsou zmiňovány další zařízení. V tabulce č. 4 se konkrétně jedná o kotel na tuhá paliva Logano S111-16WT. U vybraného kotle není žádná akce na pakety, jako tomu je u solárních panelů či tepelného čerpadla. U položky odkouření, je cena vynechána, protože v domě se již nachází komín pro krbovou vložku, do kterého by se případně dal připojit kouřovod kotle Logano S111-16WT.

**Tabulka 4. Kotel na tuhá paliva Logano S111-16WT**

	Cena bez DPH	Cena s DPH
<b>Logano S111-16WT</b>	15680 Kč	18816 Kč
<b>Ladomat 21</b>	6470 Kč	7764 Kč
<b>Akumulační zásobník TV Reflex PHF 500, včetně izolace a ochranné folie</b>	20100 Kč	24120 Kč
<b>Odkouření + Komín</b>		Stávající
<b>Cena celkem s DPH</b>		50700 Kč

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: www.buderus.cz, 28.12.2010

Posledním porovnávaným zařízením je plynový kondenzační kotel Logamax GB172. Jedná se o novinku, uvedenou na trh v létě roku 2010. V tabulce č. 5 jsou uvedeny ceny na pořízení kotle Logamax GB172 včetně jeho příslušenství a regulace potřebné k provozu kotle.

**Tabulka 5. Plynový kondenzační kotel Logamax GB 172 (14 kW)**

	Cena bez DPH	Cena s DPH
<b>Logamax GB 172 + S120</b>	49900 Kč	59880 Kč
<b>Regulace Logamatic RC 35</b>	5030 Kč	6036 Kč
<b>Modul WM 10</b>	3520 Kč	4224 Kč
<b>Odvod spalin WH-WS</b>	4170 Kč	5004 Kč
<b>Náklady na opravy<sup>1)</sup></b>	15000 Kč	
<b>Cena celkem s DPH</b>	90144 Kč	

<sup>1)</sup> Výše nákladů oprav je přibližná, za dobu životnosti kotle

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: [www.buderus.cz](http://www.buderus.cz), 28.12.2010

**Tabulka 6. Celkové náklady vybraného topného systému**

<b>Cena sestavy TČ , SP a plošného zemního kolektoru celkem</b>	<b>511302 Kč</b>
---	------------------

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: tabulka 1-3

### 4.3 Výpočet dotace z programu „Zelená úsporám“

Využitím dotačního programu Zelená úsporám jsou značně redukovány náklady na pořízení topného systému. Použití obnovitelných zdrojů energie do novostaveb se zabývá Oblast C: Využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody. Veškeré výše dotovaných částek jsou zpracovány přímo z internetových stránek programu Zelená úsporám. ([www.zelenausporam.cz/sekce/501/na-co-je-mozne-zadat/](http://www.zelenausporam.cz/sekce/501/na-co-je-mozne-zadat/)) [2010-12-29]. Využití dotace se vztahují na tepelné čerpadlo, solární panely a v případě této práce i na projekt. Další možností by mohlo být obdržení dotace na vzájemnou kombinaci tepelného čerpadla a solárních panelů. Tato dotace je však omezena podmínkou použití solárních panelů při podpoře vytápění.

Dotace pro tepelné čerpadlo činí **85000 Kč** při splnění podmínky 20 litrů / 1 kW (podmínka je splněna, díky akumulární nádrži SMH 400)

Dotace pro solární systém činí **55000 Kč** bez podpory vytápění. SP jsou použiti čistě na ohřev teplé vody.

Dotace na projekt: **5000 Kč**

Celková výše dotací je tedy **145000 Kč**

Ovlivnění kalkulace nákladů na pořízení při uznání dotace „Zelená úsporám“ je tedy přibližně jedna třetina.  $511302 - 145000 = 366302 \text{ Kč}$ . Tato suma je tedy výslednou sumou pořízení topného systému pro rodinný dům s uznáním všech možných dotací.

#### **4.4 Porovnání nákladů na provoz vybraného topného systému oproti jiným zdrojům určeným k vytápění**

##### **4.4.1 Popis technických hodnot a zdrojů tepla**

Zadané hodnoty pro vytápění jsou vypočítávány pro předpokládanou roční spotřebu tepla RD – 60 GJ. Tato hodnota je vypočítána odborným projektantem a zpracována přímo na konkrétní rodinný dům.

Hodnoty pro předpokládanou roční spotřebu tepla RD pro ohřev teplé vody – 12,4 GJ. Tato hodnota byla opět stanovena odborným projektantem a zpracována přímo na konkrétní rodinný dům. (viz. příloha č. 4)

Po zadání hodnot systém dle použitých vzorců sám vypočítá hodnoty požadované pro zjištění cen za zdroje tepla. V tabulce č. 7 jsou uvedeny ceny za vytápění rodinného domu a tabulka č. 8 ukazuje ceny za ohřev teplé vody.

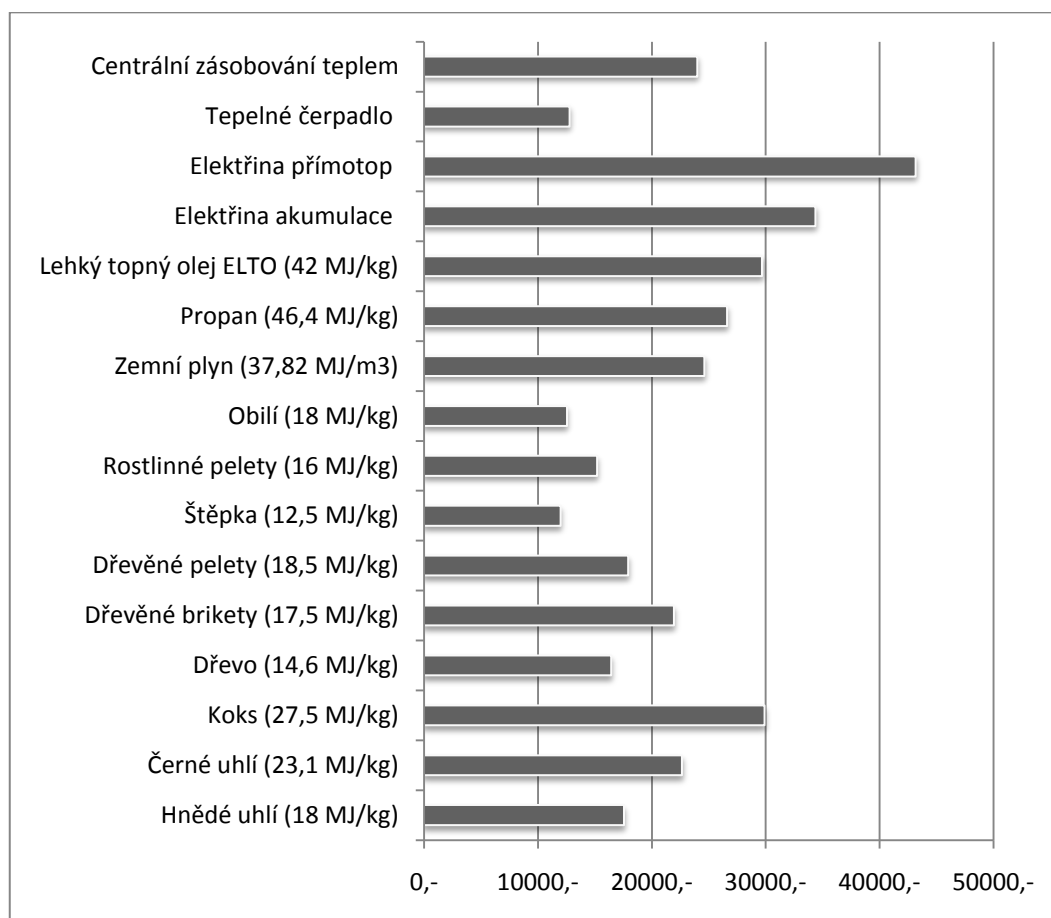
**Tabulka 7. Tabulka hodnot pro vytápění RD – ostatní zdroje tepla**

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (průměrná účinnost v %)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
Hnědé uhlí (18 MJ/kg)	2,90 / kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,05	6061 kg	17567,-
Černé uhlí (23,1 MJ/kg)	4,80 / kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,36	4723 kg	22668,-
Koks (27,5 MJ/kg)	8,50 / kg	Klasický kotel na koks (62%)	1,79	3519 kg	29912,-
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 / kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	0,99	5479 kg	16438,-
Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg)	4,80 / kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	1,32	4571 kg	21943,-
Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg)	4,70 / kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,08	3816 kg	17933,-
Štěpka (12,5 MJ/kg)	2,00 / kg	Kotel na štěpku (80%)	0,72	6000 kg	12000,-
Rostlinné pelety (16 MJ/kg)	3,65 / kg	Kotel na rostlinné pelety (85%)	0,91	4167 kg	15208,-
Obilí (18 MJ/kg)	3,20 / kg	Automatický kotel (85%)	0,75	3922 kg	12549,-
Zemní plyn (37,82 MJ/m <sup>3</sup> )	0,69993 / kWh	Běžný kotel (89%)	1,48	18141 kWh 1728 m <sup>3</sup>	24620,-
Propan (46,4 MJ/kg)	21 / kg	Běžný kotel (89%)	1,6	1268 kg	26623,-
Lehký topný olej ELTO (42 MJ/kg)	18,5 / kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	1,78	1605 kg	29695,-
Elektrina akumulace	393,6 Kč / měsíc + NT 0,82 / kWh	S akumulční nádrží (93%)	2,06	17921 kWh	34388,-
Elektrina přímotop	390 Kč / měsíc + NT 1,12 / kWh	Přímotopné panely (93%)	2,59	17544 kWh	43173,-
Tepelné čerpadlo	321,6 Kč / měsíc + NT: 1,02 / kWh	Průměrný roční topný faktor 4,1	0,77	4065 kWh	12798,-
Centrální zásobování teplem	400 / GJ	Účinnost 98%	1,44	60 GJ	24000,-

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnaní-nakladu-na-vytápění-podle-druhu-paliva> (29.12.2010)

Hodnoty uvedené v grafu č. 1 přímo navazují na tabulku č. 7. Graf poskytuje přehled cen v grafickém provedení pro zřejmé porovnání cen za zdroje tepla. Z grafu je jasně patrné, že nejdrazším zdrojem tepla je elektřina přímotop a naopak nejlevnějšími zdroji jsou tepelné čerpadlo, obilí a štěpka

**Graf 1. Ceny a Zdroje vytápění**



Zdroj: graf vlastní tvorba, data: tabulka č. 7

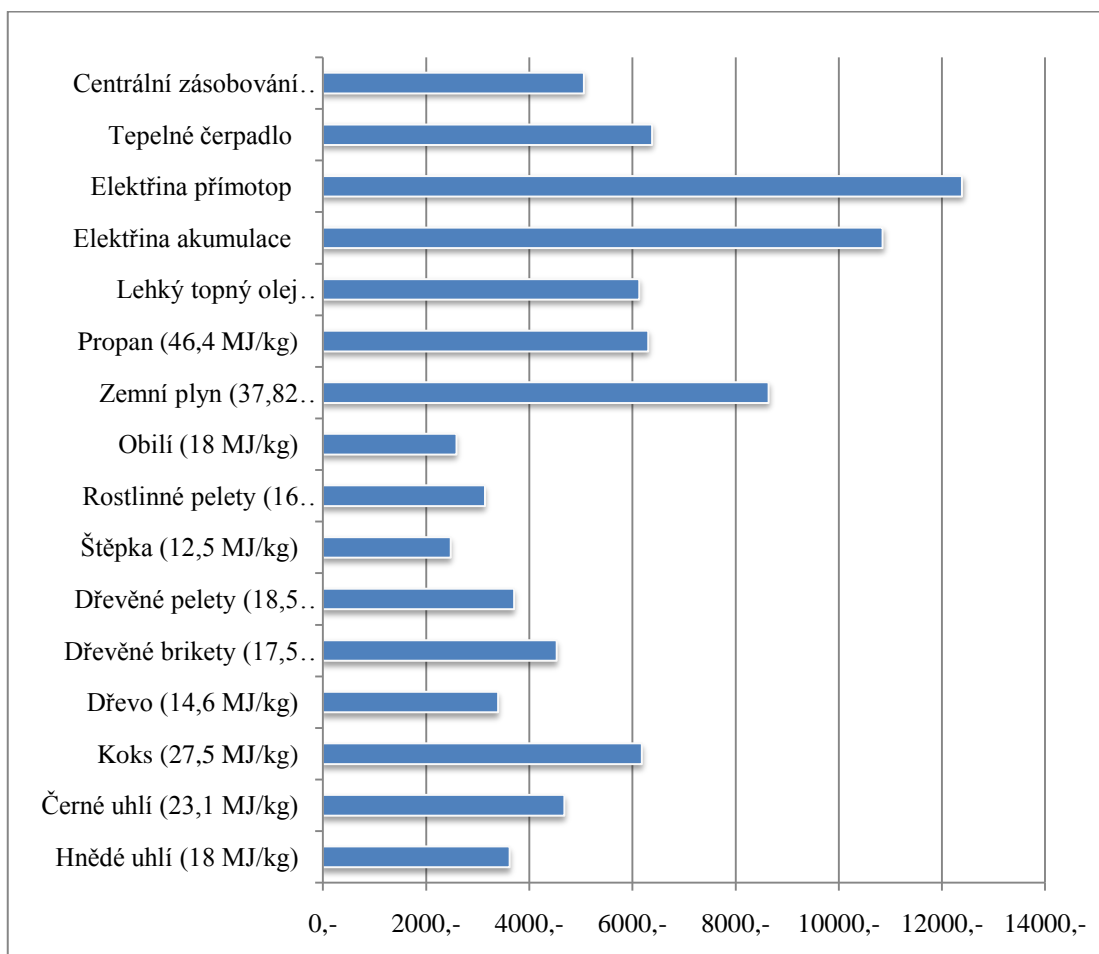
**Tabulka 8. Tabulka hodnot pro ohřev vody RD – ostatní zdroje tepla**

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (průměrná účinnost v %)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na ohřev TV Kč / rok
Hnědé uhlí (18 MJ/kg)	2,90 / kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,05	1253 kg	3623,-
Černé uhlí (23,1 MJ/kg)	4,80 / kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,36	976 kg	4685,-
Koks (27,5 MJ/kg)	8,50 / kg	Klasický kotel na koks (62%)	1,79	727 kg	6182,-
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 / kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	0,99	1132 kg	3397,-
Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg)	4,80 / kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	1,32	945 kg	4535,-
Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg)	4,70 / kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,08	789 kg	3706,-
Štěpka (12,5 MJ/kg)	2,00 / kg	Kotel na štěpku (80%)	0,72	1240 kg	2480,-
Rostlinné pelety (16 MJ/kg)	3,65 / kg	Kotel na rostlinné pelety (85%)	0,91	861 kg	3143,-
Obilí (18 MJ/kg)	3,20 / kg	Automatický kotel (85%)	0,75	810 kg	2593,-
Zemní plyn (37,82 MJ/m <sup>3</sup> )	0,69993 / kWh	Běžný kotel (89%)	1,48	4297 kWh 409 m <sup>3</sup>	8639,-
Propan (46,4 MJ/kg)	21 / kg	Běžný kotel (89%)	1,6	300 kg	6306,-
Lehký topný olej ELTO (42 MJ/kg)	18,5 / kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	1,78	332 kg	6137,-
Elektrina akumulace	393,6 Kč / měsíc + NT 0,82 / kWh	S akumulční nádrží (93%)	2,06	3704 kWh	10854,-
Elektrina přímotop	390 Kč / měsíc + NT 1,12 / kWh	Přímotopé panely (93%)	2,59	3315 kWh	12392,-
Tepelné čerpadlo	321,6 Kč / měsíc + NT: 1,02 / kWh	Průměrný roční topný faktor 4,1	0,77	1148 kWh	6384,-
Centrální zásobování teplem	400 / GJ	Účinnost 98%	1,44	13 GJ	5061,-

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapeni-podle-druhu-paliva> (29.12.2010)

Podobné hodnoty jako v grafu č. 1 vycházejí v grafu následujícím. Graf č. 2 graficky ukazuje ceny za zdroje tepla pro ohřev teplé vody. Stejně tak jako v grafu č. 1 i zde je nejdrazším zdrojem elektrina přímotop a naopak nejlevnějšími zdroji tepelné čerpadlo, obilí a štěpka.

**Graf 2. Ceny a Zdroje pro ohřev TV**



Zdroj: graf vlastní tvorba, data: tabulka č. 8

Při využití solárních panelů jako zdroje ohřevu TV je dle programu T\*SOL Pro 4.4 zjištěno, že solární panely pokryjí 58 % požadovaného množství tepla. Tímto zjištěním se náklady na ohřev TV tepelným čerpadlem redukuje o 58 % z 6384 Kč na **2681,28 Kč / rok** (pomocné grafy a záznamy ze softwarového programu viz příloha 5.) Celkové náklady na provoz tepelného čerpadla a solárních panelů pro ohřev TV a vytápění (jen TČ) jsou **15479,28 Kč**.

## 4.4.2 Shrnutí uvedených zdrojů energií

### **Hnědé uhlí:**

Výhodou použití hnědé uhlí jako zdroje tepla je nízká cena za kilogram, která se pohybuje kolem 3 Kč a relativně nízká pořizovací cena kotle samotného. Nevýhod je však hned několik. První je relativně nízká výhřevnost. Dalšími zápory jsou: Spaliny vyvedené do ovzduší, nutnost časté obsluhy kotle, prostor pro skladování uhlí aj.

Celkové náklady na daný dům v případě vytápění hnědým uhlím by dosahovaly částky 21190 Kč.

### **Černé uhlí a Koks:**

Cena za černé uhlí je o málo vyšší než u hnědé uhlí. U koksu je cena až 3x větší než u hnědé uhlí. Pořizovací cena kotle pro černé a hnědé uhlí je stejná, dá použít ten samý kotel. Při použití koksu je dosaženo největší výhřevnosti oproti předešlým zdrojům. Zápory jsou totžné jako v předchozím případě. Celkové náklady na daný dům v případě vytápění by dosahovaly částky 27353 Kč (černé uhlí) nebo 36094 Kč (koks).

### **Dřevo, Dřevěné brikety a Dřevěné pelety:**

Spalování vybraných zdrojů probíhá v kotlích na zplyňování dřeva. Cena těchto kotlů se pohybuje přibližně od 20 do 40 tisíc Kč. Obrovskou výhodou je téměř nulové znečištění ovzduší díky dokonalému spalování. Další výhodou je možnost spalování velkých kusů dřeva, případně zapojení podavače na peletky, čímž odpadá častá obsluha kotle. Nevýhody jsou: velikost kotle, nutnost prostoru pro skladování a obsluha.

Náklady na daný dům dosahují hodnot 19835 Kč (dřevo), 26478 Kč (brikety) a 21639 Kč (peletky). Z uvedených hodnot tedy nejlépe vychází kotel na peletky.

### **Štěpka:**

Spalování štěpky je jedním z nejlevnějších zdrojů vytápění. Náklady na daný dům jsou 14480 Kč, což je nejmíň ze všech uvedených zdrojů. Předností štěpky je tedy nízká cena, relativně dobrá dostupnost a kvalita spalovaného materiálu. U kotle na štěpku je



potřeba dopravník stejně jako u kotle na peletky. Z čehož plyne nevýhoda potřebného prostoru pro uskladnění dopravníku i štěpky jako takové.

### **Rostlinné pelety:**

Spalování může probíhat ve většině kotlů na tuhá paliva. Největší předností ekologického paliva v podobě peletek je přírodní původ a vysoká výhřevnost. Při použití v normálních kotlích je však nebezpečí tzv. spékání popela. Asi největším negativem pro spalování rostlinných pelet je cena kotle, která může dosahovat u kvalitnějších výrobků až 160 tisíc Kč, tzn. že při průměrné životnosti 15 let značně klesne rentabilita pořízení. Náklady na daný dům v případě peletek dosahují hodnoty 18351 Kč.

### **Obilí:**

Jedná se o levný a ekologický zdroj vytápění. Cena za kilogram topného obilí je téměř stejná jako u rostlinných peletek. Výhodou spalování obilí je možnost využití nekvalitního obilí nebo obilí "přímo z pole". Pořizovací cena kotle na obilí je cca 120 tisíc Kč. Mnohdy ale bývá vyšší. Velikost nákladů na daný systém je 15142 Kč, což je druhá nejnižší částka z vybraných druhů paliv.

### **Zemní plyn a Propan:**

Jedním z nejčastějších zdrojů vytápění je plyn. Jedná se o střední cenovou kategorii z hlediska nákladů na provoz. Spalováním plynů vznikají emise, které se pak dostávají do ovzduší a zhoršují ho. Cena se pohybuje v rozmezí 21 Kč/kg u propanu a 0,69 Kč/kW u zemního plynu. Ceny spalovacích kotlů se pohybují od 20 tisíc Kč výš, za běžný kotel a od 40 tisíc Kč výš za kondenzační kotle. Nevýhodou spalování plynu jsou mimo jiné také jeho stále stoupající ceny. Náklady na zemní plyn jsou 33259 Kč a na propan 32929 Kč.

### **Lehký topný olej:**

Pořízení kotle na topný olej je v hodnotě cca 20 tisíc Kč. Výhodou je tedy nízká pořizovací cena. Dalšími výhodami jsou relativně jednoduchá instalace a poměrně nízké hodnoty spalin. Negativní stránkou LTO je však nutnost pořízení nádrže na olej a s tím

spojené místo pro její uložení, práce s hořlavinou a cena za kg (18,5 Kč). Celkové náklady pro daný objekt činí 33102 Kč.

### **Elektřina akumulace a přímotop:**

Elektřina je v současné době nejdražším zdrojem tepla. Při ceně cca 1 Kč/kW a pravidelné měsíční platbě za připojku je vytápění elektřinou na ústupu. Pozitivním faktem je pořizovací cena elektrického kotle, která činí v průměru 15 - 20 tisíc Kč. Neopomenutelným faktem je i to, že elektrokotel nepotřebuje téměř žádnou obsluhu a přináší vysoký komfort. Suma nákladů na vytápění a ohřev TV elektrokotlem je 55565 Kč. Tato suma je téměř trojnásobek nákladů tepelného čerpadla, štěpky nebo obilí!

### **Tepelné čerpadlo:**

Tepelné čerpadlo představuje obrovskou výhodu v levném využívání přírodní energie. Při svém provozu spotřebovává přibližně 1/4 svého celkového výkonu v podobě el. energie. Životnost tepelného čerpadla dosahuje až 20 let, což velmi ovlivní návratnost investice na pořízení, která se pohybuje kolem 200000 Kč výš. Další výhodou tepelného čerpadla je snížení tarifu za el. energii, díky čemu se dá dosáhnout nižší doby návratnosti. Snad jedinou nevýhodou tepelných čerpadel je jejich pořizovací cena, která při kompletní instalaci může dosahovat částek v řádu statisíců. Náklady na provoz topného systému s tepelých čerpadlem jsou třetí nejnižší a činí 19182 Kč. Tepelné čerpadlo v porovnání kladů a záporů s ostatními zdroji tepla vychází jako nejlepší způsob vytápění a ohřevu teplé vody.

### **Centrální zásobování teplem:**

Nespornou výhodou CZT je vysoká bezpečnost, díky umístění mimo obytnou jednotku a bezobslužnost systému. Naopak negativem je vysoká cena pohybující se 400 Kč/GJ a vysoké tepelné ztráty při přenosu ke konečnému uživateli. Při poruše se ocitne bez dodávky tepla větší množství lidí a nejen jediný objekt. Využití CZT je hlavně pro velké bytové domy a sídliště.

## 4.5 Zahrnutí cen elektrické energie při provozu TČ a bez něj

Při počítání nákladů je důležité zohlednit i ceny za elektrickou energii. Následující výpočty se týkají provozu rodinného domu z hlediska el. energie vyjma spotřeby TČ. (náklady TČ viz. výše). Instalací TČ do objektu se totiž změní tarif el. energie, který díky 22 hodinovému nízkému provozu dokáže snížit celkové náklady na elektřinu a tím přispět k lepší návratnosti TČ.

V použitých příkladech je uvedena průměrná roční spotřeba el. energie - 2200 kWh. Do nákladů se počítá paušální cena za jistič, která je rozdílná u normální spotřeby a použití TČ. Ceny energií jsou uvedeny k roku 2010.

**Tabulka 9. Tabulka cen pro sazbu D02d**

Sazba D02d	
Průměrná spotřeba	2200 kWh/rok
Cena za kWh (vč. DPH)	4,35 Kč
Měsíční paušál (jistič)	138 Kč
Roční platba za 2 200 kWh	9570 Kč
Paušál za rok	1656 Kč
Celkové roční náklady (vč. DPH)	11226 Kč

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: <http://www.nazeleno.cz/energie/ceny-energie/cena-elektřiny-v-roce-2011-naroste-kolik-zaplatime-za-kwh.aspx> (10.1.2011)

V tabulce 9. je uvedena sazba D02d a její ceny. Uvedené ceny jsou za vysoký tarif, kde cena za 1 kWh je 4,35 Kč. Měsíční paušál za jistič je stanoven na 138 Kč.

**Tabulka 10. Tabulka cen pro sazbu D56d s tepelným čerpadlem**

Sazba D 56d - Dvoutarifová sazba pro vytápění s tepelným čerpadlem	
Průměrná spotřeba	2200 kWh/rok
Cena za kWh (vč. DPH)	2,407 (NT), 2,91 (VT)
Měsíční paušál	408 Kč
Roční platba za 2 200 kWh	9570 Kč
Paušál za rok	1656 Kč
Celkové roční náklady (vč. DPH)	10307,65

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-elektricke-energie#d56>  
(10.1.2011)

U sazby D56d se bere v úvahu dvojí cena. Rozděluje se na tzv. vysoký a nízký tarif, kde denní výměra těchto tarifů je 2 hodiny vysoký a 22 hodin nízký tarif. Pro vypočítání procentuálního podílu vysokého a nízkého tarifu je použito trojčlenky, z které vychází, že 91,67% je zastoupení nízkého tarifu a 8,33% je tarif vysoký.

$$\text{Spotřeba pro nízký tarif} = 2200 \times 0,9167 = 2026,74 \text{ kWh}$$

$$\text{Cena za nízký tarif} = 2026,74 \times 2,407 = 4878,36 \text{ Kč}$$

$$\text{Spotřeba pro vysoký tarif} = 2200 \times 0,833 = 183,26 \text{ kWh}$$

$$\text{Ceny za vysoký tarif} = 183,26 \times 2,91 = 533,29 \text{ Kč}$$

$$\text{Cena za roční paušál jističe} = 12 \times 408 = 4896 \text{ Kč}$$

$$\text{Úspora tarifů} = 11\,226 \text{ Kč} - 10\,307,65 \text{ Kč} = 918,35 \text{ Kč}$$

Při porovnání sazeb D02d a D56d je zjištěno, že pořízením tepelného čerpadla lze dosáhnout úspory za el. energii ve výši **918,35 Kč / rok**.

## 4.6 Návratnost

Jednoduchou návratností lze určit po jaké době se investice vložené do pořízení vybraného topného systému vrátí a začnou "vydělávat". Jednoduchá návratnost se vypočítá podílem investované částky k celkové úspoře oproti systému s plynovým kotlem.

### **Hodnoty používané při výpočtech:**

Cena plynového kotle: 90144 Kč

Cena TČ a SP: 511302 Kč

Cena TČ bez SP: 442780 Kč

Výše dotace pro kompletní systém: 145000 Kč

Výše dotace jen pro TČ: 90000 Kč

Provozní náklady kotle 33259 Kč

Provozní náklady TČ a SP: 15479,28 Kč

Náklady el. energie při tarifu D02d : 11226 Kč

Náklady el. energie při tarifu D56d : 10307,65 Kč

Při počítání návratnosti lze zahrnout více faktorů, které ovlivní výslednou dobu vrácení investice. V následujících příkladech jsou popsány možnosti kompletního systému, systému bez solární části, kompletního systému s uznáním dotace, systému bez solární části bez uznání dotace a v neposlední řadě také výpočty s akceptací cen elektrické energie.

Následující výpočet ukazuje rozdíly nákladů při pořízení dvou topných systémů. První systém je kompletní pro vybraný dům a druhý je zastoupen plynovým kotlem.

### **Výpočet rozdílů nákladů na pořízení kompletního topného systému**

Rozdíl bez uznání dotace =  $511302 - 90144 = 421158$  Kč

Při uznání dotace =  $511302 - 90144 - 145000 = 276158$  Kč

Čisté náklady na pořízení tedy činí 421158 Kč bez dotace a 276158 Kč při uznání dotace.

Porovnání vybraného topného systému TČ a SP se systémem, kde by bylo zastoupeno jen TČ bez solární části popisuje následující příklad.

### **Výpočet rozdílů nákladů na pořízení systému bez solární části**

Rozdíl bez uznání dotace =  $442780 - 90144 = 352638$  Kč

Při uznání dotace =  $442780 - 90144 - 90000 = 262638$  Kč

Pro výpočet návratnosti, je třeba znát i rozdíl provozních nákladů vybraných zařízení. Porovnán je opět vybraný topný systém a plynový kotel. V prvním příkladu je vypočítán rozdíl kompletního topného systému a druhý příklad poukazuje jen na použití TČ.

### **Výpočet rozdílů nákladů na provoz**

Úspory při provozu kompletního systému oproti plynovému kotli =

=  $33259 - 15479,28 = 17779,72$  Kč

Úspory při provozu bez solární části oproti plynovému kotli =

=  $33259 - 19182 = 14077$  Kč

Z výsledků je patrné, že vyšších úspor dosahuje kombinace TČ a SP, než jen použití samotného TČ.

Faktorem ovlivňujícím výslednou dobu návratnosti je i cena elektrické energie. Zakomponováním cen elektrické energie do hodnoty nákladů na provoz, částka klesne a tím ovlivní dobu návratnosti.

### **Výpočty úspor se zahrnutím cen za el. energii pro provoz domácnosti**

Náklady na provoz topného zařízení + připočítání spotřeby el. energie pro dům =

=  $(33259 + 11226) - (15479,28 + 10307,65) = 44485 - 25786,93 = 18698,07$  Kč

Celkové úspory při akceptaci elektrické energie jsou o 918 Kč vyšší. Při životnosti zařízení je tedy ušetřeno 36734 Kč.

Následující výpočty ukazují hodnoty celkové návratnosti při použití kompletního systému bez akceptací el. energie, systému s TČ bez akceptace el. energie a výslednou návratnost při akceptaci el. energie i využitých dotací.

#### **Návratnost kompletního systému bez akceptace cen el. energie**

Bez uznání dotace =  $421158 : 17779,72 = 23,69$  let

Při uznání dotace =  $276158 : 17779,72 = 15,53$  let

Bez uznání dotací a cen el. energie dosahuje návratnost doby téměř 24 let, což při uvedené době životnosti zařízení poukazuje na fakt, že pořízení systému je prodělečné. Při uznání dotace je doba 15,5 roku.

#### **Návratnost systému bez solární části a bez akceptace cen el. energie**

Bez uznání dotace =  $352638 : 14077 = 25,05$  let

Při uznání dotace =  $262638 : 14077 = 18,65$  let

Návratnost bez solární části, dotací a bez akceptace cen el. energie dostahuje bez dotace návratnosti přes 25 let. I přes nižší investiční náklady než u kompletního systému, je tedy životnost delší a pořízení takového systému je opět prodělečné. I při uznání dotace je dosahováno návratnosti téměř 19 let. Tato hodnota opět není akceptovatelná.

#### **Návratnost kompletního systému s akceptací cen. el energie**

$421158 : 18698,07 = 22,52$  let (bez dotace)

$276158 : 18698,07 = 14,77$  let (s dotací)

Snížením nákladů o ceny elektrické energie je redukována celková doba návratnosti přibližně o 3/4 roku. Snížená doba návratnosti ušetří výslednou částku ve výši 14023 Kč, za dobu životnosti systému

#### **Návratnost systému bez solární části s akceptací cen el. energie**

$352638 : (14077 + 918,35) = 23,51$  let (bez dotace)

$262638 : (14077 + 918,35) = 17,51$  let (s dotací)

Návratnost systému bez solární části s akceptací cen el. energie ukazuje vyšší hodnoty, než u kompletního systému. Opět je tedy zřejmé, že lépe vychází pořízení kompletního systému.

### **Výsledné porovnání návratností s uznáním dotací a el. energie**

Kompletní systém = 14,77 let

Systém bez solární části = 17,51 let

Výsledným porovnáním návratností při uznání dotací a cen elektrické energie, je dosaženo výsledku 14,77 let. Tzn, že přibližně pět a čtvrt roku topný systém bude vydělávat peníze uživateli. Při všech výpočtech, kde nebyla uvedena v systému solární část, je dosahováno horších výsledků, než u kompletního systému. Z toho vyplývá, že se i při vyšších investičních nákladech vyplatí pořídit solární část.

## **4.7 Rentabilita**

Rentabilita ukazuje schopnost dosahovat výnosů. V případě topného systému s TČ a SP rentabilita ukazuje do jaké míry se vůbec vyplatí tuto kombinaci pořídit. Konkrétně v této práci jsou výnosy, vlastně úspory za provoz oproti plynovému kotlí. Při výpočtu rentability je třeba brát v potaz životnost celého topného systému, která je u tepelného čerpadla i solárních panelů 20 let. Na systém plošných kolektorů se uvádí doba 30 let.

V následujícím výpočtu rentability je brána v úvahu nejkratší životnost z vybraných zařízení, tedy 20 let. Při výpočtu není zahrnut potenciální růst za energie v následujících letech, a také je ignorováno případné zlevnění technologií.



#### **4.7.1 Výpočet rentability při uznání dotací a použití současných hodnot cen energií a cen za pořízení:**

##### **Hodnoty pro výpočet s akceptací dotace:**

Výnosy: 18698,07 Kč

Životnost vybraných zařízení: 20 let

Náklady na pořízení kompletního systému: 366302 Kč

$$\text{Rentabilita} = \frac{18689,07 \times 20}{366302} = 1,0204$$

$$\text{Rentabilita} = \frac{18689,07 \times 20}{366302} \cdot 100 = 102,04 \%$$

$$\text{Finanční rozdíl} = 373781,4 - 366302 = 7479,4 \text{ Kč}$$

Výsledek výpočtu je hodnota o málo větší než jedna. V procentuálním vyjádření jsou to 2,04 %. Tzn. že pořízení topného systému TČ a SP ve vzájemné kombinaci je rentabilní. Zisk vytvořený pořízením této topné soustavy činí 7479,4 Kč. V případě, že by ceny energií v budoucnu vrostly, rentabilita by byla ovlivněna a pravděpodobně by se dostala nad hodnotu citelně větší než je 1.

#### **4.7.2 Výpočet rentabilit ostatních uvedených zdrojů tepla a jejich zařízení.**

Pro porovnání jsou dále uvedeny výpočty rentabilit dalších uvedených zdrojů tepla. Srovnání ukazuje na to, jak rentabilní je pořízení vybraného topného systému TČ a SP oproti uvedeným ostatním zdrojům tepla.

### Úspory TČ oproti daným zdrojům tepla:

Hnědé uhlí: 5710,72 Kč

Černé uhlí: 11873,72 Kč

Koks: 20614,72 Kč

Brikety: 10998,72 Kč

Dřevěné pelety: 6159,72 Kč

Štěpka: - 4702 Kč

Rostlinné pelety: 2871,72 Kč

Elektřina akumulace: 29762,72 Kč

Elektřina přímotop: 40085,72 Kč

Obilí: - 3547 Kč

Lehký topný olej: 20352,72 Kč

Centr. zásobování teplem: 13581,72 Kč

Dřevo: 4355,72 Kč

Životnost TČ: 20 let

Náklady na pořízení TČ: 366302 Kč

**Tabulka 11 - Rentability ostatních zdrojů tepla**

<b>Hnědé uhlí:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{5710,72 \times 20}{366302} = 0,311$	<b>Koks:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{20614,72 \times 20}{366302} = 1,125$
<b>Černé uhlí:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{11873,72 \times 20}{366302} = 0,648$	<b>Brikety:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{10998,72 \times 20}{366302} = 0,6$
<b>Dřevo:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{4355,72 \times 20}{366302} = 0,237$	<b>Rostlinné pelety:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{2871,72 \times 20}{366302} = 0,156$
<b>Elektřina akumulace:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{29762,72 \times 20}{366302} = 1,625$	<b>Lehký topný olej:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{20352,72 \times 20}{366302} = 1,11$
<b>Elektřina přímotop:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{40085,72 \times 20}{366302} = 2,189$	<b>Centrální zásobování teplem:</b> $\text{Rentabilita} = \frac{13581,72 \times 20}{366302} = 0,741$

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: tabulka 7 a 8

Výsledky rentabilit uvezených zdrojů tepla ukazují na fakt, že systém tepelného čerpadla a solárních panelů je rentabilnější než v případě použití plynu, koksu, oběma typům elektřiny a LTO. V ostatních případech dosahovala hodnota rentability v rozmezí od 0,156 do 0,741. Ani v jednom z případů nízké rentability se tedy nevyplatí pořizovat

system tepelného čerpadla i přes všechny jeho klady. Investiční náklady v porovnaní s uvedenými zdroji tepla jsou mnohem vyšší, než suma, kterou lze ušetřit.

Specifickými položkami jsou Štěpka a Obilí u kterých vycházejí hodnoty pro rentabilitu záporné. U obou případů jsou pořizovací investice a provozní náklady menší než u tepelného čerpadla, což znamená že systém s TČ je prodělečný. Následující výpočty ukazují jak vysoká je prodělaná částka.

#### **Tabulka 12 - Rentability ostatních zdrojů tepla**

Štěpka: <b>Ztráta</b> = $4702 \times 20 = 94040Kč$	Obilí: <b>Ztráta</b> = $3547 \times 20 = 70940Kč$
---	--

Zdroj: tabulka vlastní tvorba, data: tabulka 7 a 8

## 5 Závěr

Závěry bakalářské práce poukazují na v praxi běžnou kombinaci tepelného čerpadla a solárních panelů. Z technického hlediska není žádný důvod, proč by při použití správného příslušenství a přístrojů neměla být realizace uskutečněna. Finační náročnost topného systému je však rozdílná. Při celkových nákladech na pořízení v hodnotě přesahující půl milionu Kč, většina potenciálních uživatelů zvolí levnější zařízení z pohledu pořizovací ceny.

Vybraná zařízení mohou být vzájemně zapojena do jednoho systému. U výběru mezi hlubinnými vrty a plošným zemním kolektorem je hlavním faktorem cena. Tedy při uvážení možnosti pozemku a nižším nákladům na vybudování jsou jako primární zdroj energie uvedené plošné zemní kolektory. Připojení solárních panelů do systému, je pouze za účelem předeřevu teplé vody.

Z finančního hlediska bylo v práci porovnáváno pořízení a provoz topného systému k ostatním zdrojům tepla. Konkrétní srovnání je provedeno s plynovým kotlem a kotlem na tuhá paliva. Pořízení topného systému s TČ vyjde několika násobně draž, než pořízení jednoho z kotlů. Ke snížení investičních nákladů topného systému je použito dotačního programu Zelená úsporám ve výši 145 000 Kč. Díky této částce se náklady sníží přibližně o jednu třetinu. Důležitou zjištěnou hodnotou je i samotný provoz topného systému, který vychází přibližně o jednu polovinu méně než je tomu u kotle na plyn. Při pořízení tepelného čerpadla je ušetřeno i za el. energii pro ostatní potřeby domu. Díky změněné sazbě pro tepelné čerpadlo je výše úspor za el. energii 918,35 Kč. Tato suma ovlivní návratost systému i když jen nepatrně.

Návratnost celého topného systému bez dotačního bonusu dosahuje hodnoty přes 23 let, což při uvážení životnosti systému 20 let je neperspektivní a prodělečné. Při uplatnění dotací ve výši 145 000 Kč se návratost sníží až na 15,5 roku, což je přijatelnější, ale stále je návratost příliš vysoká. Vliv cen el. energie sníží finální návratnost na konečnou hodnotu 14,77 let.

Zajímavým zjištěním je i fakt, že se více vyplatí pořídit kompletní systém tepelného čerpadla a solárních panelů než jen systém samotného tepelného čerpadla, kdy rozdíl v návratnosti sestav činí přibližně tři roky.

Výpočtem rentability při předpokládané životnosti systému 20 let a neměnných cenách za energii či samotných přístrojů je dosaženo hodnoty 1,0204. Z této hodnoty lze vyčíst, že i při uznání všech dotací je systém téměř vyrovnaný spíše, ale nakloněný celkové ziskovosti topného systému. Tato hodnota se však může důsledkem růstu cen za energii změnit k lepšímu.

Celkové hodnocení topného systému tepelného čerpadla v kombinaci se solárními panely poukazuje na to, že užitek z pořízení dosahuje velmi nízkých kladných hodnot, proto, aby byl běžně používán. Z hlediska finanční náročnosti se projekt vyplatí jen při uznání dotace. V opačném případě návratnost daleko přesahuje životnost samotných přístrojů a je tedy prodělečný.

## 6 Zdroje

### Knižní zdroje:

1. DAHLSVEEN, Trond. *Energetický audit budov*. 1 vydání. Bratislava : Jaga group, 2008. 166 s. ISBN 978-80-8076-063-2.
2. DUFKA, Jaroslav. *Vytápění domů a bytů*. 2 vydání. Praha : Grada publishing, s. r. o., 2004. 99 s. ISBN 80-247-0642-3.
3. DVOŘÁK, Zdeněk; KLAZAR, Luděk; PETRÁK, Jiří. *Tepelná čerpadla*. 1 vydání. Praha : SNTL, 1987. 340 s. ISBN 978-80-8076-063-2.
4. KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. 1 vydání. Praha : Grada publishing, s. r. o., 2009. 112 s. ISBN 978-80-247-2720-2.
5. MURTINGER, Karel; TRUXA, Jan. *Solární energie pro váš dům*. 2 vydání. Brno : ERA group, spol. s r. o., 2006. 96 s. ISBN 80-7366-076-8.
6. MITTERMAIR, Franz; SAUER, Werner; WEIBE, Gerhard. *Zařízení se slunečními kolektory*. 1 vydání. Ostrava : HEL, 1995. 92 s. ISBN 80-86167-02-X.
7. REMMERS, Karl-Heinz. *Velká solární zařízení*. 1 vydání. Brno : ERA group, spol. s r. o., 2007. 315 s. ISBN 978-80-7366-110-6.
8. *Stavební tabulky TZB*. 2 vydání. Brno : ART - Projekt, s. r. o., 2007. 301 s. ISBN 978-80-239-9965-5.

### Firemní materiály

9. *Projekční podklady: pro tepelná čerpadla Logatherm WPS/WPS K*. Praha: Buderus, s. r. o., 2008. 84 s.

### **Elektronické zdroje:**

10. Ministerstvo Práce a Obchodu [online]. 3.8.2009 [cit. 2010-08-23]. Solární kolektory v roce 2008. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo.cz/dokument64035.html>>.

11. HOŘEJŠÍ, Miroslav. *Tzb-info* [online]. 16.4.2002 [cit. 2010-08-23]. Tepelná čerpadla pro každého. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/953-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-i>>.

12. HOŘEJŠÍ, Miroslav. *Tzb-info* [online]. 19.4.2002 [cit. 2010-08-23]. Tepelná čerpadla pro každého. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>>.

13. HOŘEJŠÍ, Miroslav. *Tzb-info* [online]. 29.4.2002 [cit. 2010-08-23]. Tepelná čerpadla pro každého. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/969-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-iii>>.

14. *Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva - TZB-info* [online]. 1.1.2010 [cit. 2011-12-29]. TZB-info. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapeni-podle-druhu-paliva>>.

15. *Zelenausporam.cz/sekce/501/na-co-je-mozne-zadat/* [online]. 2009 [cit. 2011-12-29]. *Www.zelenausporam.cz*. Dostupné z WWW: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/501/na-co-je-mozne-zadat/>>.

16. *Www.buderus.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-12-28]. Produkty: Buderus – kondenzační kotle, tepelná čerpadla a solární panely. Dostupné z WWW: <<http://www.buderus.cz/produkty/>>.

17. *Www.gerotop.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-12-28]. Gerotop - Komponenty pro TČ. Dostupné z WWW: <<http://gerotop.cz/cz/produkty/komponenty-pro-tepelna-cerpadla/>>.

### **Odborné časopisy:**

18. Go geothermal. *Old-House Journal*. September/october 2004, 5, s. 82. ISSN 0094-0178.

## 7 Přílohy

### Seznam příloh:

- Příloha 1. Tepelné čerpadlo Logatherm WPS 9
- Příloha 2. Deskové solární panely Logasol SKN 3.0
- Příloha 3. Akumulační zásobník TV Logalux RAK 3
- Příloha 4. Projektová dokumentace
- Příloha 5. Technický list programu T\*SOL Pro 4.4

## Příloha 1. Tepelné čerpadlo Logatherm WPS 9

### Technická data Logatherm WPS/WPS K

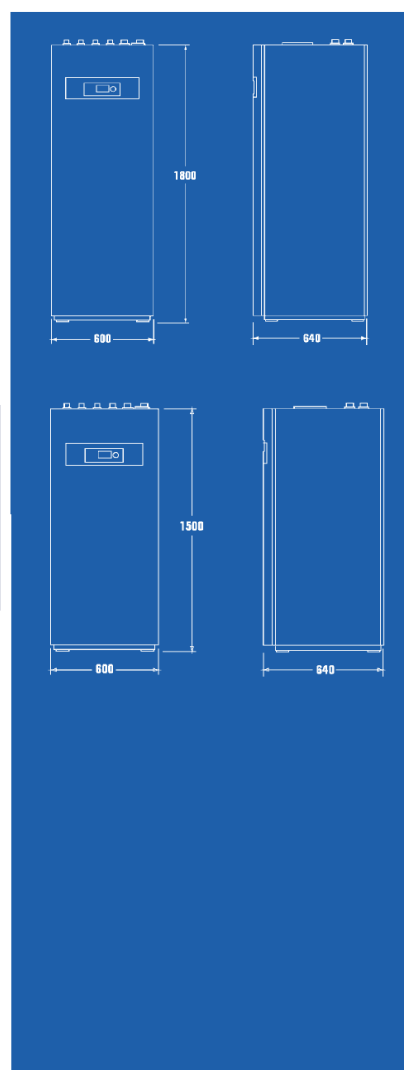


Logatherm WPS K	WPS 6K	WPS 7K	WPS 9K	WPS 11K
Tepelný výkon/COP (B0/W35)	5,9/4,5	7,3/4,6	9,1/4,6	10,9/5,0
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)				
Tepelný výkon/COP (B0/W50)	5,5/3,2	7,0/3,3	9,4/3,2	10,1/3,5
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)				
Maximální teplota (°C)	65	65	65	65
Jmenovitý průtok solanky (l/s)	0,2	0,25	0,31	0,37
Max. průtok otopné vody (l/min)	12	12	12	12
Obsah zásobníku (l)	185	185	185	185
Rozměry V x Š x H (cm)	180 x 60 x 64	180 x 60 x 64	180 x 60 x 64	180 x 60 x 64
Hmotnost bez obalu (kg)	213	217	229	236



Logatherm WPS	WPS 6	WPS 7	WPS 9
Tepelný výkon/COP (B0/W35)	5,9/4,5	7,3/4,6	9,1/4,6
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)			
Tepelný výkon/COP (B0/W50)	5,5/3,2	7,0/3,3	9,4/3,2
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)			
Maximální teplota (°C)	65	65	65
Jmenovitý průtok solanky (l/s)	0,2	0,25	0,31
Rozměry V x Š x H (cm)	150 x 60 x 64	150 x 60 x 64	150 x 60 x 64
Hmotnost bez obalu (kg)	149	153	155

Logatherm WPS	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Tepelný výkon/COP (B0/W35)	10,9/5,0	14,4/4,7	16,8/4,6
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)			
Tepelný výkon/COP (B0/W50)	10,1/3,5	14/3,4	16,3/3,3
Podle DIN EN 255 <sup>1</sup> (kW)			
Maximální teplota (°C)	65	65	65
Jmenovitý průtok solanky (l/s)	0,37	0,58	0,57
Rozměry V x Š x H (cm)	150 x 60 x 64	150 x 60 x 64	150 x 60 x 64
Hmotnost bez obalu (kg)	164	181	197





## Příloha 2. Deskové solární panely Logasol SKN 3.0

### Solární kolektory **Logasol SKN 3.0**

#### Spolehlivě vysoké využití energie.

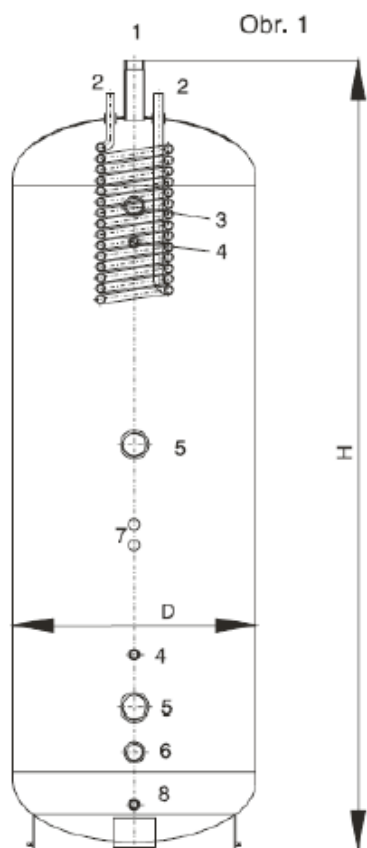
Deskové atmosférické solární kolektory Logasol SKN 3.0 jsou vhodné pro celoroční provoz. Rám kolektoru je z kompozitních materiálů s nízkou hmotností, odolávající korozi a povětrnostním vlivům, s vysokou mechanickou pevností. Kolektory jsou opatřeny tvrzeným bezpečnostním sklem s vysokou světelnou propustností. Měděný pásový absorbér je opatřen vysoce selektivním černě chromovaným povlakem, který se osvědčuje již více než 30 let. Snadná a rychlá montáž na střechu\*, do střechy nebo na plochou střechu. K dodání ve svislém\* nebo vodorovném provedení.

Kolektor Logasol SKN	3.0
Výška x šířka x hloubka [mm]	2070/1145/90
Plocha celk./plocha absorb. (m <sup>2</sup> )	2,37/2,23



Deskový kolektor  
**Logasol SKN 3.0**

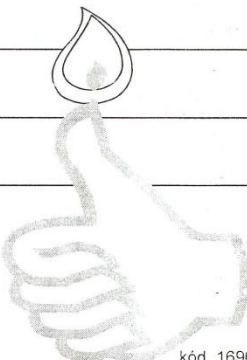
### Příloha 3. Akumulační zásobník TV Logalux RAK 3



1. Výstup teplé vody do topného okruhu  
(ke směšovacímu ventilu) G 1"
2. Ohřev TUV, vstup výstup trubka Cu 22 x 1
3. Vstup teplé vody nabíjecího okruhu  
(od kotle) G 5/4"
4. Teploměr G 1/2"
5. Instalace elektroohřevu G 2"
6. Výstup chladné vody nabíjecího okruhu  
(do kotle) G 5/4"
7. Vstup a výstup vody ze solár. okruhu trubka  
Cu 22 x 1
8. Výpustný otvor G 1/2"

## Příloha 4. Projektová dokumentace

<b>Projektová dokumentace</b>	
Zodpovědný projektant: Věra Váňová, Komenského 281, 257 41 Týnec nad Sázavou Organizační výpomoc: František Němeček, Herbenova 24, 102 00 Praha 10	
<b>A. Průvodní zpráva</b>	
<b>A.1. Stávající stav</b>	
Číslo zakázky	05VA - 23
Název akce	NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU p. Říšského
Investor	Říšský Jan
Objekt	282 01 Přistoupim ROZVODY UT parcela č.kat.377/8 282 01 Přistoupim
Spolupracoval	Němeček
Projektant	Váňová
Hip	
Datum	9.2.2005
Stup. projektu	DSP
Dodavatel stavby	
Charakter stavby	Instalace rozvodů UT.



kód 1696


  

<b>A.2. Seznam příloh</b>	
A. Průvodní zpráva	
B. Souhrnné technické řešení	
C. Technická zpráva	
D. Výkresová dokumentace	1 PŮDORYS ROZVODŮ

2A4 1:100

Dokumentace byla ověřena  
 ve stavebním řízení a je podkladem  
 pro provedení stavby podle stavebního  
 povolení č.j. 5719/05/4c ze dne 29. 6. 2005

Stavební úřad  
 Český Brod



*Páměnou*

Císlo paré	<b>3</b>
------------	----------

Zodpovědný projektant: Věra Váňová, Komenského 281, 257 41 Týnec nad Sázavou  
 Technická výpomoc: František Němeček, Herbenova 24, 102 00 Praha 10, tel.: 274862782, fax.: 274870061, mobil 608216127, e-mail f.nemecek@iol.cz

### A.3 Legislativa a vnější vztahy

#### A.3.1 Východní podklady

- podklady HIP
- stavební výkresy objektu
- ČSN 06 0210 - Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním topení
- ČSN 06 0830 - Zabezpečovací zařízení pro ústřední topení
- ČSN 06 0310 - Ústřední vytápění
- ČSN 73 0540 - Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov
- ČSN 73 0542 - Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov

#### A.3.2 Dělení podle činnosti

- technologická část
- stavební část
- kontrolní část

#### A.3.3 Dělení podle celků

- rozvod UT

### A.4 Údaje charakterizující stavbu

#### A.4.1 Časové údaje

- Vypracování PD ..... 2.2005

#### A.4.2 Celkové údaje

- provozní přetlak ..... 150,0 kPa
- venkovní vypočtová teplota ..... -12,0 °C
- denní střední teplota v nejméně chladnějším měsíci ..... -0,9 °C
- průměrná teplota v topném období pro  $t_m = 13^\circ\text{C}$  ..... +4,4 °C
- roční průměrná teplota vzduchu ..... +9,0 °C
- počet topných dnů ..... 216 dní
- Tepelné ztráty RD ..... 9,1 kW
- Předpokládaná roční spotřeba tepla RD pro vytápění ..... 60 GJ/rok
- Předpokládaná roční spotřeba paliva RD pro vytápění ..... 2100 m<sup>3</sup> ZP/rok

#### A.4.2.1 Plynové spotřebiče

- 1 ks plynový kotel TURBO 24 kW ..... spotřeba 2,8 kg/hod
- umístění ..... v kotelně

### B. Souhrnné technické řešení

#### B.1.1 Účel stavby

Nový rozvod UT umožní vytápění novostavby rodinného domu.

#### B.1.2 Staveniště

Veškeré stavební i instalační materiály budou uloženy v areálu objektu, nedojde k omezení provozu na přilehlé komunikaci.

#### B.1.3 Životní prostředí

Použitím zemního plynu jako paliva se životní prostředí vylepšuje; Zařízení na zemní plyn představuje uzavřený systém, u něhož za daného provozu nevznikají žádné škodlivé emise. Plyné emise vznikají pouze při odvodušňování potrubí. Jejich množství je však malé.

### C. Technická zpráva

#### C.1 Stávající stav

Novostavba RD je předmětem instalace UT, v jejímž rámci dojde k instalaci nového rozvodu UT napojeného na nový plynový kotel, který bude pro dům zajišťovat zároveň ohřev TUV v nepřímě vytápěném zásobníkovém ohříváku TUV.

#### C.2 Hranice dodávky

Rozvod UT v RD je kompletní novou dodávkou.

#### C.3 Technické řešení - ústřední topení

Výpočet tepelných ztrát byl proveden podle ČSN 06 0210 pro výpočtovou venkovní teplotu  $T_{ae} = -12^\circ\text{C}$ ,  $T_{a^{(1)}} = 20^\circ\text{C}$ ,  $B = 8 \text{ Pa}^{0,67}$  krajina normální, poloha budovy nechráněná. Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí byly převzaty dle ČSN 73 0542. Přírážka na urychlení zátopu  $p_2 = 0,1$ . Pro tyto charakteristické vlastnosti jsou prováděny výpočty tepelných ztrát.

#### C.3.1 Stavební obalové konstrukce

Stavební konstrukce musí vyhovovat čs. normám řady ČSN 73 0540 : 2002 - Tepelná ochrana budov a související normy. Stavební konstrukce budou vykazovat požadované hodnoty součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí. Na základě těchto skutečností - dodržení hodnot daných pro výpočet, bude zařízení schopno plnit svoji funkci z hlediska dosažení vnitřních teplot a tepelné pohody, tj. zabezpečení vnitřního mikroklimatu místnosti daného objektu.

Součinitele U použitých konstrukcí - skutečné hodnoty

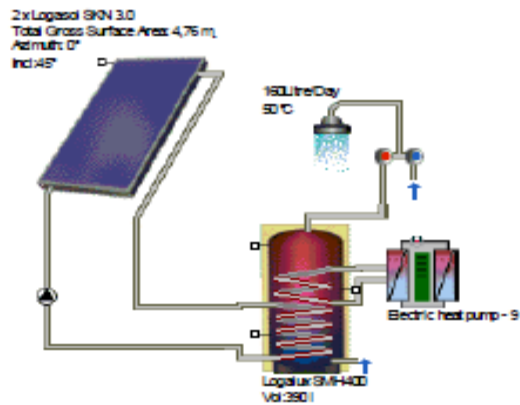
- Podlaha na zemině ..... 0,6 W/m<sup>2</sup>K
- Stěna obvodová; ..... 0,24 W/m<sup>2</sup>K
- Střecha s izolací ..... 0,23 W/m<sup>2</sup>K

odpovědný projektant: Věra Váňová, Komenského 281, Týnec nad Sázavou, 257 41  
technická výpomoc: František Němeček, Herbenova 24, Praha 10, 102 00, tel: 274862782, fax: 274870061, mobil 608216127

2 str.

## Příloha 5. Technický list programu T\*SOL Pro 4.4

Line 1: Please enter under Options  
 Line 2: Please enter under Options  
 RD\_Cesky\_Brod  
 Variant1



### Results of Annual Simulation

Installed Collector Power:	3,33 kW	
Collector Surface Area Irradiation:	5,43 MWh	1 203,61 kWh/m <sup>2</sup>
Energy Produced by Collectors:	2 092,15 kWh	463,69 kWh/m <sup>2</sup>
Energy Produced by Collector Loop:	1 820,24 kWh	403,42 kWh/m <sup>2</sup>
DHW Heating Energy Supply:	2719,95 kWh	
Solar Contribution to DHW:	1820,24 kWh	
Energy from Auxiliary Heating:	1316,78 kWh	

Electricity Savings:	642,2 kWh
CO <sub>2</sub> Emissions Avoided:	427,71 kg
DHW Solar Fraction:	58,0 %
Fractional Energy Savings (prEN 12976):	58,6 %
System Efficiency:	33,5 %

Line 1: Please enter under Options  
Line 2: Please enter under Options  
RD\_Cesky\_Brod  
Variant1

---

## Basic Data

---

### Climate File

Location:	Hradec Kralove
Weather Data Record:	"Hradec Kralove"
Global Radiation Annual Total:	1077,94 kWh
Latitude:	50,18 °
Longitude:	-15,83 °

### Domestic Hot Water


Average Daily Consumption:	160 l
Desired Temperature:	50 °C
Load Profile:	Detached House (evening max)
Cold Water Temperature:	February:8 °C / August:12 °C

---

## System Components

---

### Collector Loop

Manufacturer:	Buderus BBT Thermotechnik GmbH
Type:	 Logasol SKN 3.0
Number:	2,00
Total Gross Surface Area:	4,76 m <sup>2</sup>
Total Active Solar Surface Area:	4,512 m <sup>2</sup>
Inclination (Tilt Angle):	45 °
Azimuth:	0 °


### Bivalent (Twin Coil) DHW Tank


Manufacturer:	Buderus BBT Thermotechnik GmbH
Type:	Logalux SMH400
Volume:	390 l

### Auxiliary Heating

Manufacturer:	T*SOL Database
Type:	Electric heat pump - 9
Nominal Output:	9 kW

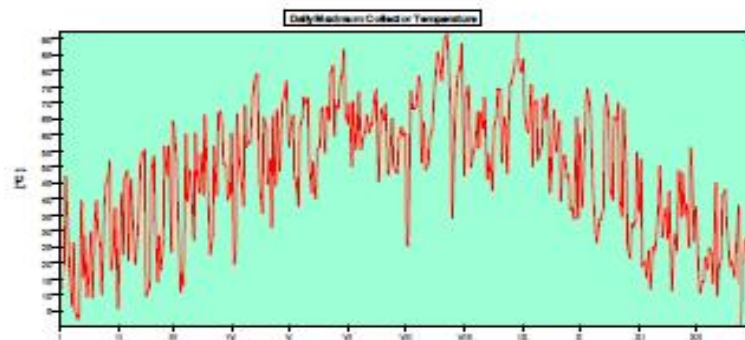
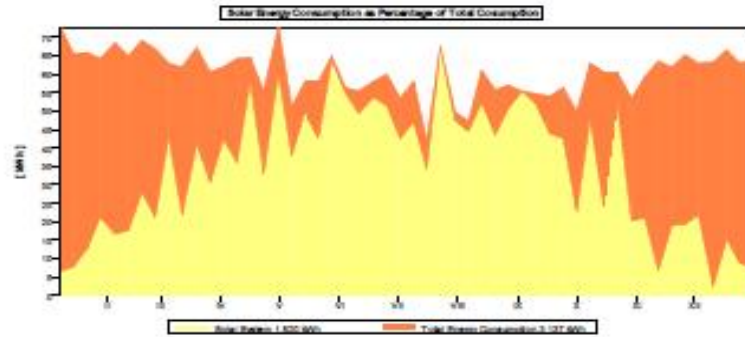
---

 Original T\*SOL Database

 With Test Report

 Solar Keymark

Line 1: Please enter under Options  
Line 2: Please enter under Options  
RD\_Cosky\_Brod  
Variant1



These calculations were carried out by T<sup>2</sup>SOL Pro 4.4 - the Simulation Programme for Solar Thermal Heating Systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 5 minutes. Actual yields can deviate from these values due to fluctuations in the weather, consumption and other factors. The Schematic System Diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.