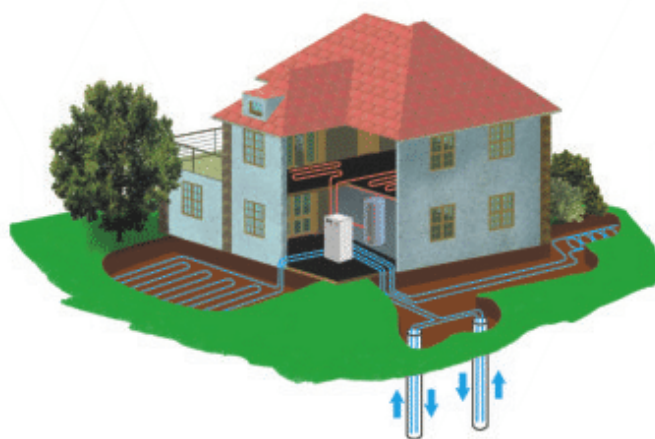




Využití a efektivnost tepelných čerpadel v klimatických podmínkách ČR



Česká energetická agentura 2006

Využití a efektivnost tepelných čerpadel v klimatických podmínkách ČR

Publikace je určena pro potřeby poradenských středisek EKIS a KEA, odborné pracovníky městských úřadů a pro vzdělávání studentů středních škol a širokou veřejnost.



Publikaci zpracovali: Doc. Ing. Karel Trnobranský, CSc.
Ing. Václav Kindl
Ing. Milan Hrdlička
Soňa Koudelková
(REA Kladno, s.r.o.)

Odborná korektura: Ing. Rostislav Kvarda

Tato publikace byla realizována z finančních prostředků poskytnutých ČEA a za finanční spoluúčasti společnosti REA Kladno, s.r.o.

Obsah

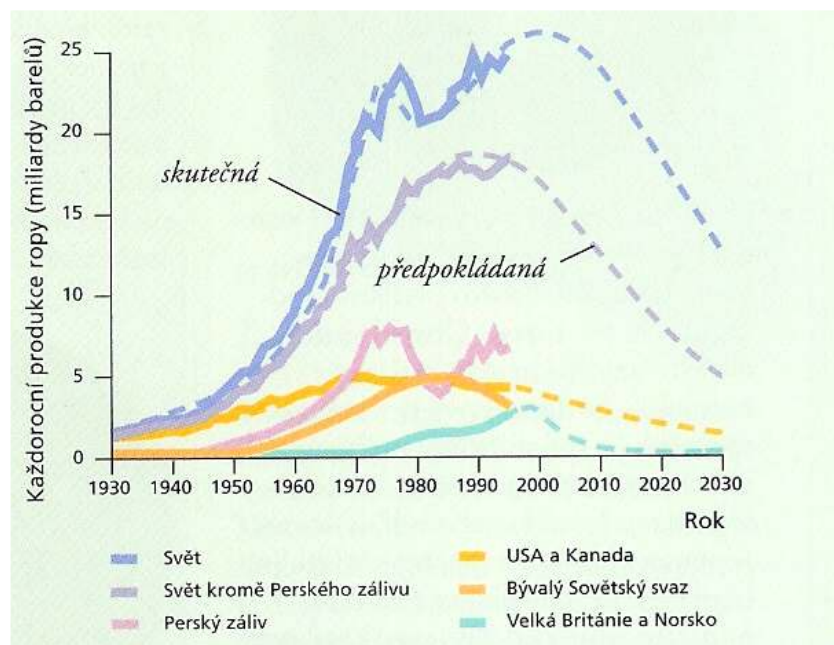
| | |
|---|----|
| 1. Úvod do problematiky | 4 |
| 2. Základní princip tepelného čerpadla..... | 12 |
| 2.1 Zdroje tepla pro tepelné čerpadlo | 12 |
| 2.2 Topný faktor tepelného čerpadla..... | 14 |
| 3. Klimatické podmínky v jednotlivých teplotových oblastech ČR..... | 19 |
| 3.1. Geografická poloha České republiky | 19 |
| 3.2. Podnebí České republiky | 20 |
| 4. Volba vhodného typu tepelného čerpadla s ohledem na klimatické podmínky a účel jejich použití | 24 |
| 5. Environmentální přínos použití tepelných čerpadel | 40 |
| 6. Měrné investiční náklady na realizaci a provoz různých typů tepelných čerpadel | 43 |
| 7. Výběr optimální varianty pro použití daného typu tepelného čerpadla a dané klimatické podmínky | 50 |
| 8. Dotační tituly vedoucí k rozvoji využití tepelných čerpadel v podmínkách ČR..... | 53 |
| 9. Současný stav využití tepelných čerpadel v ČR a porovnání v rámci EU | 67 |
| 10. Závěr | 78 |
| 11. Seznam některých vybraných realizovaných projek. TČ | 79 |
| 12. Přehled dodavatelů tepelných čerpadel v ČR | 87 |
| 13. Použitá literatura..... | 90 |

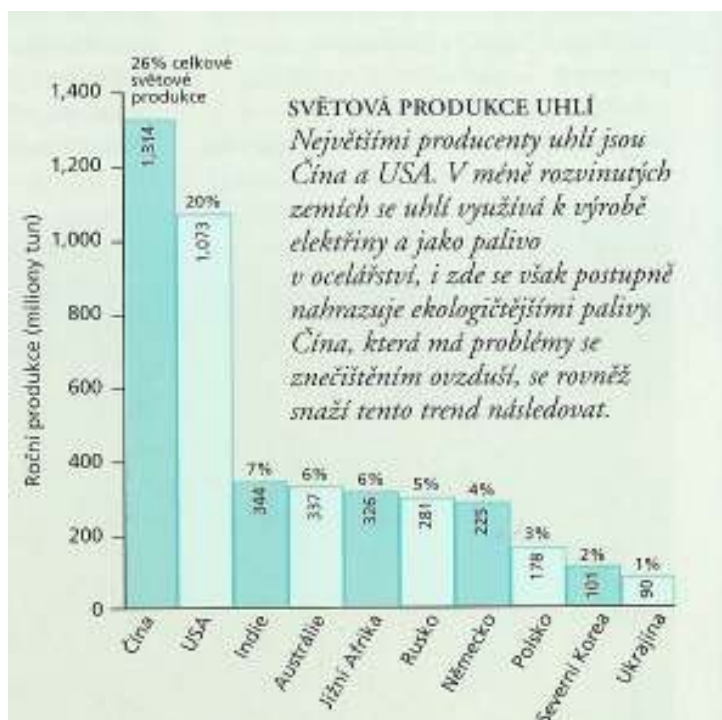
1. Úvod do problematiky

Vážení čtenáři tohoto produktu, omlouváme se Vám za poněkud rozsáhlejší úvod do problematiky než bývá v kraji zvykem, ale tematika obnovitelných a alternativních zdrojů si to plně zaslouhuje s ohledem na svůj význam.

Energie je opodstatněně považována za důležitou složku uspokojování základních potřeb společnosti. Je podmínkou hospodářského rozvoje a zvyšování životní úrovně lidstva. Historicky vzato byla energie pokládána za lacinou a hojně dostupnou. V nedávné době si však svět uvědomil, že zásoby fosilních paliv, zejména ropy nejsou nevyčerpatelné a že je na ně nutno nahlížet jako na zdroje ubývající. Současně se do povědomí celého světa dostal pojem „energetická krize“, a to se všemi jejími doprovodnými důsledky.

Energie je jednou z nejdůležitějších podmínek života. Bez energie by se celá naše civilizace (doprava, průmyslová výroba, obchodní činnost a potravinářský průmysl) zcela zastavila. Již od předhistorických dob lidská společnost spotřebovává stále větší množství energie. Především průmyslová éra zaznamenala velký přírůstek spotřeby energie. Vztah mezi rozvojem hospodářství a úrovní spotřeby energie se stal podstatnou součástí energetické politiky, která je pevně spojena s ekonomickou politikou a se všeobecným zvyšováním životní úrovně. I když mezi jednotlivými zeměmi existují rozdíly ve spotřebě energie na jednotku hrubého národního produktu, projevuje se relativně přímá závislost mezi hrubým národním produktem a spotřebou energie.



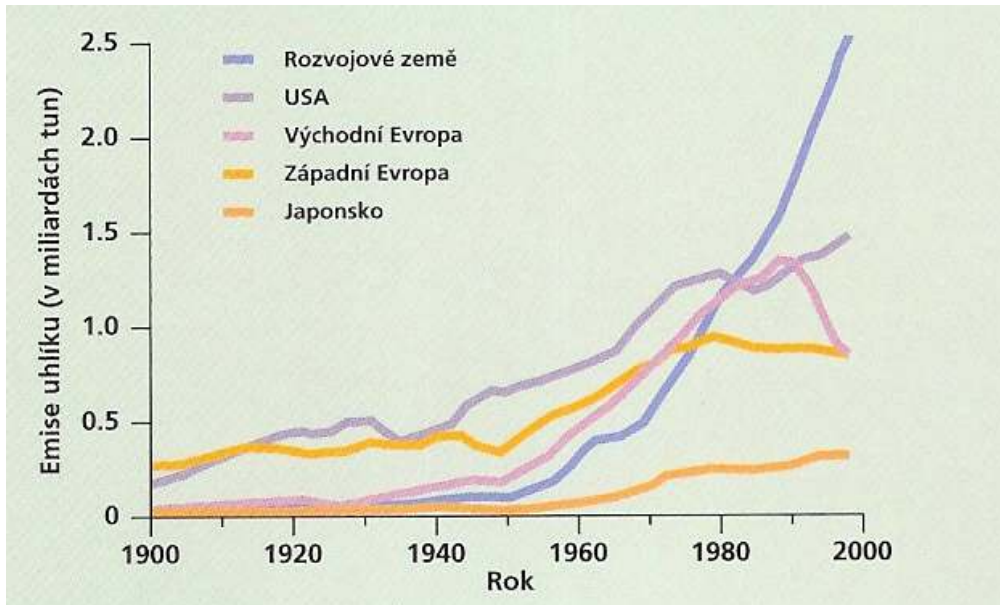


Zvyšující se celosvětová spotřeba energie byla kryta rozsáhlým využíváním fosilních paliv. V současnosti si však mnoho zemí uvědomilo, že neobnovitelné zdroje energie mají svoji omezenou kapacitu a že budoucí vývoj se neobejde bez alternativních energetických zdrojů.

V období let 1900 až 2000 vzrostla spotřeba energie na dvojnásobek. Statistiky uvádí, že převážná část spotřeby energie z fosilních paliv byla realizována za posledních čtyřicet let. S nárůstem spotřeby fosilních paliv narůstají i emise škodlivých látek do ovzduší včetně emise skleníkového plynu CO₂. Emise CO₂ představuje pro Zemi nebezpečí v důsledku oteplování (tání ledovců, úbytek obdělávané půdy, snižování počtu ledních medvědů a různé přírodní katastrofy). S ohledem na negativní vliv skleníkových plynů byl přijat v roce 1997 Kjótský protokol pro postupné snižování emisí skleníkových plynů (CO₂, CH₄, N₂O, fluorovaných uhlovodíků a fluoridu sírového). Pro možnost porovnání šetrnosti jednotlivých paliv s ohledem na emise CO₂ lze využít následující tabulku, která uvádí emise CO₂ v kg/ GJ ke vstupu spalovaného paliva.

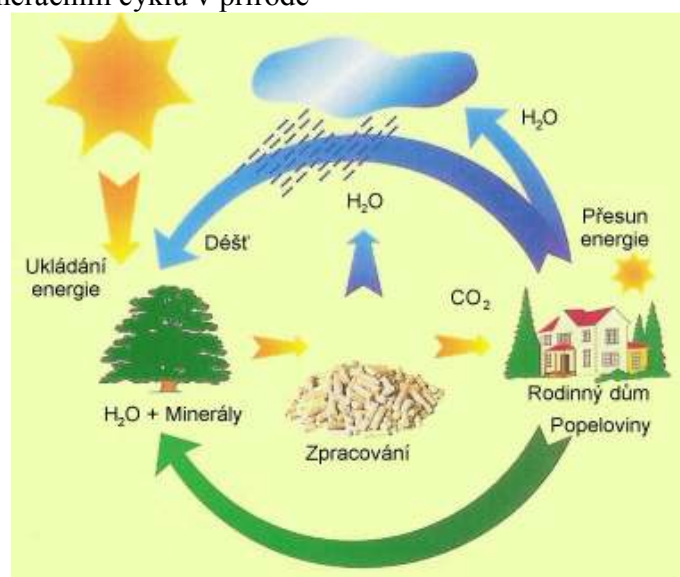
Emise CO₂ v kg/ GJ paliva vstupujícího do tepelného zdroje

| emise/palivo | dřevo | zemní plyn | PB | LTO | černé uhlí | hnědé uhlí | el.energie |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| výhřevnost | 9,6 MJ/kg | 34,05 MJ/m ³ | 45,5 MJ/kg | 41,8 MJ/kg | 25,8 MJ/kg | 17,0 MJ/kg | MWh = 3,6 GJ |
| emise CO ₂ kg/GJ | 0,0 | 55,6 | 58,1 | 72,2 | 80,0 | 117,0 | 215,1 |

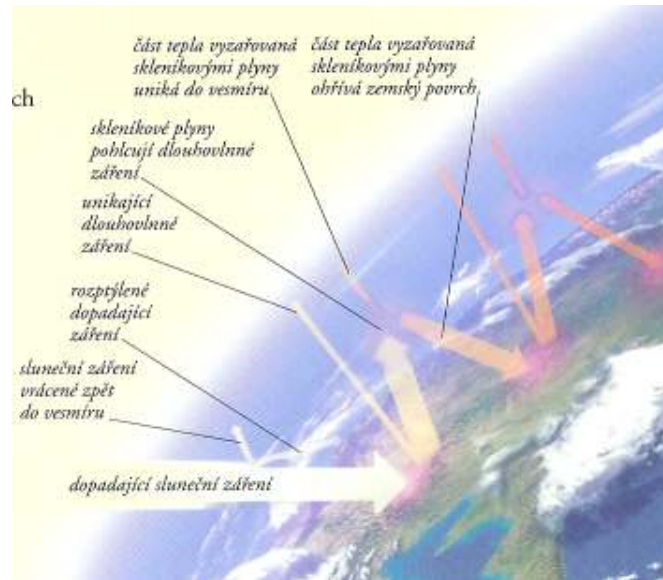


Ekologickým pevným palivem, které docílí zanedbatelnou koncentraci SO_2 ve spalinách a neutrální bilanci CO_2 je dřevní hmota. Je to dáno tím, že obsah síry je cca nulový a pro nárůst 1 tuny dřevní hmoty je spotřeba CO_2 v koloběhu přírody shodná s produkcí CO_2 při spálení 1 tuny dřevní hmoty. Spotřeba i produkce CO_2 představuje hodnotu cca 1,6 tuny CO_2 na 1 tunu dřevní hmoty. Neutrální bilanci CO_2 znázorňuje následující obrázek. Zvýšení energetického využití dřevní hmoty, která představuje obnovitelný zdroj energie, tak znatelným způsobem napomáhá ke snížení emise CO_2 .

Koloběh CO_2 v regeneračním cyklu v přírodě

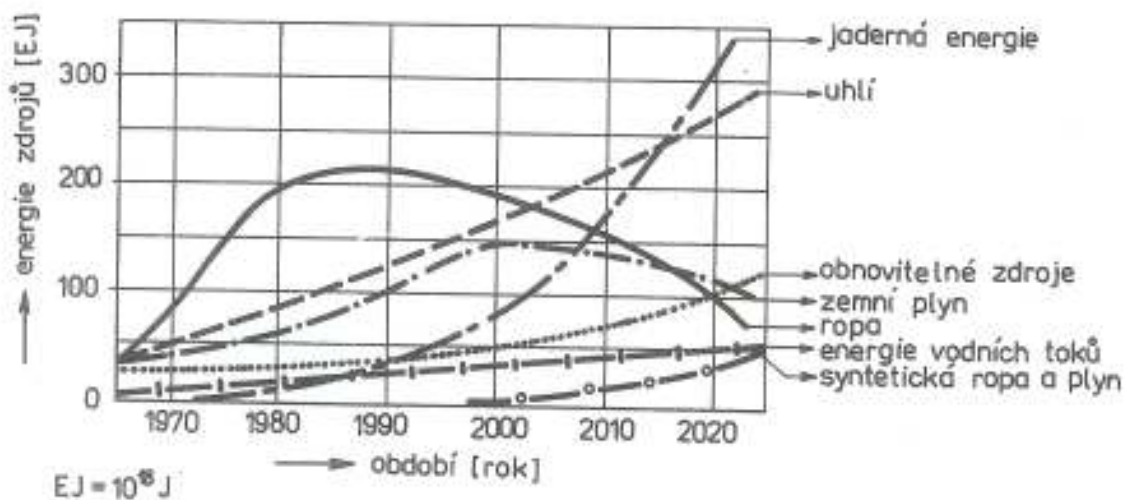


U zemního plynu a PB je emise CO₂ rovněž nižší než u dalších uváděných paliv a to vzhledem k tomu, že plynné palivo je převážně složeno z C_xH_y, kde je podíl vodíku spalován na H₂O. Naopak u elektrické energie je emise CO₂ nejvyšší v důsledku převážné výroby elektrické energie z hnědého uhlí při účinnosti její výroby cca 33 % .

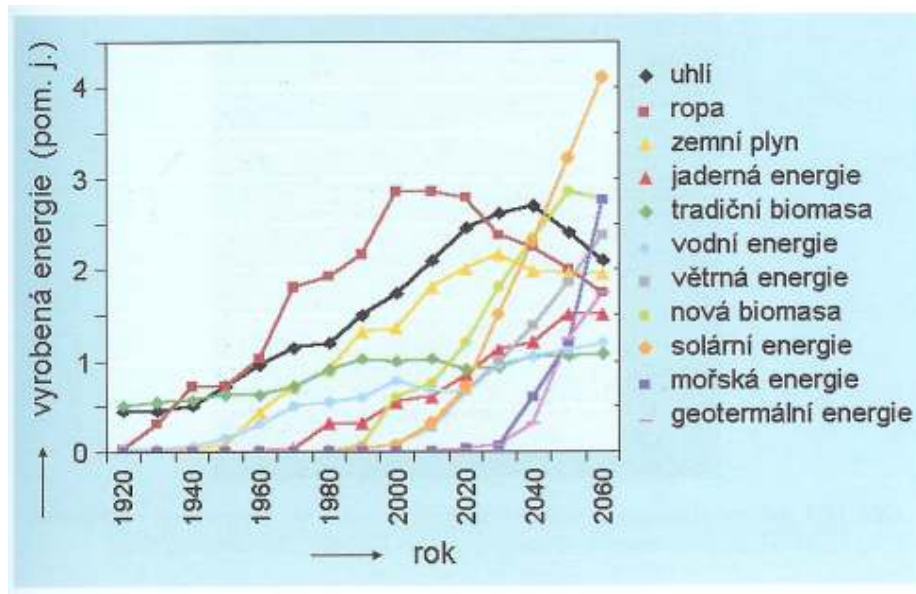


Vítaným trendem k hospodárnému využívání fosilních paliv a snižování jejich spotřeby jsou energetická opatření na snižování např. spotřeby tepla pro vytápění (zateplování objektů, využití termoregulačních systémů), snížení spotřeby elektrické energie dokonalejší osvětlovací technikou atd. Opatření tohoto směru snižují tempo nárůstu spotřeby energie a současně představují opatření ke snižování emisí.

Předpokládaný průběh světové produkce (spotřeby) zdrojů energie je patrný z následujícího grafu. Hodnota EJ (exajoule) = 10¹⁸ Joulů = 10⁹ GJ.



Z grafického průběhu je patrné, že v průběhu dalších let dojde k předpokládanému poklesu spotřeby zemního plynu a ropy. Naopak dojde k nárůstu ve využití energetických obnovitelných zdrojů, jaderné energetiky a využívání nových technologií v oblasti energetiky.



Z uvedeného grafu je patrné, že v příštích letech se předpokládá zvýšená výroba energie z obnovitelných zdrojů. **Obnovitelný zdroj** je definován jako zdroj energie, jehož energetický potenciál se obnovuje přírodními procesy. V podstatě se jedná o energetické využití:

- slunečního záření
- geotermální energie
- větrné energie
- vodní energie.

Návrat k vyššímu rozvoji využívání obnovitelných zdrojů energie je nezbytný s ohledem na udržitelný rozvoj lidské společnosti. Nejedná se proto o žádné moderní trendy v oblasti energetiky, ale o nezbytnost s ohledem na budoucnost lidstva.

Jaderná energetika představuje relativně nízké provozní náklady spojené s výrobou elektrické energie a nulové emise CO₂. Avšak vysoké jsou investiční náklady, což ovlivňuje dobu návratnosti. Rovněž je nutno brát v úvahu velký důraz na bezpečnost provozu jaderné elektrárny, likvidaci jaderného vyhořelého paliva a zabezpečení objektu proti možnosti teroristického útoku.

Obnovitelné zdroje energie jsou ve své podstatě spojeny se slunečním zářením. Sluneční energie dopadající na Zemi je podstatně vyšší, než je lidstvo schopno spotřebovat. Přitom lze z ekonomického pohledu konstatovat, že dopadající sluneční energie je zadarmo. Je nutno si však uvědomit, že využití slunečních kolektorů, větrných a vodních elektráren již však představuje mnohdy nemalé investiční prostředky. Po jejich výstavbě je však možno z nich dostávat lacinou energii.

Další přednost energetického využití obnovitelných zdrojů energie spočívá v tom, že se jedná o tuzemský zdroj energie, který poskytuje určitý stupeň nezávislosti na cizích zdrojích. Tato skutečnost je pak neocenitelná při vzniku energetických krizových situací. Například rodinný dům, který je osazen solárními fotovoltaickými články na výrobu elektrické energie, slunečními kolektory pro dodávku tepla a kotlem na dřevo, je v zásadě schopen při energeticky úsporném režimu přežít i když nic jiného nebude fungovat.

Z legislativního pohledu, dle zákona č. 458/2000Sb., jsou obnovitelnými zdroji energie:

- vodní energie do výkonu zdroje 10 MW
- sluneční energie
- větrná energie
- geotermální energie
- biomasa a bioplyn.

Sluneční energie dopadající na Zemi je akumulována v našem okolí (zemská kůra, jezera, moře, oceány) a je velkou zásobárnou energie, bohužel však o nízké teplotě (nízkopotenciální energie).

Zemská kůra je zdrojem energie, kterou dostává zemský povrch jednak z dopadajícího slunečního záření a jednak ze zemského jádra. Planeta Země je složené těleso tvořené třemi základními vrstvami: jádrem, pláštěm a kůrou. Hustota a teplota hornin v zemském tělese vzrůstají od povrchu směrem ke kovovému jádru. Jádro má pevný střed a roztavenou vrchní vrstvu. Tenká vnější slupka planety, zemská kůra sestává z různých hornin, z nichž některé jsou staré více než 4 miliardy let.

Vnitřní jádro je pevného skupenství a nachází se v hloubce pod povrchem 6370 – 4980 km. Teplota jádra je 4000 – 4700 °C.

Vnější jádro je kapalného skupenství o teplotě 3500 – 4000 °C a je v hloubce pod povrchem 4980 – 2900 km.

Spodní plášť je opět skupenství pevného a jeho teplota je v rozmezí 1000 – 3500 °C. Jedná se o hloubku pod vnějším povrchem 2900 – 600 km.

Svrchní plášť má skupenství pevné, leží v hloubce 600-25 km a teplota je menší než 1000 °C. Kontinentální kůra je pevná 0 – 70 km pod povrchem s teplotou pod 1000 °C. Jádro planety je žhavé, zahříváné teplem z rozpadu radioaktivních látek.

Ze všech nebeských těles má Slunce na Zemi prvořadý vliv a působí na ni v několika ohledech. Zejména to jsou pohyby Země a její orientace vůči Slunci, které určuje střídání dnů a nocí i ročních období. Většina pozemského života přímo či nepřímo závisí na energii přenášené slunečním světlem.

Slunce ohřívá atmosféru, oceány i pevniny a řídí globální klimatický systém. Zemi také nepřímo postihují koronární exploze, erupce a další výrazná sluneční aktivita. Slunce se rovněž podílí na přílivech a odlivech, které spolu s působením Měsíce vytvářejí čtyřtydenní změny v rozsahu slapů.

Slapová dmutí a vlny představují dva fenomény, které nelze v pobřežních oblastech přehlédnout a mohou mít významný vliv na vytváření břehů. Slapové jevy neboli dmutí moře jsou pravidelné vzestupy (přílivy) a poklesy (odlivy) hladiny moře, k nimž dochází ve všech oceánech. Nejzřetelnější jsou v blízkosti pobřeží, kde vyvolávají silné proudy a ovlivňují i organický život. Vlny vyvolané větrem jsou nástrojem erozí a akumulační činnosti.

Samo Slunce představuje koule horkých plynů o průměru cca $1,4 \cdot 10^6$ km. V jeho jádru se jadernými reakcemi mění vodík na helium. Těmito procesy se uvolňuje nesmírné množství energie, která se šíří zářením a prouděním, až dosáhne viditelného povrchu, tzv. fotosféry.

Periodické dmutí moří objasnil již I. Newton působením přitažlivosti Měsíce a Slunce, přičemž vliv Měsíce je 2,3 krát větší.

Na výšku přílivu má vliv i tvar pobřeží. Vysoké přílivy se tvoří tam, kde se voda tlačí do úzkých a dlouhých zálivů. Největší příliv je u Nového Skotska v Severní Americe, kde se dosahuje rozdílu výšky vodní hladiny 18 až 20 m. Jinak se v průměru běžně jedná o příliv v rozmezí 6 až 10 m.

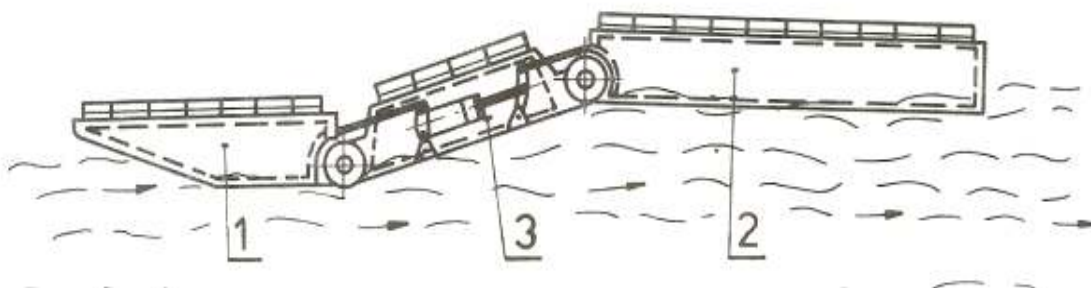
Nejstarší způsob využití přílivu byl realizován v přílivových mlýnech pocházejících ze 13. století, o čemž svědčí zachované památky na pobřeží Francie a Itálie.

První moderní přílivová elektrárna byla realizována ve Francii v Bretani u ústí řeky Rance. Příliv se zde pohybuje v rozsahu cca 8,4 m. Instalovaný elektrický výkon je 240 MW.

Existuje řada řešení vlnových elektráren, z nichž některé jsou umístěny na hladině - trojdílné pontony zakotvené ke dnu u kterých se pohyb vln přenáší na vodní motor spojený s alternátorem – viz následující obrázek. Jsou i vlnové elektrárny jako cisternové lodi, kde mořské vlny stlačují vzduch v komorách a ten pak pohání vzduchové turbíny s generátorem.

Jedna z takovýchto lodí (elektráren) byla postavena v Japonsku s celkovým elektrickým výkonem 200 kW. Tato plovoucí elektrárna plní i funkci vlnolamu před přístavem.

Plovoucí vlnová trámová elektrárna.



- 1 - přední nárazová část plovoucí elektrárny
- 2 - zadní stabilizační část
- 3 - střední část se strojovnou (vodní motor a alternátor)

Pro přenos tepla, hmoty a elektrické energie je však vždy nezbytný určitý *spád*.

Pro objasnění je nejlépe využít podobnost s vodním tokem. Aby se voda v řece dala do pohybu je nezbytný určitý výškový spád ΔH / m /. Teoretický výkon vodního toku, který je pak k využití je dán vztahem $E = \Delta H \cdot V$ / kW /, kde značí V /kg . s⁻¹ / hmotností průtok vody. Zcela obdobně lze tuto teorii použít pro přenos tepla $Q = \Delta t \cdot q$ / kW /, kde Δt / °C / je teplotový spád z vyšší teploty k nižší a q / kJ . s⁻¹ °C / je tepelný tok. Další aplikace platí pro přenos elektrické energie $S = \Delta U \cdot I \cdot \cos \varphi$ / kW /, kde ΔU / kV / je spád napětí v kilo voltech, I / A. / je protékající elektrický proud a $\cos \varphi$ představuje fázový posun.

Energie, která nás obklopuje (nizkopotenciální energie) však bohužel nesplňuje naše požadavky pro přímé praktické využití. Jedná se o to, že například pro přenos tepla je nezbytný teplotový spád z vyšší na nižší teplotu. Konkrétně při použití vody o teplotě 10 °C (z hlubinného vrtu) pro vytápění obytné místnosti na 20 °C se neobejdeme bez použití přídatného technického zařízení, kterým je tepelné čerpadlo. V elektrotechnice se neobejdeme bez transformátoru a u vody bez vodního čerpadla. Tato přídatná technická zařízení mají za účel zvýšit **energetický spád** (Δt , ΔU , ΔH) na takovou hodnotu, aby bylo možno realizovat využití nizkopotenciálního zdroje energie.

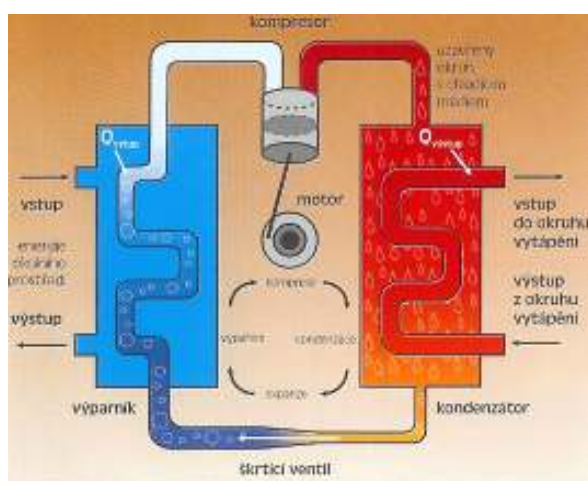
Autoři předkládaného díla si kladou za cíl seznámit Vás s možnostmi a perspektivami využití tepelných čerpadel v klimatických podmínkách ČR jak po stránce technické, environmentální tak i ekonomické, neboť otázku financování projektů nelze opominout s ohledem na jejich hlavní váhu.

Pokud se nám náš uvedený záměr podařil jsme rádi, že jsme rozšířili řady zastánců
Ve využití tepelných čerpadel a tím i obnovitelných zdrojů energie.

2. Základní princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je ve své podstatě technické zařízení, které pomocí výparníku odebírá teplo z nízopotenciálního zdroje. Odpařené chladivo je pak pomocí kompresoru stlačováno na vyšší tlak (při dodávání vnější energie na pohon kompresoru), čímž se zvýší i teplota páry z chladiva na projektovanou hodnotu. Pára pak předá tepelnou energii k dalšímu využití v kondenzátoru. Aby se jednalo o uzavřený pracovní cyklus je kondenzát chladiva, vycházejícího z kondenzátoru, veden přes redukční ventil, který musí snížit tlak chladiva na provozní hodnotu použitou ve výparníku.

Základní schéma tepelného čerpadla je patrné z následujícího obrázku.



Z popisu funkce tepelného čerpadla a uvedeného obrázku pak vyplývá, že v podstatě každý majitel chladničky je současně i majitelem tepelného čerpadla. V chladničce se při nižší teplotě odebírá teplo z chlazených potravin a předává se o vyšší teplotě do místnosti kondenzačním výměníkem, který je umístěn za zadní straně chladničky (černá mřížka).

2.1 Zdroje tepla pro tepelné čerpadlo

Jak již vyplynulo z úvodu do problematiky je možno využívat nízopotenciální energii z prostředí, které nás obklopuje, a to:

- z okolního vzduchu
- z půdy
- z povrchové vody
- z podzemní vody
- z odpadního tepla

Zdroj tepla z okolního vzduchu

Tento zdroj energie je nejdostupnější, neboť nás vždy obklopuje. Nevýhodou je, že teplota vzduchu se během roku mění to od cca + 30 °C do – 15 °C . Při použití tepelného čerpadla pro vytápění pak dochází k tomu, že při nízké venkovní teplotě je naopak vzrůstající požadavek na dodávku tepla.

Rovněž měrná specifická kapacita vzduchu je $c = 1,3 \text{ kJ/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ (1,0036 kJ/kg °C) je nižší než u vody, která má $c = 4,187 \text{ kJ/kg }^\circ\text{C}$. V důsledku to znamená, že pro přenos stejného množství tepla bude průtok vzduchovým výměníkem cca 4 x vyšší, než při odběru tepla z vody. Z toho vyplývá, že bude nutno použít výkonný vzduchový ventilátor, který může být zdrojem hluku. Proto je nutno pečlivě zvážit umístění výměníku, aby hluk neobtěžoval obyvatele domu ani sousedy.

Zdroj tepla z půdy

Pro odběr tepla z půdy se používá tepelný výměník z polyethylenového potrubí, který je naplněn nemrznoucí směsí. Tepelný výměník (půdní kolektor) se umísťuje poblíž objektu v nezámrazné hloubce. Výhodou tohoto systému je, že teplota půdy je od hloubky 1,5 m celoročně poměrně konstantní a to v rozmezí 7 až 12 °C.

Zdroj tepla z povrchové vody

Jedná se o využití tepla z řek, rybníků a jezer. Tepelný výměník je umístěn buď přímo ve vodě, nebo je zapuštěn do břehu tak, aby se zabránilo jeho zamrzání. Ochlazená voda, které se odebralo ve výměníku teplo, je vypouštěna zpět. Při použití tohoto systému je však nutno splnit i legislativní požadavky, kterými se stanoví mimo jiné přípustná změna teplot Δt (°C) mezi vstupem a výstupem vody z výměníku. Dodržování přípustné změny teploty je požadováno s ohledem na vodní faunu.

Zdroj tepla z podzemní vody

Při využití podzemní vody se jedná o vyvrtání dvou studní. Z jedné studny (sací) je voda vedena do výměníku tepelného čerpadla a po jejím ochlazení se voda vrací do druhé studny (vsakovací). Voda z vrtané studny představuje energetický zdroj o průměrné celoroční teplotě 10 °C. Podmínkou dobré funkce systému je vhodné geologické podloží studní, které umožní čerpání i vsakování vody. Dalším požadavkem je dostačující vydatnost vodního zdroje. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10 kW se požaduje vydatnost zdroje cca 20 l/min. Výhodou zdroje je opět poměrně stálá celoroční teplota obdobně jako u využití tepla z půdy.

Odpadní teplo jako zdroj

Jako příklad využití odpadního tepla , při provozu tepelného čerpadla, je možno uvést použití odváděného vzduchu z větracího systému. Teplota tohoto vzduchu je poměrně stálá a vysoká.

Jedná se o rozsah teplot 18 – 22 °C. Nevýhodou je však závislost výkonu tepelného čerpadla na množství vzduchu odváděného z větracího systému.

2.2 Topný faktor tepelného čerpadla

Obdobně jako u každého tepelné zdroje je hodnocena jeho tepelná účinnost dle vztahu:

$$\eta = \frac{Q_{\text{užitečná}}}{Q_{\text{dodaná}}} \cdot 100 \quad / \% /$$

kde značí $Q_{\text{užitečná}}$... energie na výstupu z tepelného čerpadla, která se využívá například pro vytápění / kWh / (odebíraná nízkopotenciální energie + energie dodaná kompresorem tepelného čerpadla)

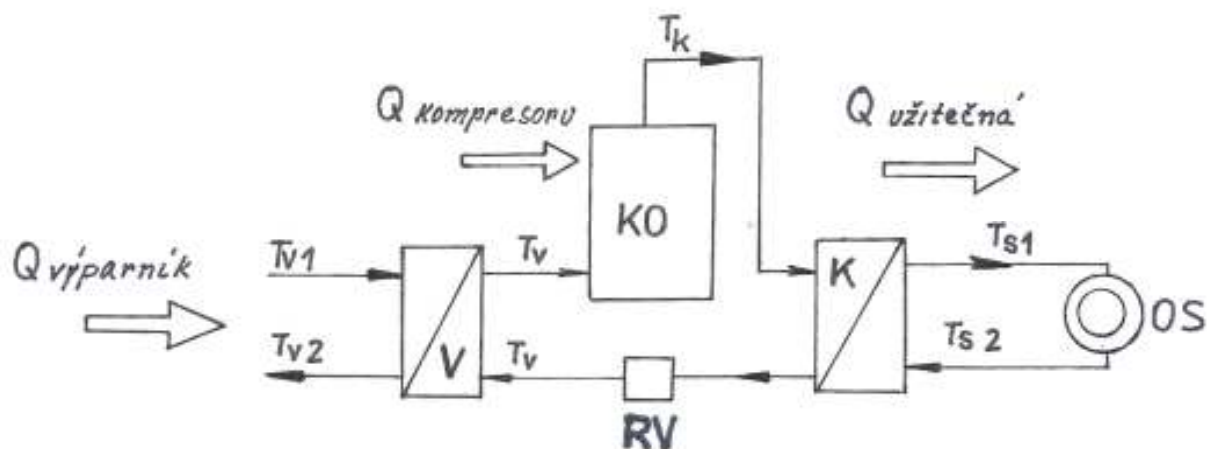
$Q_{\text{dodaná}}$... elektrická energie dodaná pro pohon tepelného čerpadla v / kWh /.

U kotlů je běžně tepelná účinnost menší než 100 % (mimo kotlů kondenzačních), neboť energie dodávaná v palivu je vyšší než energie na výstupu z kotle. U kotlů je největší tepelná ztráta tzv. citelným teplem spalin odcházejících do komína (komínová ztráta), která představuje cca 10 %.

U tepelného čerpadla je naopak tepelná účinnost, vypočtená dle výše uvedeného vztahu, větší než 100 %. Je to způsobeno tím, že užitečná energie je vyšší než energie dodaná na pohon kompresoru, protože jsme do tepelného čerpadla přivedli hodně energie i když o nízké teplotě. Z výše uvedených důvodů se u tepelných čerpadel zavedl místo tepelné účinnosti technický výraz **topný faktor** označovaný ϵ při plném zachování uvedeného výpočtového vztahu pro tepelnou účinnost.

Pro zpracování tepelné bilance tepelného čerpadla (TČ) vyjdeme z následujícího obrázku.

Bilanční schéma TČ



V - výparník, RV – redukční ventil, KO – kompresor, K - kondenzátor, OS - otopný systém

| | | |
|-------------------------|--|---------|
| $Q_{\text{výparník}}$ | teplo na vstupu do výparníku | / kWh / |
| T_{v1} | teplota media na vstupu do výparníku | / K / |
| T_{v2} | teplota media na výstupu z výparníku | / K / |
| T_v | teplota vypařování chladiva ve výparníku | / K / |
| $Q_{\text{kompresoru}}$ | spotřeba energie pro pohon kompresoru | / kWh / |
| T_k | kondenzační teplota chladiva | / K / |
| $Q_{\text{užitečné}}$ | teplo dodané do otopného systému | / kWh / |
| T_{s1} | teplota media na výstupu z kondenzátoru | / K / |
| T_{s2} | teplota media na vstupu do kondenzátoru | / K / |

Celková energie dodávaná do tepelného čerpadla je:

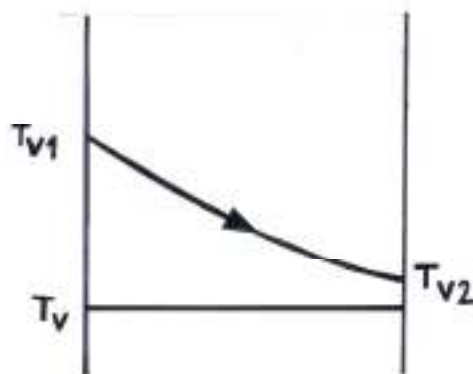
$$Q_{\text{výparník}} + Q_{\text{kompresor}} = Q_{\text{užitečná}} \quad / \text{kWh} /$$

Pro další bilancování vezmeme pro zjednodušení v úvahu TČ voda/voda. Bilance výparníku pak bude následující:

$$Q_{\text{výparník}} = M_v \cdot c_v \cdot (T_{v1} - T_{v2}) \quad / \text{kW} /,$$

kde značí M_v průtok vody výparníkem / $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ / , c_v je měrná specifická kapacita vody
 $c_v = 4,187 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

Průběh teplot bude u odpařovacího výměníku (výparníku) následující, neboť odpařování a kondenzace je děj izotermický:



a střední logaritmický teplotový spád $\Delta T = \frac{(T_{v1} - T_v) - (T_{v2} - T_v)}{\ln \frac{T_{v1} - T_v}{T_{v2} - T_v}} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} / K /$

Například pro $T_{v1} = 273 + 10 \text{ °C} = 283 / K /$, $T_{v2} = 273 + 7 \text{ °C} = 280 / K /$
a $T_v = 273 + 2 = 275 / K /$ bude teplotový spád:

$$\Delta T = \frac{(283 - 275) - (280 - 275)}{\ln \frac{8}{5}} = \frac{8 - 5}{\ln 1,6} = 6,38 / K /$$

Obdobnou bilanci je možno provést i pro kondenzační část tepelného čerpadla.

U tepelných výměníků je podmínkou, s ohledem na přenos tepla z vyšší teploty na nižší, dodržení určitého teplotového spádu. To znamená, že pro reálné bilanční výpočty TČ je nutno vzít v úvahu i tepelnou účinnost výměníků (výparník, kondenzátor) a účinnost kompresoru. Teoretickou bilanci je pak nutno upravit součinitelem, který respektuje uvedené účinnosti dílčích zařízení.

Topný faktor tepelného čerpadla ϵ

Topný faktor vyjadřuje poměr dodaného (užitečného) tepla k množství spotřebované energie na pohon kompresoru. Faktor je možno vyjádřit následujícími vztahy:

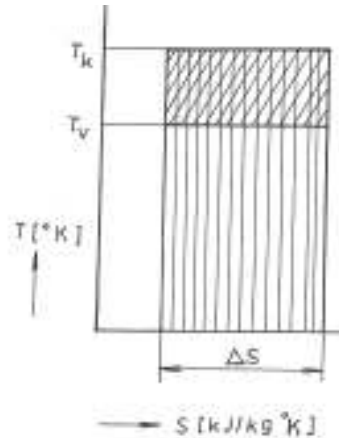
$$\epsilon = \frac{Q_{\text{užitečná}} / \text{kWh}}{Q_{\text{dodané}} / \text{kWh}} \eta \quad / - / \quad \text{nebo} \quad \epsilon = \frac{T_k}{T_k - T_v} \eta \quad / - /$$

kde je T_k kondenzační teplota / K /, T_v teplota vypařovací / K / a η součinitel respektující skutečný pracovní oběh TČ, který se pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,6.

K druhému výpočtovému vztahu pro ϵ se dospělo tím, že tepelné čerpadlo představují sériově řazené komponenty : výparník + kompresor + kondenzátor. Pomocí zobrazeného Carnotova cyklu v T-S diagramu a II. věty termodynamiky:

$$dQ = T \cdot dS \quad \text{nebo} \quad \Delta Q = T \cdot \Delta S$$

lze uvedený vztah odvodit



Z uvedeného T – S diagramu vyplývá, že:

$$Q_{\text{užitečná}} = T_k \cdot \Delta S \quad Q_{\text{dodaná}} = Q_{\text{kompresor}} = (T_k - T_v) \cdot \Delta S$$

Dosazením těchto hodnot do vztahu pro ε :

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{užitečná}}}{Q_{\text{dodaná}}} \eta = \frac{T_k \cdot \Delta S}{(T_k - T_v) \cdot \Delta S} \eta = \frac{T_k}{T_k - T_v} \eta \quad / - /$$

Vlastní topný faktor se pohybuje v rozmezí 2 až 5. Jak je patrné ze vztahu pro topný faktor závisí jeho hodnota na teplotě vypařovací a teplotě kondenzační.

Pro hodnoty teplot uvedené v našem příkladu a pro $T_k = 273 + 45 \text{ }^\circ\text{C} = 318 \text{ }^\circ\text{K}$ (teplota vody pro podlahové vytápění) a $\eta = 0,6$ vychází topný faktor:

$$\varepsilon = \frac{318}{318 - 275} 0,6 = 4,44.$$

Budeme-li však požadovat vyšší teplotu vody do topného okruhu např. $75 \text{ }^\circ\text{C}$, změní se topný faktor na hodnotu:

$$\varepsilon = \frac{273 + 75}{348 - 275} 0,6 = 2,86, \text{ což znamená zhoršení o } 35,5 \%$$

Je to zcela logické, že při zvyšování požadovaného rozdílu teplot $\Delta T = T_k - T_v$ bude narůstat spotřeba energie pro pohon kompresoru, neboť právě kompresor představuje nástroj zvyšování rozdílu teploty mezi vstupující nízkopotenciální energií a energií o vyšší využitelné teplotě.

Z uvedených souvislostí vyplývá závěr, že použití tepelného čerpadla bude především opodstatněno tam, kde bude navazovat nízkoteplotní (např. podlahové) vytápění. Při této aplikaci bude u TČ docilován i dobrý topný faktor.

Na hodnotu topného faktoru je možno pohlížet ze dvou hledisek, a to:

- Z pohledu investora, kdy např. $\varepsilon = 2$ říká, že jsem získal dvojnásobek energie, než jsem do procesu vložil a tak bude investor spokojen.
- Z pohledu celospolečenského s ohledem na emise a tím i zvažování čistoty životního prostředí. Nyní tedy vzniká otázka jakou minimální hodnotu by měl mít topný faktor.

Pro stanovení této hodnoty $\varepsilon_{\min} = ?$ vyjdeme z předpokladu, že $Q_{\text{užitečná}} = Q_{\text{kompresoru}}$. Tato rovnost nám říká, že získávané užitečné teplo je dodáváno pouze ve formě elektrické energie, která je použita pro pohon kompresoru.

Vezmeme li však v úvahu další skutečnost, že elektrická energie se vyrábí převážně v parních kondenzačních elektrárnách s účinností cca 33 %, pak dostaneme vztah:

$$Q_{\text{užitečný}} = \frac{Q_{\text{kompresoru}}}{0,33} = 3 \cdot Q_{\text{kompresoru}}$$

Z tohoto vztahu pak vychází minimální topný faktor z celospolečenského hlediska:

$$\varepsilon_{\min} = \frac{Q_{\text{užitečný}}}{Q_{\text{kompresoru}}} = 3 \quad / - /$$

Ze způsobu stanovení hodnoty topného faktoru rovněž vyplývá, že závisí jak již bylo uvedeno na teplotě vypařovací a kondenzační. Během ročního období se mohou měnit obě tyto veličiny, nebo pouze jedna a to v závislosti na klimatických podmínkách. Topný faktor nebude tedy během roku konstantní hodnota ale bude se měnit. V roční energetické bilanci pak bude nutno brát v úvahu průměrný roční topný faktor.

3. Klimatické podmínky v jednotlivých teplotových oblastech ČR

Klimatické podmínky mají nejenom vliv na tepelné ztráty objektů ale budou ovlivňovat v některých případech i využití nízkopotenciálního tepla pomocí tepelných čerpadel.

Země EU 15 jsou rozděleny do tří klimatických oblastí, a to:

- **chladná** Finsko a Švédsko
- **mírná** Rakousko, Belgie, Dánsko, Francie, Německo, Irsko, Lucembursko, Nizozemsko, Velká Británie
- **teplá** Řecko, Itálie, Portugalsko, Španělsko

Obdobně byly země EU 10 (kromě Malty a Kypru) opět rozděleny do tří zón:

- **zóna 1.** Estonsko, Lotyšsko a Litva
- **zóna 2.** Polsko
- **zóna 3.** Česká republika, Maďarsko, Slovensko a Slovinsko

Klimatickými poměry (podnebím) se rozumí průměrný stav ovzduší charakteristický pro určité místo nebo území. Klima je určováno klimatickými prvky, což jsou dlouhodobé průměrné hodnoty veličin jako u počasí. Klima závisí na geografické poloze, nadmořské výšce a vnitrozemské poloze.

3.1. Geografická poloha České republiky

Naše republika patří mezi vnitrozemské státy. Leží uprostřed mírného pásu severní polokoule ve střední části Evropy. Rozloha České republiky je 78866 km² a krajně odlehlé body představují:

- jižní obec Vyšší Brod, okres český Krumlov
- severní obec Lobendava, okres Děčín
- západní obec Krásná, okres Děčín
- východní obec Bukovec, okres Frýdek – Místek

Vzdušná vzdálenost mezi nejsevernějším a nejjižnějším bodem ČR je 278 km a mezi nejzápadnějším a nejvýchodnějším bodem je 493 km.

Nejvýše položeným bodem je Sněžka 1602 m n.m., Krkonoše, nejnižše položeným bodem je výtok Labe u Hřenska 115 m n.m. Co se týká sídel je nejvýše položena Filipova Huť na kótě 1093 m n.m., okres Klatovy a nejnižše položené sídlo Hřensko 130 m n.m., okres Děčín.

3.2. Podnebí České republiky

Podnebí v ČR je ovlivňováno pronikáním a mísením oceánských a kontinentálních vlivů. Směr proudění představuje převaha západních větrů.. Přímořský vliv se projevuje hlavně v Čechách. Na Moravě a ve Slezsku přibývá kontinentálních podnebních vlivů. Velký vliv na podnebí ČR má nadmořská výška a reliéf. Z celkové plochy území našeho státu 78 866 km² leží v nadmořské výšce do 500 mn.m. 67 % plochy, ve výšce od 500 do 1000 m n.m. 32 % plochy a nad 1000 m n.m. pouze 1 % plochy státu. Na vnějším povrchu planety Země jsou klimatické podmínky nejvíce závislé na intenzitě slunečního záření. Změna intenzity záření během roku se projeví především na:

- teplotě venkovního vzduchu
- teplotě vody v říčních tocích, jezerech a rybnících
- teplotě zemského povrchu do hloubky cca 5 m, kdy od hloubky 1,2 m se jedná o nezámraznou hloubku

Teplota venkovního vzduchu

Jak již bylo řečeno je teplota venkovního vzduchu funkcí intenzity slunečního záření. Proto jejich grafický průběh koresponduje pouze s tím rozdílem, že teplota venkovního vzduchu má oproti intenzitě záření určitý časový posun. Je to způsobeno tím, že na teplotu vzduchu působí tepelná setrvačnost zemských povrchových vrstev. V klimatických podmínkách ČR činí toto zpoždění cca 2 až 3 hodiny.

Přibližný denní průběh teploty venkovního vzduchu má v našich klimatických poměrech tvar sinusovky. Nejnižší teplota je ráno při východu slunce a nejvyšší teplota ve 14 až 15 hodin. Mezi minimem a maximem je v létě interval asi 10 hodin a v zimě 6 hodin. Teplotový rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší denní teplotou venkovního vzduchu závisí na oblačnosti. Při jasné obloze je v létě rozdíl až 16 °C a v zimě 10 °C. Při zatažené obloze je tento rozdíl podstatně menší, a to v létě pouze 6 °C a v zimě 3 °C.

Z průběhu teploty venkovního vzduchu v určitém časovém úseku pak lze stanovit:

- průměrnou denní teplotu
- průměrnou měsíční teplotu
- průměrnou roční teplotu
- průměrnou teplotu za otopné období

Průměrná denní teplota venkovního vzduchu

Tato průměrná teplota je stanovena výpočtem střední teploty venkovního vzduchu měřené ve stínu, s vyloučením vlivu o sálání z okolních ploch. Měření se provádí v 7⁰⁰, 14⁰⁰ a 21⁰⁰ hodin. Hodnota naměřená ve 21⁰⁰ se počítá dvakrát, nebo se při kontinuálním měření po dobu 24 hodin bere střední hodnota.

Průměrná měsíční a roční teplota venkovního vzduchu

Průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu se získá jako aritmetický průměr z denních průměrných teplot. Obdobně se roční průměrná teplota stanovuje z průměrných měsíčních teplot.

Nejnižší průměrná denní teplota venkovního vzduchu

Nejnižší průměrné teploty venkovního vzduchu pak slouží pro stanovení tzv. výpočtových teplot pro návrh tepelně technických zařízení. Na území ČR byly stanoveny tři základní výpočtové teploty venkovního vzduchu, a to: -12°C , -15°C a -18°C .

Grafické zobrazení výpočtových teplot pro danou územní lokalitu je patrné z následující mapy.

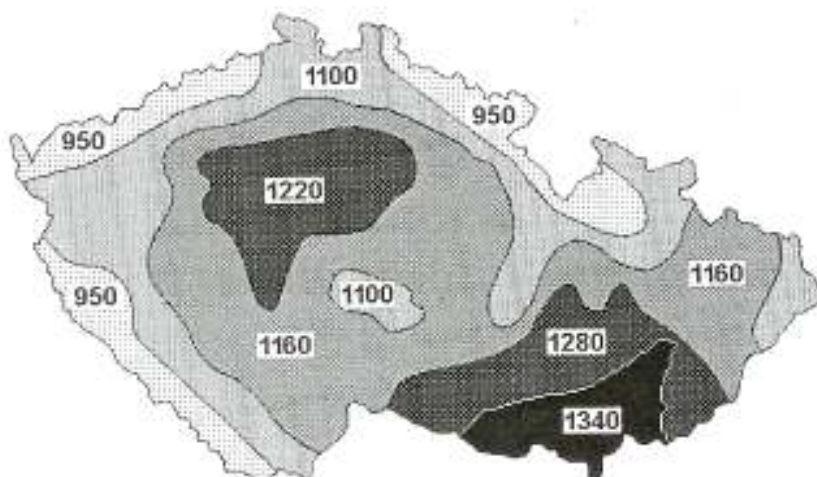
Mapa oblastí výpočtových teplot



(informativní)

Pro ověření předcházející teorie, že rozložení teplot venkovního vzduchu koresponduje s intenzitou slunečního záření, je možno provést porovnání předcházející mapy s mapou, která uvádí izokřivky průměrné roční solární energie dopadající na vodorovný povrch země (kWh/m².rok).

Mapa dopadající průměrné roční energie v (kWh /m² . rok) sluneční energie.



Dále jsou pro ilustraci uvedeny v tabulkách teploty vzduchu naměřené v roce 2005 v hydrometeorologické stanici Praha Karlov. Současně jsou v tabulce uvedeny denostupně K₂₀. Počet denostupňů je součin počtu dnů v otopném období a rozdílu středních teplot vnitřního (20°C) a venkovního vzduchu dle výpočtového vztahu:

$$K_{20} = n \cdot (20 - t_{es})$$

Tabulka počtu denostupňů dosažených v roce 2005, Praha – Karlov

| Měsíc v roce 2005 | Počet dní v měsíci | Počet dní vytápění n | Průměrná měsíční teplota °C | Průměrná teplota t _{es} ve dnech vytápění °C | Počet denostupňů K ₂₀ |
|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|
| leden | 31 | 31 | 2,4 | 2,4 | 545,6 |
| únor | 28 | 28 | - 1,1 | - 1,1 | 590,8 |
| březen | 31 | 31 | 4,1 | 4,1 | 492,9 |
| duben | 30 | 23 | 11,8 | 11,4 | 197,8 |
| květen | 31 | 14 | 15,4 | 11,6 | 117,6 |
| červen | 30 | - | 18,5 | - | - |
| červenec | 31 | - | 20,0 | - | - |
| srpen | 31 | - | 18,1 | - | - |
| září | 30 | 6 | 16,7 | 12,8 | 43,2 |
| říjen | 31 | 25 | 11,7 | 11,2 | 220,0 |
| listopad | 30 | 30 | 4,0 | 4,0 | 480,0 |
| prosinec | 31 | 31 | 1,1 | 1,1 | 585,9 |
| celkem | 365 | 219 | | 5,05 | 3273,8 |

Tabulka vzájemného porovnání náročnosti jednotlivých období 1990 až 2005 na vytápění, hodnoty Praha – Karlov.

| Rok | Počet dnů vytápění | Průměrná venkovní teplota ve dnech vytápění | Počet denostupňů K ₂₀ | Rozdíl v počtu D° a v % oproti | | | |
|------|--------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|--------|----------------------|--------|
| | | | | Roku 1990 | | Předcházejícímu roku | |
| | | | | D° | % | D° | % |
| 1990 | 239 | 6,74 | 3168 | - | - | - | - |
| 1991 | 225 | 4,16 | 3565 | + 397 | + 12,5 | + 397 | + 12,5 |
| 1992 | 207 | 4,39 | 3261 | + 63 | + 2,0 | - 334 | - 9,4 |
| 1993 | 205 | 3,83 | 3314 | + 146 | + 4,6 | + 83 | + 2,6 |
| 1994 | 215 | 5,45 | 3128 | - 40 | - 1,3 | - 186 | - 5,6 |
| 1995 | 229 | 4,98 | 3440 | + 272 | + 8,6 | + 312 | + 9,7 |
| 1996 | 240 | 3,36 | 3993 | + 825 | + 26,0 | + 553 | + 16,1 |
| 1997 | 231 | 4,53 | 3573 | + 405 | + 12,8 | - 420 | - 10,5 |
| 1998 | 218 | 5,30 | 3204 | + 36 | + 1,1 | - 369 | - 10,3 |
| 1999 | 216 | 5,21 | 3194 | + 26 | + 0,1 | - 10 | - 0,3 |
| 2000 | 196 | 5,27 | 2917 | - 251 | - 7,9 | - 227 | - 8,7 |
| 2001 | 217 | 4,41 | 3382 | + 214 | + 6,75 | + 465 | + 15,9 |
| 2002 | 219 | 5,33 | 3212 | + 44 | + 1,4 | - 170 | - 5,03 |
| 2003 | 199 | 3,57 | 3270 | + 102 | + 3,1 | + 58 | + 1,80 |
| 2004 | 220 | 5,21 | 3254 | + 86 | + 2,7 | - 16 | - 0,5 |
| 2005 | 219 | 5,05 | 3274 | + 106 | + 3,3 | + 20 | + 0,6 |

Obdobně je možno získat uvedené klimatologické údaje pro jednotlivé hydrometeorologické stanice v ČR.

Závěrem této kapitoly je možno konstatovat, že změna klimatických podmínek v závislosti na ročním období se v zásadě neprojeví u tepelných čerpadel, která odebírají nízkopotenciální energii z podzemní vody a z hlubinných vrtů. U tohoto zdroje energie bude teplota při odebírání tepla v zásadě konstantní během celého roku. Klimatické podmínky se však projeví u všech typů tepelných čerpadel zvýšením tepelné ztráty vytápěného objektu adekvátně v závislosti na snížení venkovní teploty. Uvedená problematika je řešena v další části tohoto produktu.

4. Volba vhodného typu tepelného čerpadla s ohledem na klimatické podmínky a účel jejich použití

- **Volba dle zdroje nízkopotencionálního tepla (NPT) pro tepelné čerpadlo**

- Země
 - hlubinný vrt (geotermální teplo)
 - plošný kolektor (energie Slunce)
- Vzduch
 - Venkovní (energie Slunce)
 - Odpadní (energie Slunce)
- Voda
 - Studniční (energie Slunce, popř. geotermální)
 - Povrchová (energie Slunce)
 - odpadní



- **Volba dle využití TČ – dle způsobu předávání tepla**

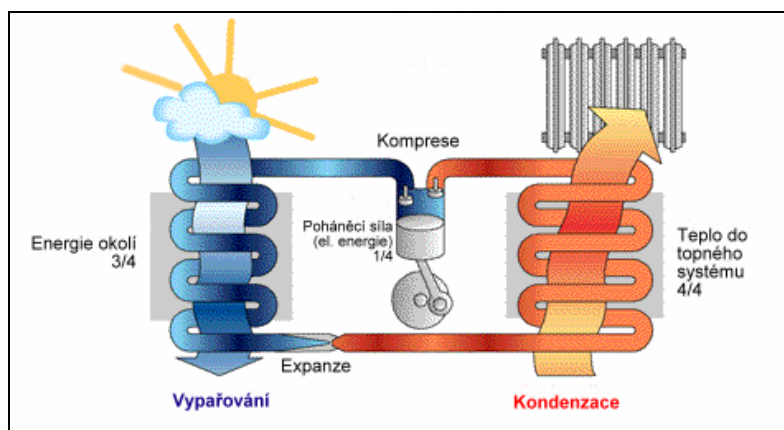
- topná voda
 - Teplovodní vytápění
 - Příprava teplé vody
 - Ohřev bazénové vody
 - Ohřev technologické vody
- ohřátý vzduch
 - Teplovzdušné vytápění
 - Technologický ohřev vzduchu

Nízkopotenciální teplo (NPT) je energie, která se v přírodě vyskytuje zdarma ve velkém množství, ale na velmi nízkém teplotním potenciálu (obvykle 5 až 20 °C) a je tedy pro přímé praktické využití nevhodná.

Hlavním dodavatelem energie Země je Slunce, jehož tepelné záření je naakumulováno v okolním vzduchu, v zemské kůře či v podzemní nebo povrchové vodě.

Tepelné čerpadlo slouží k transformaci tepla o nízké teplotní hladině na vyšší teplotní hladinu (na 40 – 60 °C), která je již dostatečná pro praktické využití.

Podle toho, odkud tepelné čerpadlo odebírá NPT a podle toho jaké topné médium ohřívá, se zpravidla jednoduše a stručně označují tepelná čerpadla, např.: „země-voda“, respektive „glykol-voda“ (teplo ze země je přenášeno nemrznoucí kapalinou na bázi glykolu), „voda-voda“, „vzduch-voda“, „vzduch-vzduch“ apod. V našich podmínkách se pro účely vytápění zpravidla používají topné soustavy s vodou jakožto topným médiem. V menší míře se jako topné médium používá i vzduch pro účely teplovzdušného vytápění.



Rozdělení TČ dle zdroje nízkopotenciálního tepla

Nejobvyklejšími zdroji nízkopotenciálního tepla jsou:

- **Teplu ze země – pro čerpadla „země-voda“**

Teplu obsažené v zemi se zpravidla využívá nepřímou. Získává se ve vhodném výměníku tepla - zemním kolektoru a převádí se cirkulačním okruhem do výparníku tepelného čerpadla pomocí teplotnosné kapaliny. Používaná teplotnosná kapalina je nemrznoucí a ekologicky nezávadná. Cirkulaci teplotnosné kapaliny zajišťuje oběhové čerpadlo. Cirkulující kapalina se ve výparníku tepelného čerpadla ochlazuje a v zemním kolektoru se znovu ohřívá geotermálním teplem. Všechny součásti systému, které zabezpečují převod geotermálního tepla do tepelného čerpadla tvoří tzv. primární okruh. Tepelná čerpadla využívající geotermální teplotu prostřednictvím zemního kolektoru se označují jako „země-voda“.

Geotermální teplota je naakumulována v zemním masivu. Jeho odběr způsobuje postupný a nerovnoměrný pokles teploty ve vrstvě kolem kolektoru (u vertikálního kolektoru umístěného ve vrtu je tato vrstva válcová) a k postupnému rozšiřování (zvětšování průměru) této vrstvy. Vnější plášť vrstvy má teplotu odpovídající nedotčenému masivu, tj. cca +12 °C, oblast bezprostředně u kolektoru má teplotu podstatně nižší. Ta je závislá zejména na měrném výkonu kolektoru (tj. tepelném výkonu odebíraném 1 m kolektoru), způsobu uložení kolektoru, materiálu a vlhkosti masivu a průběžné době odběru teploty v otopném období. Teplota u kolektoru může klesnout až na podnulové hodnoty, za této situace pak dochází k promrznání masivu. Teplotní úroveň odebíraného nízkopotenciálního teploty odpovídá právě této teplotě (cca kolem 0 °C) a nikoliv teplotě nedotčeného masivu (cca +12 °C), jak se mnozí domnívají. Rozměr (průměr) dotčené vrstvy dosahuje na konci otopné sezóny i několik metrů. Aby takový odběr teploty mohl dlouhodobě (každou další otopnou sezónu) plnit svou funkci, musí mít dotčená vrstva dostatek času na regeneraci do původního teplotního stavu. Z tohoto důvodu není zpravidla možný celoroční provoz tepelného čerpadla, zejména při jeho intenzivním využívání např. pro ohřev bazénové vody.

- v ČR zatím nejrozšířenější
- Tento způsob je velmi oblíbený v našich podmínkách.

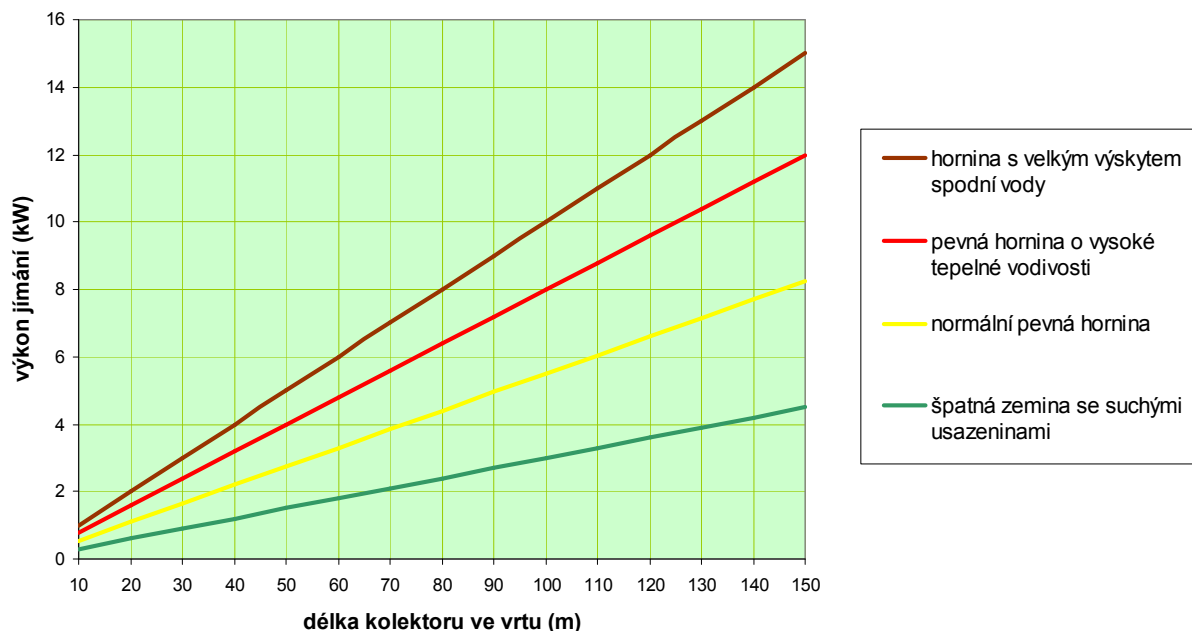
Vertikální kolektor

se ukládá do vrtu. Pokud se vrt provádí v nevhodné lokalitě, nevhodným způsobem a kolektor se nevhodně uloží, může způsobit nevratné narušení ekologické rovnováhy. Může dojít k nevratnému propojení zvodnělých vrstev s odlišnými hydraulickými a hydrochemickými parametry a ke kontaminaci zvodnělých vrstev využívaných pro vodárenské zásobování obyvatel. Realizace vrtu proto podléhá přísným legislativním opatřením. Vrt musí být schválen jako vodní dílo. Nutnou podmínkou pro realizaci je i povolení k nakládání s vodami.



Ve vrtu jsou zasunuty plastové nebo měděné sondy naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Vrt je zaplněn suspenzí cementu a bentonitu pro lepší vodivost tepla mezi zdrojem a jímacím zařízením.

Grafické znázornění hloubky hlubinného vrtu na výkonu jímání



Požadavky na zdroj NPT:

| Horninové prostředí | Měrný výkon |
|--|-------------|
| Hornina se spodní vodou | 100 W/m |
| Pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí | 80 W/m |
| Normální pevná hornina | 55 W/m |
| Suché usazeniny | 30 W/m |

Běžně se počítá s měrným výkonem jímání 55W/m.

Množství odebraného tepla závisí na geologických podmínkách – složení hornin, hloubce vrtu, složení pracovní látky - solanky, atd.

Teplota země se zvyšuje na každých 30 m o 1°C. Z toho plyne, že se vyplatí jeden hluboký vrt než několik mělkých.

Výhody

- Stabilní teplota zdroje
- Nezávislost na okolní teplotě
- Vysoký topný faktor
- Oproti plošnému kolektoru výhodnější, ale i nákladnější řešení

Nevýhody

- Vysoké pořizovací náklady kvůli zemním pracím. Jeden metr hloubky stojí průměrně 1000,- Kč. Běžně se hloubí 50 až 120 m.
- Před realizací vrtů s hloubkou do 100m je nutné požádat o schválení místní vodohospodářský úřad, pro hloubky větší jak 100m báňský úřad

Možnost použití musí posoudit odborná geologická firma.

Zemní kolektor

Bývá uložený v ploše pozemku v nezámrazné hloubce 1,5 až 2 m pod povrchem země, což je vhodné zejména pro menší výkony. S plošným zemním kolektorem, který je uložen nízko pod povrchem země dosahuje tepelné čerpadlo „země-voda“ nižšího energetického efektu než s vertikálním kolektorem, neboť je v otopném období ovlivňován nízkými teplotami okolí.



Odvod tepla ze země je spojen s vychlazením zemního masivu kolem kolektoru, takže teplota v bezprostředním okolí kolektoru (kterou je určována teplota převáděcí teplotnosné kapaliny a NPT) je vždy výrazně nižší (kolem cca 0 °C) než teplota nedotčeného masivu (kolem cca 12 °C). Teplota NPT odebíraného ze země je proto vyšší než teplota okolního vzduchu jen kratší část otopného období.

Na pozemku jsou s metrovou roztečí zakopány plastové hadice naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Nejedná se ale o získávání tepla ze země, nýbrž se čerpá se naakumulované teplo ze slunce, deště a okolního vzduchu, čímž je tepelný tok od zdroje omezen.



Požadavky na zdroj NPT:

Pro realizaci plošného kolektoru u průměrného domu s tepelnou ztrátou 10 kW je nezbytný pozemek v minimální velikosti cca 400 m² (40 m²/1kW topného výkonu tepelného čerpadla). Potřebná plocha pozemku = 3 až 4 x vytápěná plocha domu.

| Nomin. výkon TČ | 4 | 5 | 7 | 8,5 | 10 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Délka kolektoru | 200-300 | 250-350 | 320-450 | 400-600 | 500-650 | 600-800 | 700-900 | 1000-1200 | 1200-1600 | 1500-1900 | 2000-3000 |

Správně nadimenzovaný kolektor by měl odebírat ze země max. 15-20 W/m. Pokud je odběr ze země větší, než je její tepelná kapacita, skutečně může dojít k vymražení pozemku. Pokud je zemní kolektor správně nadimenzován, dochází ke zpoždění vegetačního období na začátku jara o 10-14 dnů. Naproti tomu chladná zemina v létě drží vlhko a nedochází k přílišnému vysychání pozemku. Pozemek s kolektorem je tudíž možno použít ke jakémukoliv pěstování zeleniny, stromů a další zeleně.

Maximální délka smyčky by neměla překročit 100 m.

Výhody

- Nižší pořizovací náklady než u vrtů
- Poměrně vysoký topný faktor

Nevýhody

- Nutnost znehodnocení rozsáhlého pozemku, v místě položení kolektorů nelze nic stavět a ani sázet stromy. Tímto je pozemek znehodnocen. Při správném provedení kolektoru však nedochází k ovlivnění vegetace nad kolektorem.

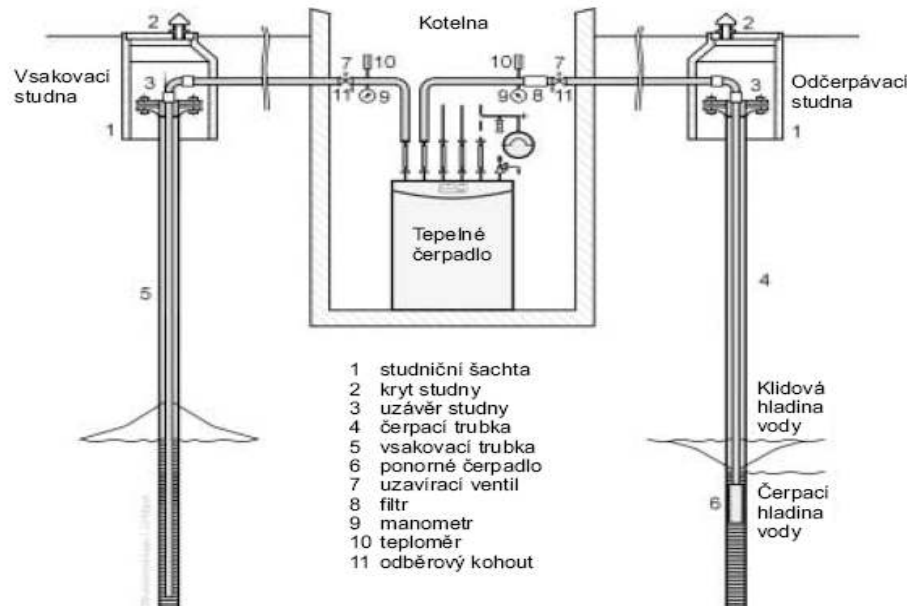
• Voda podzemní nebo povrchová – pro čerpadla „voda-voda“

Teplo obsažené v podzemní vodě představuje rovněž teplo geotermální, voda povrchová obsahuje teplo akumulované ze slunečního záření. Obě tato tepla se můžou za určitých podmínek využívat a to tepelnými čerpadly, označovanými jako „voda-voda“. Tak je tomu v případě, kdy voda má vhodné chemické složení, je dostatečně čistá, má po celé otopné období teplotu minimálně +8 °C a je k dispozici v dostatečném množství (např. pro topný výkon tepelného čerpadla 10 kW je potřebné průtočné množství vody při teplotě +10 °C cca 25 l/min). Voda je pak přímo přiváděna do výparníku tepelného čerpadla. Protože podzemní voda má ze všech přírodních zdrojů nízkopotenciálního tepla v otopném období nejvyšší teplotu, je energetický efekt tepelných čerpadel „voda-voda“ nejlepší. Dostupnost tohoto zdroje tepla však nebývá příliš četná.

Podzemní (studniční) voda

Teplo z podzemní vody se získává tak, že voda je čerpána z čerpací studny do výparníku tepelného čerpadla. V něm se ochladí a ochlazená je vrácena do druhé, vsakovací studny. Ta musí být dostatečně vzdálená a pokud možno umístěná tak, aby proudění podzemních vod směřovalo od vsakovací studny ke studni čerpací. Průtokem mezi oběma studněmi se voda v zemi opět ohřeje. Tak nedochází ani ke ztrátám podzemní vody, ani k poklesu jejího energetického potenciálu. Všechny součásti systému, které zabezpečují převod geotermálního tepla do tepelného čerpadla (průtok vody přes tepelné čerpadlo) tvoří tzv. primární okruh.





Požadavky na zdroj NPT:

- Vydatnost zdroje spodní vody by pro běžný rodinný domek měla stabilně dosahovat cca. 30 l/min. (1,8 m³/hod.). Proto je nezbytné nejprve ověřit vydatnost zdroje čerpací zkouškou.
- Ochlazená voda se nesmí vracet ani zpět do studny (studna by se „vychladila“), ani do kanalizace nebo vodoteče (voda by se „znehodnotila“ na povrchovou), ale do vsakovací studny, dostatečně vzdálené od studny odběrové.
- Podstatné je rovněž vhodné minerální složení spodní vody.
- Pro zajištění optimálního a spolehlivého chodu čerpadla by neměla minimální teplota primárního zdroje vody během topné sezóny, klesnout pod +7 °C.
- Pro běžný rodinný domek je potřeba vody trvale 2-3 m³/hod.
- Hloubka studní je závislá na hladině spodní vody, doporučuje se hloubka cca 10m.
- Pokud jsou studny ve svažitém terénu studna čerpaná musí být výše než vsakovací a vzdálenost mezi studnami by měla být nejméně 15m.
- Použití spodní vody musí schválit příslušný vodohospodářský úřad.

Pro realizaci odběrových i zasakovacích studní platí stejná legislativní opatření jako pro realizaci vrtů pro vertikální kolektory, protože možnost narušení ekologické rovnováhy je podobná. Vedle zmíněných ekologických hledisek je třeba upozornit i na specifická hlediska technická. Není-li vydatnost studny dostatečně prokázána, hrozí nebezpečí vyčerpání studny a přerušení funkce tepelného čerpadla právě v nejchladnější části otopného období, kdy množství čerpané vody je největší. Známé jsou i případy, kdy vlivem nedostatečného hydrogeologického průzkumu a nevhodného provedení studní došlo k poklesu hladiny spodní vody v okolí, se všemi nepříznivými důsledky z toho plynoucími.

Výhody:

- Výhodou tohoto řešení jsou nižší pořizovací náklady než u vrtu a především vysoký topný faktor.
- Je-li k dispozici dostatek spodní vody ve vyhovující kvalitě, jsou ideální předpoklady pro monovalentní provoz.

Nevýhody:

- Nevýhodou je nutnost častějšího čištění a instalace nových filtrů, větší poruchovost.
- Dostupnost tohoto zdroje však nebývá příliš četná.
- V některých lokalitách s dostatečným zdrojem spodní vody není její čerpání povoleno.

Povrchová voda

Povrchová voda musí splňovat stejné požadavky jako voda podzemní. Problémy bývají nejen s čistotou nebo množstvím, ale zejména s teplotou, protože na tocích, které nejsou ohřívány odpadním teplem průmyslových závodů, klesá teplota v zimních měsících pod hodnotu běžnými typy TČ využitelnou. Při dostatečném průtoku se musí použít nestandardní řešení.

Tepelné čerpadlo čerpá teplo z povrchové vody. Na dně jsou položeny plastové hadice se zátečkami, naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi vodou a tepelným čerpadlem. Výhodou jsou opět nižší náklady než u termovrtu a vysoký topný faktor. Nevýhodou je že plastové hadice se mohou snadno poškodit např. při povodních či jiném zásahu.



Požadavky na zdroj NPT:

Potřebná plocha pro hadice je 150 až 350 m². Vodní zdroj nesmí v zimě zamrznout. Na 1 kW tepelného výkonu je třeba 310 l vody za hodinu teplejší než 4 °C.

Použije-li se **povrchová voda** z řek, jezer nebo rybníků, musí se počítat s její proměnnou teplotou v průběhu topné sezóny. Použití povrchové vody musí schválit příslušný vodohospodářský úřad.

Výhody:

- Tento způsob získání tepla je nejvýhodnější z hlediska topného faktoru (4 a více).
- Oproti jiným systémům lze dosáhnout nízkých investičních nákladů, jakož i nejvyšších úspor; např. oproti elektrickému vytápění úspory až 80 %. Z toho vyplývá nejkratší doba návratnosti vložených investic.

Nevýhody:

- Náročný na dostatečné množství zdrojové vody a především na její teplotu. V českých podmínkách je to těžko dostupný a využitelný zdroj - pouze u dostatečně velkých vodních ploch jako jsou vodní nádrže, hradní příkopy (Hrad Švihov), řeky.
- Nevýhodou je, že plastové hadice se mohou snadno poškodit např. při povodních, či jiném zásahu.

• Venkovní vzduch – pro čerpadla „vzduch – voda“

Vzduch je jako zdroj tepla nejdostupnější, prakticky neomezený a dá se říci, že z ekologického hlediska nejvýhodnější, protože teplo odebrané vzduchu z okolí je opět do okolí vráceno tepelnými ztrátami objektu. Tepelná čerpadla odebírající teplo ze vzduchu, označovaná jako „vzduch-voda“, nenarušují teplotní rovnováhu okolí na rozdíl od tepelných čerpadel odebírajících teplo ze země nebo podzemní vody.

Teplo obsažené ve vzduchu se využívá přímo. Výparníkem tepelného čerpadla přímo proudí venkovní vzduch.

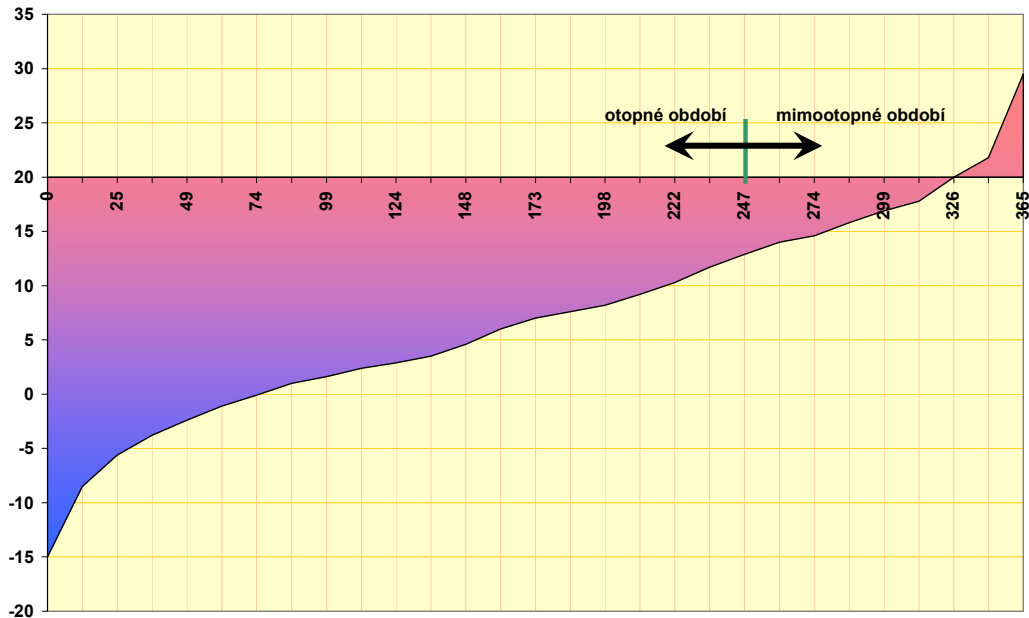
Teplota vzduchu se v průběhu otopného období mění ve značném rozmezí. V souvislosti s tím se mění i topný výkon a topný faktor tepelného čerpadla. Při extrémně nízkých teplotách vzduchu topný výkon i topný faktor klesá. U moderních tepelných čerpadel ale zhoršení energetických parametrů není tak výrazné, jako u starších provedení.

Dřívější tepelná čerpadla systému vzduch – voda byla limitována použitím do venkovní teploty kolem -5°C . Vyvinutím kompresorů Scroll dochází však k revolučnímu zvratu a dnes jsou i na našem trhu tepelná čerpadla typu vzduch – voda, která spolehlivě pracují i při venkovních teplotách -20°C při teplotě topného média $50/45^{\circ}\text{C}$ ($40/35^{\circ}\text{C}$).

Při venkovní teplotě $+3$ až $+4^{\circ}\text{C}$, což je průměrná teplota v topném období na většině našeho území, pak vychází topný faktor v rozmezí 3,5 - 3,8.

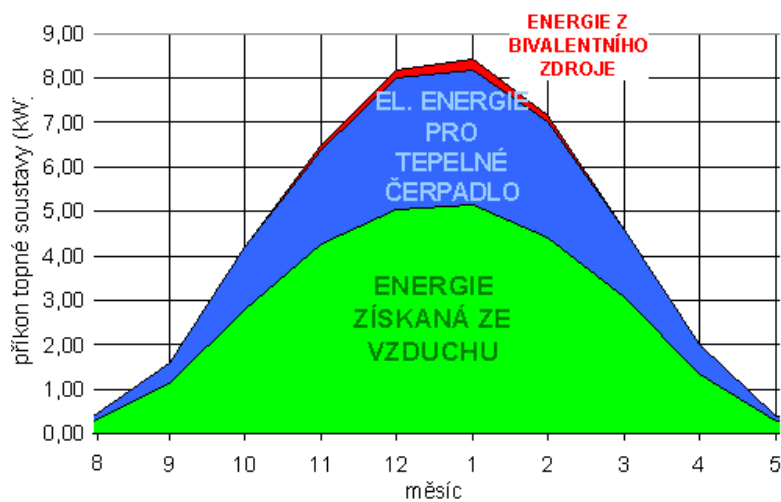
Pro případ nízkých teplot, kdy nestačí výkon tepelného čerpadla pokrýt tepelnou ztrátu domu, bývají tato čerpadla doplňována bivalentním zdrojem. Často to bývá elektrická topná vložka, kterou někteří výrobci umísťují do samotného tepelného čerpadla, jiní do akumulčního zásobníku. U některých tepelných čerpadel je zapotřebí elektrického externího kotle.

Grafické znázornění počtu dní v roce, kdy průměrná denní teplota podkračuje sledovanou hodnotu



Vzhledem k tomu, že délka období s extrémně nízkými teplotami vzduchu je v porovnání s délkou otopného období poměrně krátká, není význam tohoto období na spotřebu energie pro vytápění podstatný. Přitom negativní vliv „studeného“ období je zcela eliminován funkcí čerpadla v podstatně delším „teplém“ období na začátku a konci otopné sezóny. Výhodou těchto čerpadel je i množnost jejich celoročního, velice efektivního využívání pro přípravu teplé užitkové vody, nebo ohřev bazénové vody.

SPOTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ



Tichý chod špičkových tepelných čerpadel

Častými výhradami k tepelným čerpadlům vzduch-voda je jejich hlučnost. Na trhu jsou taková tepelná čerpadla, jejichž hlučnost dosahuje úrovně až 65 dB(A), což je nepříjemné pro celé okolí a přesahuje vysoce povolené hodnoty hygienických předpisů. Hlučná tepelná čerpadla pak mezi veřejností vrhají špatné světlo na ta, která jsou na špičkové technické úrovni a problémy s hlukem mají zcela vyřešeny. Špičková tepelná čerpadla vykazují hladinu akustického tlaku, která je měřená ve vzdálenosti 1 m od zařízení ve výši 50 dB(A) a ve vzdálenosti 5 m je to jen 39 dB(A), což plně vyhovuje předpisům a nikoho neruší.

Při teplotách venkovního vzduchu od -5°C do 7°C se tvoří na spodní části vzduchového výparníku námraza z vlhkosti vzduchu. Ta se odstraňuje reverzací - asi na dvě minuty se obrací oběh tepelného čerpadla, ventilátor se zastaví, teplo se odebírá z topné soustavy a výparník se ohřívá, led odtaje a spadne. Při teplotách nižších než -5°C se námraza již netvoří, protože vzduch je suchý. Při teplotách vyšších než 7°C se námraza také netvoří, vzduch je teplý, pouze odkapává voda.

System vzduch – voda umožňuje dvě variantní řešení:

- ***Tepelné čerpadlo pro venkovní instalaci***

Zařízení je umístěno mimo dům a uvnitř objektu je jen akumulční zásobník topné vody, řídicí automatika, elektrické a hydraulické příslušenství.



- ***Kompaktní tepelné čerpadlo vnitřního provedení***

Vzduch se k tepelnému čerpadlu přivádí přes stěnu hlukově a tepelně izolovanými hadicemi. Vstupy do objektu, určené pro nasávání a vyfukování vzduchu jsou z vnější strany opatřeny žaluziemi. Kompaktní zařízení může být umístěno ve sklepě, v dílně, v garáži či v technické místnosti.





Požadavky na zdroj NPT:

- Vzduch musí být odebírán a vyfukován na volné prostranství, aby byl zajištěn neustálý přívod vzduchu (běžný průtok 4 - 6 tisíc m³/s. Optimálně na nejteplejším, jižně orientovaném místě.
- U kompaktních zařízení je nutno dbát na umístění sání a výfuku tak, aby nedocházelo ke „vzdušnému zkratu“.

Výhody:

- Výhodou tepelných čerpadel pracujících na principu vzduch/voda je poměrně vysoký topný faktor (3 a více). Tohoto systému lze dosáhnout optimálního poměru cena/výkon.
- Vysoké úspory v porovnání s jinými systémy vytápění; např. oproti elektrickému vytápění úspory až 65 %.
- Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda lze instalovat prakticky kdekoli. Nezáleží zde tedy na velikosti pozemku.
- Tepelná čerpadla vzduch – voda nevyžadují prakticky žádné stavební práce pro primární zdroj energie (studny, hlubinné vrty nebo podzemní rýhy pro pokládku kolektorů).
- Instalace těchto čerpadel je velmi snadná a tím i levnější v porovnání s ostatními druhy.
- Nenarušují teplotní (ani ekologickou) rovnováhu okolí.
- Umožňují bezproblémové celoroční a velice efektivní využívání pro přípravu teplé užitkové vody nebo ohřev bazénové vody.

Nevýhody:

- Dříve vyšší hlučnost vnější jednotky, která je nyní odstraněna ventilátory s nízkými otáčkami.
- Ve dnech s extrémními teplotami (pouze několik dní z topné sezony) nižší účinnost.

V klimatických podmínkách převážné části naší republiky představuje tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ nejvýhodnější řešení pro o vytápění tepelným čerpadlem.

▪ **Venkovní vzduch – pro čerpadla „vzduch – vzduch“**

Venkovní vzduch

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z venkovního vzduchu do teplot až -15°C a předává ho do objektu. Výhodou tohoto systému je nízká pořizovací cena a odpadnější náročná instalační práce. Tato čerpadla dokáží v létě i chladit a tak nahradit drahou klimatizaci. Nevýhodami je velmi nízký topný faktor a přímá závislost na okolních teplotách. V zimě, kdy teplota klesne pod minus 20°C , je tepelné čerpadlo nevyužitelné vzhledem k nízkému topnému faktoru. Tento problém se řeší náhradním zdrojem vytápění. Nejčastěji elektrokotlem dodávaným společně s tepelným čerpadlem.

Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch je vhodné kombinovat se systémem vzduchotechniky.

Odpadní vzduch

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z vnitřního vzduchu v budově, které zároveň funguje jako větrací jednotka. Nevýhodou je nutnost instalace vzduchotechnického potrubí a nízký výkon tepelného čerpadla. Tímto způsobem se využije veškeré teplo v domě a zároveň se i dá zbavit odpadního vzduchu včetně toho na toaletách.

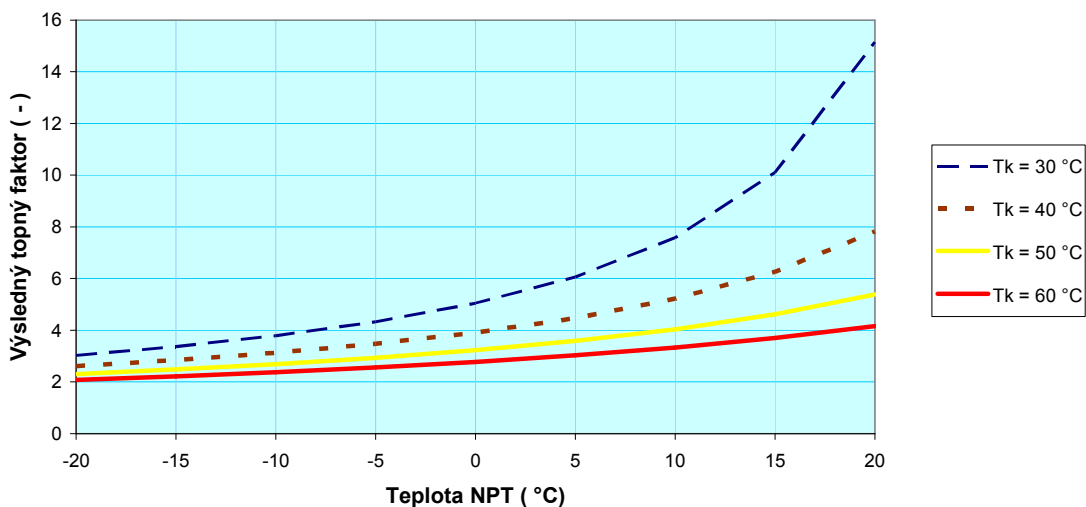
Efektivitu provozování tepelného čerpadla určuje topný faktor.

Cílem je maximalizace $TF = \text{maximální teplota NPT a minimální teplota na výstupu z TČ}$ (minimální teplota topného média).

Efekt využití „hnací“ energie vložené do TČ pro výrobu „využitelného“ tepla se charakterizuje tzv. **topným faktorem**, tj. poměrem získaného tepla a vynaložené „hnací“ energie.

$$\epsilon_T = 0,5 \cdot \frac{T_k}{T_k - T_o},$$

kde T_k je teplota kondenzační (topného systému) a T_o je teplota vypařovací (teplota zdroje) v Kelvinech.



- Topný faktor a topný výkon nejsou konstantní.
- Závisí na teplotních úrovních využívaného a nízkopotenciálního tepla.
- S rozevírajícími se teplotami se topný faktor zmenšuje.
- Se sbližujícími se teplotami se zvětšuje.
- Teplotu zvoleného nízkopotenciálního tepla zpravidla ovlivnit nemůžeme.
- Můžeme ovlivnit teplotu topné vody řešením otopné soustavy.

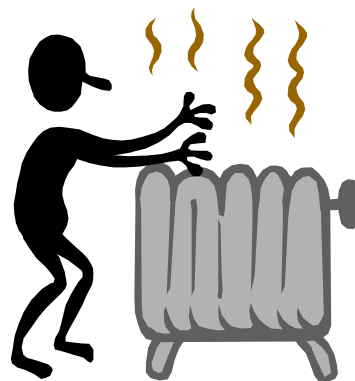
Požadavky na vytápěcí systém

Parametry tepelného čerpadla jsou výrazně závislé na vnějších podmínkách, tj. na teplotě nízkopotenciálního tepla a na teplotě topného média v otopné soustavě. Parametry se zvýhodňují se vzrůstem teploty nízkopotenciálního tepla a s poklesem teploty topného média. Teplotní úroveň topného média je shora ohraničena hodnotou 50 až 55 °C, a to z důvodů technických i ekonomických.

Uvedené skutečnosti odlišují tepelné čerpadlo od klasického zdroje. Odlišnostem se musí přizpůsobit řešení vytápěcího systému i jeho provozní režim. Nevhodné řešení může narušit pohodu prostředí ve vytápěném prostoru nebo zbytečně zvýšit energetickou náročnost. Návrh vytápěcího systému s tepelným čerpadlem je proto třeba svěřit odborníkovi – projektantovi vytápění.

Základní požadavky na vytápěcí systém se mohou formulovat takto:

- Vytápěcí systém by měl být řešen jako nízkoteplotní s pracovním rozdílem teplot 50/40 °C pro otopnou soustavu s radiátory a 40/30 °C pro podlahové a stěnové vytápění (nižší teplotní úroveň přináší větší energetický efekt – topný faktor se zvyšuje).
- Vzhledem k tomu, že používaný pracovní rozdíl teplot topného média je podstatně menší než ve vytápěcím systému s klasickým zdrojem, musí se pro přenesení určitého topného výkonu použít větší, zpravidla více než dvojnásobný průtok topného média. K tomu se musí přihlídnout při návrhu cirkulačních čerpadel, rozvodů i otopné soustavy.
- Aby se předešlo nežádoucímu překračování mezní teploty topného média v tepelném čerpadle při změnách průtoku v otopné soustavě, musí být průtok tepelným čerpadlem konstantní a nezávislý na průtoku v otopné soustavě. Tuto podmínku zajišťuje termohydraulický rozdělovač nebo akumulární nádrž ve funkci termohydraulického rozdělovače, zařazená do vytápěcího systému.
- Aby se předešlo nežádoucímu poklesu teploty při přerušovaném provozu (při blokování provozu vytápění signálem HDO - hromadného dálkového ovládání), ale i z dalších důvodů, musí mít vytápěcí systém určitou akumulární schopnost.
- Vzhledem k tomu, že při teplotách blízkých teplotě bivalence a pod ní, nemá tepelné čerpadlo žádnou výkonovou rezervu, musí se za těchto podmínek vytápěcí systém provozovat bez teplotních útlumů.



Tepelné čerpadlo a otopná soustava ve stávajících objektech

U většiny rodinných domů postavených před deseti a více lety, vybavených ústředním vytápěním na pevná paliva, byla otopná soustava navržena na teplotu topného média cca 70 °C a řešena s gravitační (samotížnou) cirkulací topného média. Ukazuje se, že ve většině těchto objektů jsou jak zdroj tepla, tak otopná soustava předdimenzovány, což umocní ještě fakt, že došlo ke snížení tepelné ztráty objektu například výměnou oken nebo zateplením obvodového zdiva.

Předimenzování otopné soustavy pak bývá tak velké, že i při nižších teplotách, se kterými pracuje vytápěcí systém s tepelným čerpadlem, stačí zajistit vytápění objektu. Příznivé jsou i rozvody dimenzované na „samotíž“, které bez problémů vyhovují i pro větší průtoky topného média, které tento systém vyžaduje.

Přestože každý případ vyžaduje posouzení odborníka – topenáře znalého problematiky tepelných čerpadel, dá se u většiny případů předpokládat, že se tepelné čerpadlo může použít ve stávajících objektech a s využitím stávající otopné soustavy, případně s jejími malými úpravami (např. zvětšením otopných ploch v kritickém místě nebo umístěním přímotopného konvektoru do kritické místnosti a jeho „bivalentním ovládním“). Tuto skutečnost potvrzuje řada úspěšně realizovaných instalací tepelných čerpadel ve stávajících objektech.



Pomocí následujícího diagramu tepelného čerpadla vzduch – voda lze na základě teploty topné vody vytápěcího zařízení zjistit, při jaké venkovní teplotě je třeba přepnout provoz TČ na provoz jiného vytápěcího zařízení.

Diagram volby provozu TČ vzduch – voda v závislosti na otopné soustavě

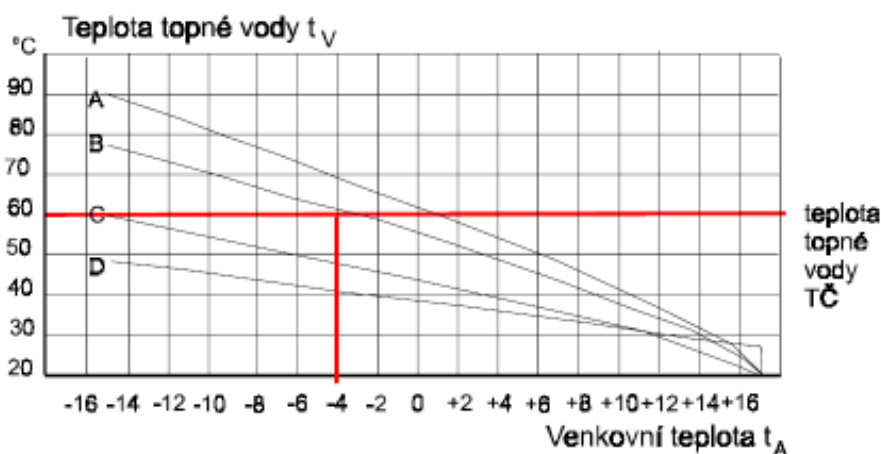


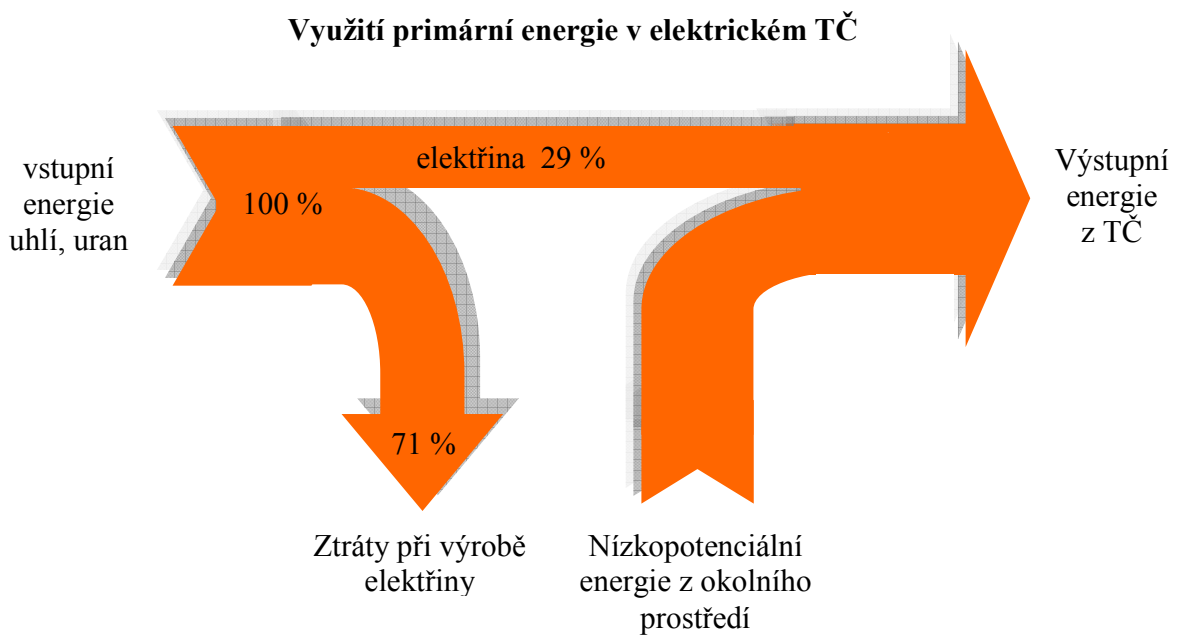
Diagram je určen pro TČ s teplotou topné vody max. 60 °C.

- křivka A:** teplota topné vody zařízení je 90 °C, teplota bivalence je 0 °C
- křivka B:** teplota topné vody zařízení je 70 °C, teplota bivalence činí - 4 °C
- křivka C:** teplota topné vody je menší než 60 °C, možný monovalentní provoz
- křivka D:** teplota topné vody zařízení je menší než 60 °C, takže je možný monovalentní provoz TČ

5. Environmentální přínos použití tepelných čerpadel

V současné době patří mezi nejrozšířenější zařízení k využití NPT tepelná čerpadla s kompresorem poháněným elektřinou. Elektrická energie je ušlechtilou energií, která je v místě spotřeby snížena o ztráty při její výrobě a rozvodu a dosahuje výše cca 29 % primární energie.

Sankyeův diagram získání energie prostřednictvím TČ s elektrickým pohonem kompresoru.



Produkce emisí znečišťujících látek a CO₂ při spotřebě elektřiny je projevuje v místě výroby elektřiny a množství závisí na použitém palivu a výrobního zařízení.

Okolí, kde je provozováno tepelné čerpadlo, není emisemi znečišťujících látek zasaženo. I přes nepříznivou účinnost výroby a rozvodu elektrické energie nejsou emise znečišťujících látek při výrobě elektřiny oproti jiným palivům na výrobu tepla obecně špatné. Elektrárny jsou na rozdíl od malých zdrojů vybaveny odsiřovacími a odprašovacími jednotkami a řízení spalovacího procesu omezuje tvorbu oxidu uhelnatého. Na výrobě elektřiny se navíc podílí zdroje nevytvářející emise znečišťujících látek jako jsou jaderné elektrárny, vodní elektrárny a v menším množství větrné a fotovoltaické elektrárny.

Environmentální přínos je třeba hodnotit globálně, nikoliv v místě spotřeby energie. Globální environmentální přínos je relativní a je vždy závislý na porovnání emisí z různých zdrojů energie.

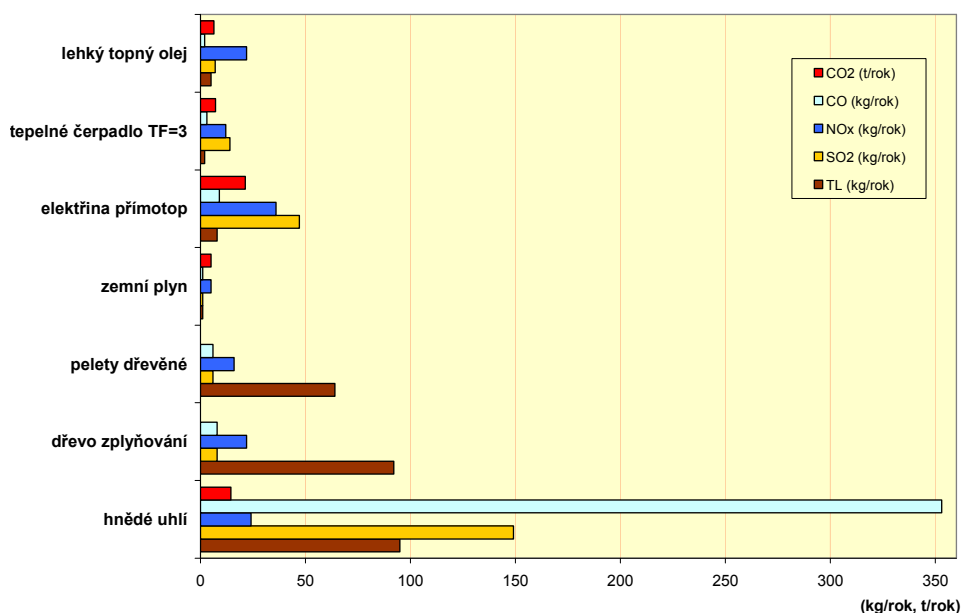
V následující tabulce jsou uvedeny emise znečišťujících látek a oxidu uhličitého pro jednotlivé zdroje tepla pro vytápění RD s roční potřebou tepla 80 GJ.

| Zdroj tepelné energie | Emise látek t/rok | | | | |
|--|-------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|
| | Tuhé látky | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ |
| Hnědé uhlí Výhřevnost 18,5 MJ/kg, roční účinnost 55 % | 0,095 | 0,149 | 0,024 | 0,353 | 14,50 |
| Dřevo pro zplyňování Výhřevnost 14,6 MJ/kg, roční účinnost 75 % | 0,092 | 0,008 | 0,022 | 0,008 | 0,00 |
| Dřevěné pelety Výhřevnost 18,5 MJ/kg, roční účinnost 85 % | 0,064 | 0,006 | 0,016 | 0,006 | 0,00 |
| Zemní plyn Výhřevnost 34,05 MJ/kg, roční účinnost 89 % | 0,001 | 0,001 | 0,005 | 0,001 | 5,00 |
| Elektřina přímotop | 0,008 | 0,047 | 0,036 | 0,009 | 21,30 |
| Elektřina tepelné čerpadlo Topný faktor 3 | 0,002 | 0,014 | 0,012 | 0,003 | 7,20 |
| Lehký topný olej Výhřevnost 41,8 MJ/kg, roční účinnost 90 % | 0,005 | 0,007 | 0,022 | 0,002 | 6,42 |

Pozn.: hodnoty v tabulce vychází z emisních faktorů uvedených ve vyhl. 352/2002 Sb. a všeobecných emisních faktorů uhlíku (CO₂) uvedených v příloze 3 Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie – část A program MPO.

Z uvedených hodnot v tabulce je zřejmé, že tepelné čerpadlo lze považovat za ekologický zdroj vytápění oproti spalování uhlí, vytápění elektřinou (přímotopné či akumulací). Červeně jsou označeny hodnoty emisí, které výrazně převyšují emisní hodnoty při výrobě elektřiny k pohonu tepelného čerpadla. Naopak zeleně jsou označeny ty hodnoty, které jsou oproti tepelnému čerpadlu k životnímu prostředí příznivější.

Grafické znázornění emisí ZL a CO₂ při výrobě 80 GJ tepelné energie.

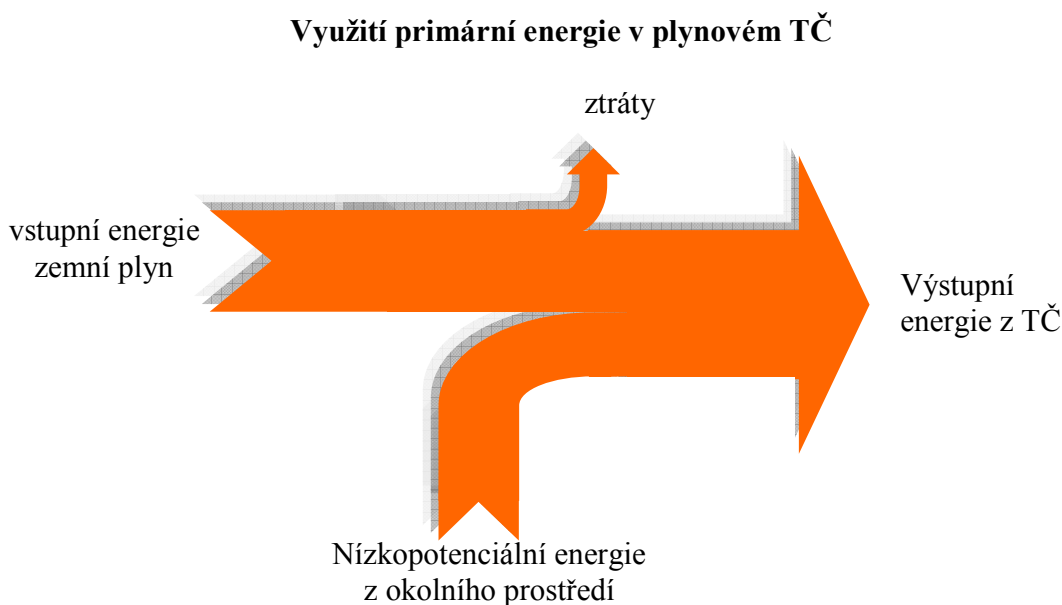


Mezi zdroje tepelné energie, které mají vyšší environmentální přínos oproti TČ, patří zdroje na zemní plyn, propan a vyjma emisí tuhých látek i tepelné zdroje na dřevní hmoty.

Z hlediska environmentálního lze doporučit instalaci tepelného čerpadla s elektrickým kompresorem pouze v místech, kde není v dosahu zemní plyn, nelze použít kotel na biomasu či lehký topný olej.

V malé míře se vyskytují tepelná čerpadla poháněná plynovým spalovacím motorem nebo absorpční tepelná čerpadla. Odpadní teplo z motoru nebo zdroje tepla(hořáku) lze nadále využít, např. pro vytápění.

Sankyeův diagram získání energie prostřednictvím plynového TČ.



Plynová tepelná čerpadla se vyznačují poměrně nízkým topným faktorem. Vzhledem účinnosti výroby a rozvodu elektřiny a vzniku emisí při spalování zemního plynu a spalování paliv pro výrobu elektřiny je výrazný rozdíl ve prospěch tepelného čerpadla.

Optimalizace plynových motorů i komponent tepelných čerpadel jako velkých dvoustupňových agregátů, difúzních absorpčních a adsorpčních tepelných čerpadel a čerpadel pracujících jako Stirling-motor s dvěma písty pokračuje. Prosazují se šroubové kompresory s tzv. dvojitými rotory, které obsahují méně dílů než kompresory pístové a snižuje se poruchovost.

6. Měrné investiční náklady na realizaci a provoz různých typů tepelných čerpadel

- **Volba TČ voda – voda**
(vyšší investice, nižší provozní náklady)
- **Volba TČ země – voda**
(vyšší investice, nižší provozní náklady)
- **Volba TČ vzduch – voda**
(nižší investice, vyšší provozní náklady)
- **Volba TČ vzduch – vzduch**
(nižší investice, vyšší provozní náklady)



Pro srovnání nákladů na realizaci různých druhů tepelných čerpadel a provozní náklady na provoz tepelného čerpadla budou uvedena zařízení pro RD s tepelnou ztrátou 10 kW a roční spotřebu energie na vytápění 80 GJ/rok.

Náklady na pořízení tepelného čerpadla k vytápění

V následující kapitole jsou porovnávány pořizovací výdaje pro zařízení k vytápění rodinného domu s tepelnou ztrátou 10 kW bez přípravy teplé vody a stanoveny měrné investiční náklady na 1 kW požadovaného výkonu.

Ceny v následující části jsou platné pro zařízení výrobce Stiebel Eltron na trhu v ČR a vycházejí z ceníku Systémové techniky pro rok 2006. V ceně tepelného čerpadla je zahrnuto zprovoznění zařízení odbornou firmou. Srovnávány jsou alternativy systémů vzduch/voda, země/voda a voda/voda.



✚ Tepelné čerpadlo vzduch/voda

❖ vnitřní provedení 13 kW (bivalentní provoz)

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|--|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPL 13 | 206,2 |
| | nabíjecí zásobník 200 litrů | 16,6 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 2,6 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | vzduchová hadice 2 ks | 8,9 |
| | deska pro připojení vzduchových hadic 2 ks | 12,1 |
| | venkovní protidešťová žaluzie 2 ks | 7,0 |
| | montáž | 4,0 |
| celkem | | 281,1 |

❖ *vnitřní provedení 23 kW (lze monoenergetický provoz)*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|--|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPL 23 | 216,9 |
| | nabíjecí zásobník 200 litrů | 16,6 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 2,6 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | vzduchová hadice 2 ks | 8,9 |
| | deska pro připojení vzduchových hadic 2 ks | 12,1 |
| | venkovní protidešťová žaluzie 2 ks | 7,0 |
| | montáž | 4,0 |
| celkem | | 294,8 |

❖ *venkovní provedení 13 kW (bivalentní provoz)*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPL 13 | 229,7 |
| | nabíjecí zásobník 200 litrů | 16,6 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 2,6 |
| | hydraulické propojení TČ se soustavou | 3,0 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 6,0 |
| | montáž | 4,0 |
| celkem | | 287,6 |

❖ *venkovní provedení 23 kW (lze monoenergetický provoz)*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPL 23 | 240,4 |
| | nabíjecí zásobník 200 litrů | 16,6 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 2,6 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| | montáž | 4,0 |
| celkem | | 294,3 |

✚ Kompaktní tepelné čerpadlo země/voda

❖ *zdrojem NPT hlubinný vrt*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|--|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPF 10 | 161,7 |
| | nabíjecí zásobník 100 litrů | 11,3 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,4 |
| | externí ekvitermní regulace | - |
| | tlumič chvění | 3,2 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | výměník v hlubinném vrtu – hloubka 150 m | 150,0 |
| | sada pro připojení primárního okruhu | 18,9 |
| | montáž | 12,0 |
| celkem | | 374,5 |

❖ *zdrojem NPT plošný kolektor*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|---|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPF 10 | 161,7 |
| | nabíjecí zásobník 100 litrů | 11,3 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,4 |
| | externí ekvitermní regulace | - |
| | tlumič chvění | 3,2 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | plošný výměník v zemi – plocha 400 m ² | 48,0 |
| | sada pro připojení primárního okruhu | 18,9 |
| | rozdělovač a sběrač pro příp. prim. okruhu | 13,8 |
| | montáž | 12,0 |
| celkem | | 286,3 |

✚ **Kompaktní tepelné čerpadlo voda/voda**

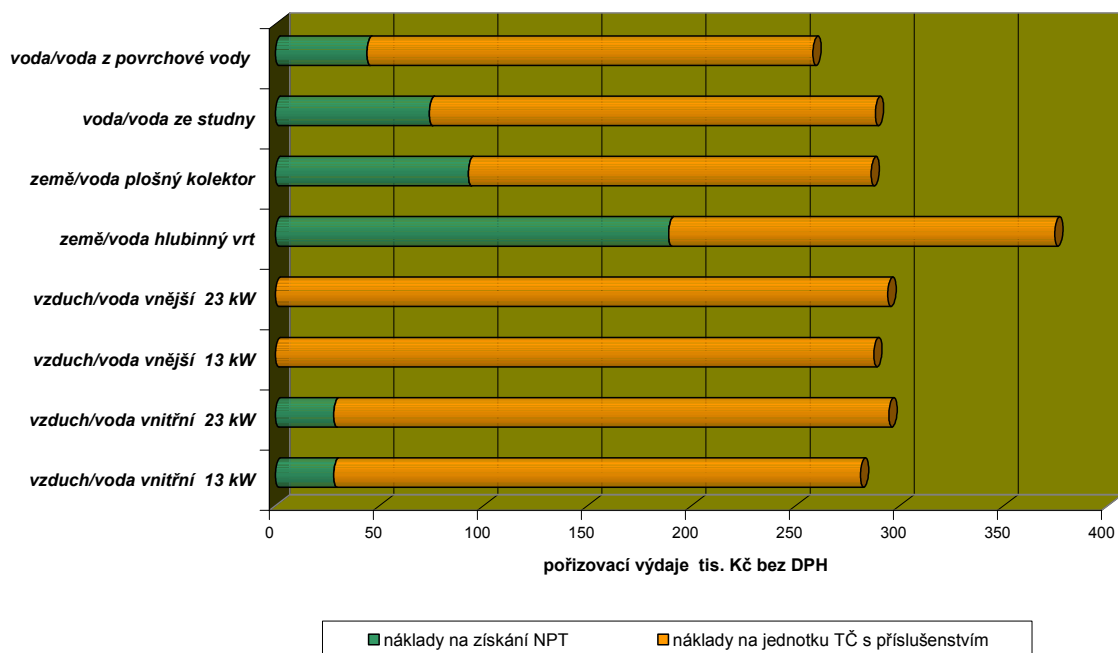
❖ *zdrojem NPT voda ze studny*

| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPW 10 | 157,0 |
| | nabíjecí zásobník 100 litrů | 11,4 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 3,2 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | sací a vsakovací studny hloubka 10 m | 40,0 |
| | sada pro připojení primárního okruhu | 34,0 |
| | montáž | 12,0 |
| celkem | | 288,3 |

❖ *zdrojem NPT povrchová voda prostřednictvím výměníku*

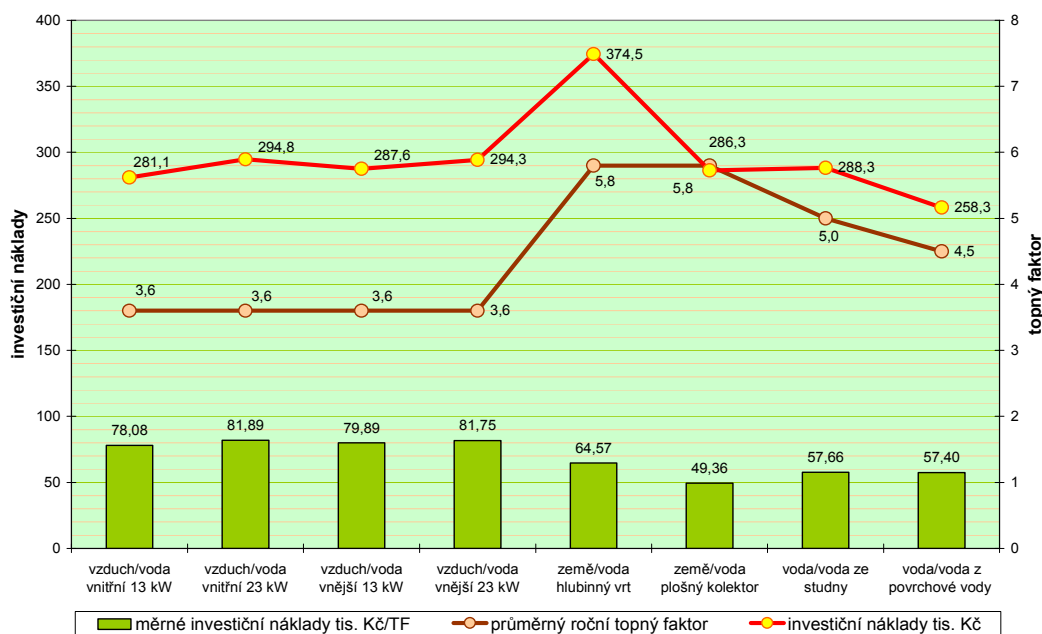
| | popis | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------|--|--------------------|
| jednotka a příslušenství | tepelné čerpadlo WPW 10 | 157,0 |
| | nabíjecí zásobník 100 litrů | 11,4 |
| | kompaktní sada vč. oběhového čerpadla | 12,5 |
| | externí ekvitermní regulace | 13,2 |
| | tlumič chvění | 3,2 |
| | elektroinstalace pro tepelné čerpadlo | 5,0 |
| zdroj NPT tepla | výměník z plastových hadic uložený ve vodě | 20,0 |
| | sada pro připojení primárního okruhu | 24,0 |
| | montáž | 12,0 |
| celkem | | 258,3 |

Na následujícím grafu jsou znázorněny pořizovací výdaje na jednotlivé systémy tepelných čerpadel pro vytápění rodinného domu s tepelnou ztrátou 10 kW. Zeleně označenou část pořizovacích nákladů tvoří investice do zdroje nízkopotenciálního tepla, oranžovou barvou je označen podíl na jednotce tepelného čerpadla s příslušenstvím a montáží. Hodnoty v grafu jsou platné pro tepelná čerpadla výrobce Stiebel Eltron a vychází z výše uvedených tabulek.



Z grafu je zřejmé, že systém země/voda s hlubinným vrtem je výrazně nejnákladnější variantou. Naopak nejnižší pořizovací výdaje je vykazuje systém voda/voda z povrchové vody. Tento systém je však náročný na dostupnost této vody a získání povolení příslušných orgánů.

V následujícím grafu jsou znázorněny investiční náklady různých systémů v porovnání s předpokládaným průměrným topným faktorem tepelného čerpadla.



Pozn.

Hodnoty uvedené v grafu jsou získány z dokumentace zařízení výrobce Stiebel Eltron

Náklady na provoz tepelného čerpadla k vytápění

V následující kapitole je nastíněna problematika porovnávání provozních nákladů elektrickou energií poháněných tepelných čerpadel.

Výše spotřeby elektřiny TČ je odvozena z hodnoty topného faktoru, kterým je vyjádřen podíl vyrobené energie k potřebnému elektrickému příkonu tepelného čerpadla.

Pro objektivní posouzení spotřeby TČ je třeba zahrnout spotřeby následujících součástí tepelného čerpadla, bez nichž je systém neúplný a není schopen produkovat teplo. Celkovou spotřebu fungujícího systému tvoří dílčí spotřeby následujících částí:

- kompresoru
- čerpadla primárního okruhu (zdroje NPT)
- ventilátoru (systém vzduch/voda)
- regulátoru
- řídicích a ovládacích prvků TČ

Naopak spotřeba oběhového čerpadla otopné soustavy se do této spotřeby nezapočítává, neboť toto čerpadlo bývá součástí každého teplovodního systému vytápění.

V předchozích odstavcích již bylo poznamenáno, že efektivita provozu tepelného čerpadla je ovlivněna provozními parametry systému. Mezi nejvýznamnější parametry patří teplota nízkopotenciálního zdroje tepla a požadovaná teplota výstupní topné vody TČ.

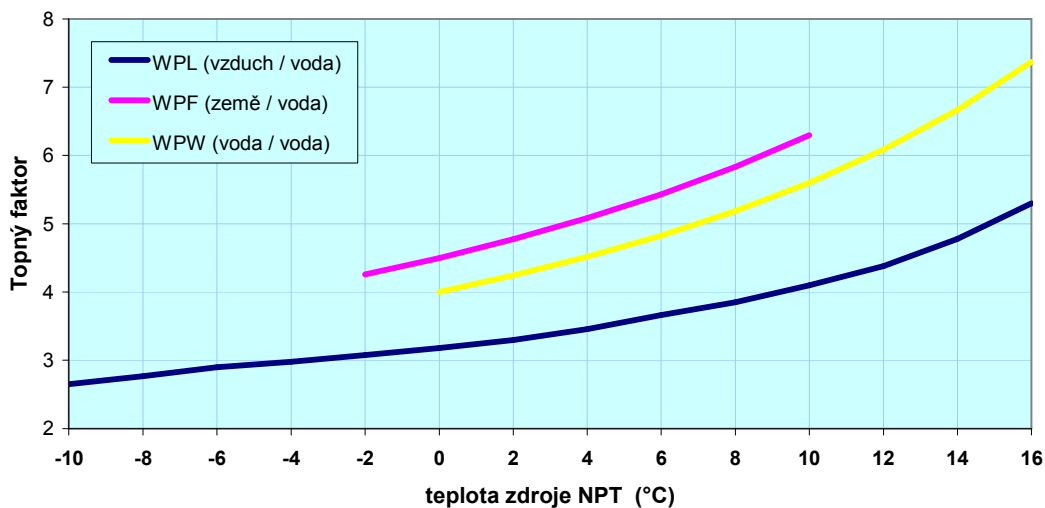
Seriózní dodavatelé tepelných čerpadel udávají topný faktor ϵ vždy vztažený k určité výši tepelného spádu. Například topný faktor 4,5 pro teplotu vody na vstupu 0 °C a teplotu topné vody na výstupu 35 °C.

Například výrobce Stiebel Eltron uvádí ve svých materiálech následující hodnoty topného faktoru ϵ pro různé typy tepelného čerpadla:

| Typ TČ - systém | Teplota °C zdroje NPT / topná voda | Topný faktor ϵ |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| WPW 10 (voda / voda) | 10 / 35 | 5,6 |
| WPF 10 (země / voda) | 0 / 35 | 4,5 |
| WPL 13 (vzduch / voda) | 10 / 35 | 4,1 |
| | 2 / 35 | 3,3 |
| | - 7 / 35 | 2,8 |
| | - 15 / 35 | 2,1 |

Jelikož se v praxi liší provozní podmínky (teplotní spád zdroje NPT a požadovaná průměrná teplota topné vody), odlišuje se logicky od hodnoty udávané výrobcem tepelného čerpadla i hodnota topného faktoru.

V následujícím grafu jsou patrné průběhy topného faktoru v závislosti na teplotě zdroje nízkopotenciálního tepla. Průměrná teplota topné vody je uvažována + 35 °C.



Topný faktor, který je dán kvalitou tepelného čerpadla a provozními podmínkami, určuje výši spotřeby elektřiny na provoz tepelného čerpadla a provozní náklady.

Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že srovnání nákladů na provoz různých systémů tepelných čerpadel mnoha dodavatelů, není z objektivních důvodů možné.

Provozní náklady na provoz tepelného čerpadla je možné vyčíslit pro konkrétní typ tepelného čerpadla a konkrétní provozní podmínky. Konkrétní náklady na provoz TČ bývají nedílnou součástí energetického auditu pro tepelné čerpadlo.

7. Výběr optimální varianty pro použití daného typu tepelného čerpadla a dané klimatické podmínky

Volba druhu TČ závisí hlavně na místních podmínkách z hlediska dostupnosti dostatečného množství nízkopotenciálního tepla, na množství požadovaného tepla a na teplotním spádu otopné soustavy.

Před výběrem tepelného čerpadla je důležité najít odpověď na následující otázky:

- Existují ještě výrazné rezervy stavu domu s ohledem na tepelně-technické vlastnosti ?
- Je použitá otopná soustava v domě nízkoteplotní ?
- Jaký je potřebný tepelný výkon, který se odvíjí z tepelné ztráty objektu ?
- Je tepelná ztráta domu taková, že nebude třeba bivalentního zdroje ?
- Jaký je způsob stávajícího vytápění ?
- Jaký je způsob stávající přípravy teplé vody ?
- Jaké jsou provozní náklady na vytápění a přípravu teplé vody ?
- Jaká je stávající roční spotřeba elektřiny a roční náklady na ni ?
- Je možné v případě potřeby navýšit kapacitu přípojky - velikost jističe ?
- Má dům vzduchotechnické zařízení pro výměnu vzduchu ?
- Do jaké teplotní oblasti spadá lokalita pro vytápění tepelným čerpadlem ?
- Je v dosahu domu vhodný vydatný zdroj podzemní vody ? Má tato voda vhodné složení a teplotu ?
- Je v dosahu domu vhodný zdroj nezmrazující povrchové vody ? Lze získat povolení k umístění výměníku nebo k odběru vody ?
- Je v dosahu domu prostor pro zemní vrty ? Je tento pozemek přístupný pro vrtací techniku ? Lze získat povolení k vrtacím pracem ?
- Je v objektu domu nebo v okolí domu místo pro TČ, kde zdrojem NPT bude vzduch ? Nenachází se toto místo tam, kde by chod ventilátoru neobtěžoval okolní obyvatele ? Bude toto místo dostatečně větrané ?

Rozhodnutí

- **Volba TČ voda – voda**
- **Volba TČ země – voda**
- **Volba TČ vzduch – voda**
- **Volba TČ vzduch – vzduch**

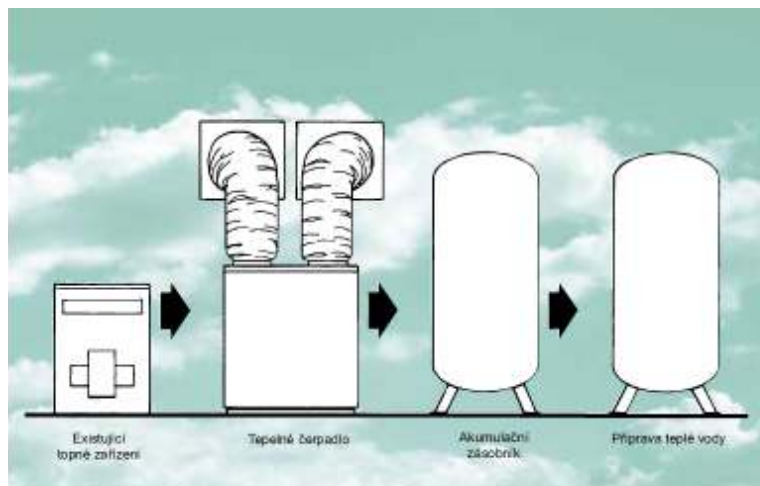
- **Volba provozu TČ – monovalentní provoz**
- **Volba provozu TČ – bivalentní provoz**

- **TČ pouze pro vytápění**
- **TČ pro vytápění a přípravu teplé vody (dle počtu osob v domě)**

- **Dodavatel tepelného čerpadla**

Tepelné čerpadlo není jednoduché zařízení a jeho vývoj probíhal desetiletí. Investice do něho je dlouhodobá a není nikterak nízká. Na trhu se vyskytují TČ v různých kvalitách a cenových relacích. Kdo chce vsadit na jistotu, měl by investovat do čerpadla od výrobce s dlouhodobou tradicí a vývojem. Za cenu jistoty a určité záruky serióznosti však zaplatíme vyšší cenu. Ti, kteří jsou ochotni zariskovat, mohou vybrat zařízení od výrobce s krátkým působením na trhu. I takové stroje však mohou být kvalitní a za nižší cenu. Porouchané tepelné čerpadlo však již zpravidla každý jiný výrobce tepelných čerpadel, kromě výrobce čerpadla, vyřeší pouze náhradou za jiné zařízení.

Pořízení tepelného čerpadla není levnou záležitostí a proto je na místě nechat si odborníkem posoudit tento záměr. K doporučení realizace TČ a výběru vhodného systému může sloužit dobře a objektivně zpracovaný energetický audit, zpracovaný nezávislým energetickým auditorem. Tento by měl na základě ekonomického vyhodnocení posoudit vhodnost realizace popřípadě doporučit systém TČ. Může se stát, že auditor nalezne způsob efektivnějšího využití investičních prostředků zadavatele.



- **Volba typu TČ dle zdroje NPT a dle klimatických podmínek**

Závisí na průměrné venkovní teplotě v otopném období

- Lokality chladné (s výpočtovou venkovní teplotou $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) vhodné volit systémy země - voda, voda – voda.
- Lokality teplé (s výpočtovou venkovní teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) vhodné volit systémy – vzduch - voda, vzduch – vzduch.

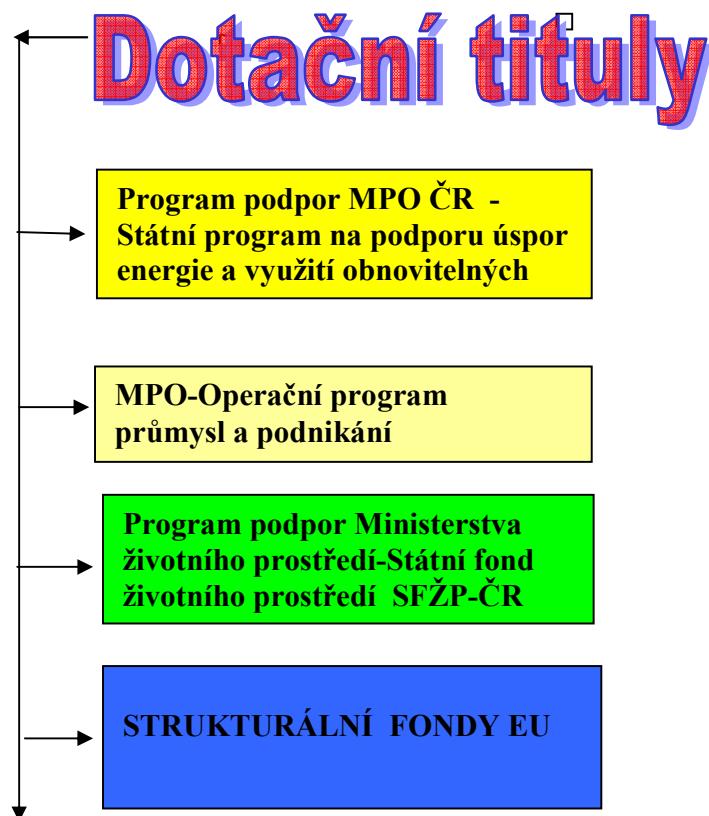
8. Dotační tituly vedoucí k rozvoji využití tepelných čerpadel v podmínkách ČR

Pro naplňování Státní energetické koncepce schválené usnesením vlády ČR č. 211 ze dne 10. března 2004 a naplňování Národního programu hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných a druhotných zdrojů vláda přijala programy úspor.

Tyto programy obsahují dotační tituly umožňující využití podpor a dotací na uvedenou problematiku. Systém podpor zahrnuje soubor komplexních opatření jejichž součástí je i dotační podpora na rozvoj a využívání tepelných čerpadel (TČ).

Státní program jakožto výchozí programový materiál je zaměřen na:

- Zavádění energeticky úsporných opatření v oblasti výroby, přenosu, distribuce a spotřeby energie.
- Vyšší využívání obnovitelných zdrojů energie.
- Rozvoj kombinované výroby elektřiny a tepla.



Kromě těchto možných dotačních titulů existují nebo existovaly možnosti na úrovni regionů, nebo měst, příklady mohou být:

- Podpora rozvoje TČ dodavatelem elektřiny na území hlavního města PRE a.s. (celkem bylo podpořeno 250 ks zařízení – akce již byla zrušena).
- Podpora rozvoje TČ na území města Plzně (akce magistrátu).

Program podpor MPO – ČR

Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie po rok 2006.

Členění Státního programu

I. Podpora energetického plánování a certifikace budov

odstavec I.1. Územní energetické plánování

odstavec I.2. Akční plány pro rekonstrukci nebo modernizaci fondu budov

odstavec I.3. Plány úspor energií v průmyslových podnicích

odstavec I.4. Plány výstavby Center energetického využití komunálních odpadů

odstavec I.5. Průkazy energetické náročnosti budov

II. Výrobní a rozvodná zařízení energie

odstavec II.1. Zvýšení účinnosti užití energie ve výrobních a rozvodných zařízeních energie

odstavec II.2. Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla

odstavec II.3. Vyšší využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie

III. Podpora opatření ke zvýšení účinnosti užití energie

odstavec III.1. Snížení energetické náročnosti průmyslových podniků

odstavec III.2. Komplexní opatření ke snížení energetické náročnosti energetického hospodářství a budov pro potřeby školství, zdravotnictví a občanské vybavenosti

odstavec III.3. Komplexní opatření ke snížení energetické náročnosti bytových domů

odstavec III.4. Nízkoenergetické a pasivní bytové domy

odstavec III.5. Komplexní opatření ke snížení energetické náročnosti osvětlovací soustavy

odstavec III.6. Projekty financované z úspor energie

IV. Poradenství, vzdělávání, propagace a informovanost k hospodárnému užití energie s vlivem na zlepšení životního prostředí

odstavec IV.1. Poradenství

odstavec IV.2. Krajské energetické agentury

odstavec IV.3. Vzdělávání a propagace

odstavec IV.4. Zpracování produktů k podpoře poradenství, vzdělávání a propagace

V. Specifické programy pro pilotní projekty, vzdělávání, studie a spolupráci na mezinárodních projektech

Předmět a účel poskytování podpory

1. Státní program podporuje realizaci opatření k hospodárnému užití energie a snížení zátěže životního prostředí se zaměřením na co nejvyšší efektivitu vynaložených prostředků státního rozpočtu k rozšíření využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie, na jejich vývoj, výzkum, pilotní projekty, mezinárodní projekty a na poradenství, vzdělávání, osvětu a propagaci. Státní program vytváří postupné podmínky pro naplnění zákona č. 180/2005 Sb. a indikativního cíle dosáhnout do roku 2010 8% podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny v České republice.
2. Poskytnutí a čerpání dotace je podmíněno dodržením ustanovení zákona č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech, vyhlášky č. 231/2005 Sb., nařízením vlády č. 63/2002 o pravidlech pro poskytování dotací ze státního rozpočtu na podporu hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných zdrojů, zákona č. 40/2004 Sb., o veřejných zakázkách a zákona č. 215/2004 Sb., o veřejné podpoře, všech ve znění pozdějších předpisů, a Hlavy VI, Čl. 87 a 88 Smlouvy o založení ES.
3. Dotace může být poskytnuta podnikatelským subjektům (právníkům i fyzickým osobám), neziskovým organizacím, vysokým školám zřízeným podle zákona č. 111/1998 Sb., městům, obcím a krajům a jimi zřízeným organizacím. Žadatel o dotaci musí vykonávat činnost na území ČR.
4. Žadatel o dotaci musí mít k datu podání žádosti vypořádány všechny závazky vůči státnímu rozpočtu a státním fondům republiky, včetně bezdlužnosti vůči zdravotním pojišťovnám.
5. Poskytnuté státní prostředky musí být vyčerpány v daném rozpočtovém roce, ve smyslu zákona č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech, ve znění pozdějších předpisů.
6. Veškerá dokumentace, vztahující se k podpořeným řešením a použité materiály, včetně provedení stavebních a montážních prací, musí odpovídat současně platným předpisům ČR a ČSN.
7. Do celkových nákladů na realizaci akce lze zahrnout pouze náklady přímo související s energeticky úspornými opatřeními nebo využitím obnovitelných zdrojů energie, včetně projektových prací a nákladů na zpracování energetických auditů. Nelze uplatnit náklady, které byly zahrnuty do nákladů pro podporu z jiných veřejných zdrojů. Započítat lze náklady vzniklé po datu podání žádosti, s výjimkou nákladů na projektové práce, zpracování energetického auditu nebo nákladů vzniklých v souvislosti s výběrovým řízením dle Čl. 10 odst. III.6., které se mohou započítat pokud není datum jejich zdanitelného plnění před 1.1.2005.
8. Vyhlášovatel v průběhu kalendářního roku může vyhlásit dotační titul dle Čl. 10 odst. V, na akce, které souvisejí s programem úspor energie a obnovitelných, druhotných a alternativních zdrojů, které jsou nezbytnou součástí naplňování Státní energetické

koncepce a Státního programu a které vyplývají z naplňování nových závazných směrnic Evropské unie.

9. Dotace se poskytuje na pořízení komponentů a zařízení, které jsou od jeho výroby prvně uvedeny do provozu a toto zařízení nesmí být starší tří let.
10. Na dotaci není právní nárok.

Žádost o poskytnutí dotace

1. Žádost musí být předložena v předepsané písemné formě (případně i v elektronické formě na disketě, případně e-mailem na adresu info@ceacr.cz, pro zpracování žádostí v elektronickém informačním systému). V žádostech musí být vyplněny údaje identifikující žadatele a požadované technické a finanční údaje, včetně nákladů na provoz a na realizaci akce.
2. Žádosti včetně požadovaných příloh se podávají osobně nebo poštou, **v uzavřené obálce, která bude zřetelně označena „Státní program“**, na kontaktní adresu administrátora uvedenou ve čl. 9 bod 5. **Každá žádost** musí být podána **v samostatné obálce**.
3. Žádosti o dotaci je i s předepsanými přílohami nutno podat či zaslat:
 - **do 13.1.2006** – žádosti dle Čl. 10, odst. IV.1 a žádosti dle Čl. 10, odst. IV.2 na činnost KEA založených v minulých letech
 - průběžně **do 30.6.2006** – žádosti dle Čl. 10, odst. IV.2 na nově zřizované KEA
 - průběžně **do 30.4.2006** – žádosti dle Čl. 10, odst. I., odst. III.6.1 a odst. IV.3
 - **do 31.1.2006** - ostatní žádosti o dotaci
 - **v termínech stanovených** při vyhlášení specifických programů dle Čl. 10, odst. V.
4. Rozhodujícím datem registrace žádosti je datum uvedené na poštovním razítku nebo datum osobního podání na kontaktní adrese, kde je možné žádosti podávat v Po - Čt od 9:00 do 16:00 hod. a v Pá od 9:00 do 15:00 hod.
5. Žádostem podaným jiným než výše uvedeným způsobem, neoznačeným nebo podaným po termínu nebude přiřazeno evidenční číslo a nebudou hodnoceny v rámci výběrového řízení. Tito žadatelé budou o této skutečnosti vyrozuměni a mohou si své žádosti po předchozí domluvě na sekretariátu ČEA vyzvednout.

6. Požadované přílohy k žádosti o dotaci:
- a) Energetický audit – vztahuje se pouze na žádosti dle Čl. 10, odst. II.1., II.2., II.3., III.1.1., III.2., III.3., III.5. a III.6. Energetický audit musí být zpracován v souladu s vyhláškou č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti a náležitosti energetického auditu, ve znění pozdějších předpisů.
 - b) Propočet předpokládané výše úspor energie a snížení emisní zátěže v t CO₂/rok – pouze k žádosti dle Čl.10, odst. III.1.2.
 - c) Energetický průkaz objektu, zpracovaný v souladu s vyhláškou č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách – vztahuje se na žádosti dle Čl.10, odst. III.4., resp. u žádostí dle odst. III.4.2. včetně vyčíslení spotřeby energie na přípravu teplé vody vyjádřené v jednotkách primární energie.
 - d) Kopie dokladů a vyhodnocení zadání veřejné zakázky dle zákona č. 40/2004 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů (nevztahuje se na Čl. 10, odst. III.6.1 a odst. IV.).
 - e) Čestné prohlášení, že má žadatel vypořádány všechny závazky vůči státnímu rozpočtu a státním fondům republiky, včetně bezdlužnosti vůči zdravotním pojišťovnám.
 - f) Formuláře dle Přílohy č. 2 vyhlášky Ministerstva financí č. 231/2005 Sb., o účasti státního rozpočtu na financování progr. reprodukce majetku (nevztahuje se na Čl. 10, odst. IV.).
 - g) Souhlas zřizovatele s realizací akce – pouze příspěvkové a rozpočtové organizace krajů, měst a obcí, a organizace, v nichž má kraj, město nebo obec 100% majetkovou účast.
 - h) Kopie výpisu z obchodního rejstříku, živnostenského listu, zřizovací listiny nebo jiného dokladu o právním postavení žadatele.
 - i) Výpis z katastru nemovitostí – u akcí, při kterých dochází k pořízení nebo technickému zhodnocení staveb a zařízení vedených v katastru nemovitostí.
 - j) Časový harmonogram realizace akce a provozu tepelného hospodářství podnikem energetických služeb – pouze k žádosti o dotaci dle Čl. 10, odst. III.6.
 - k) Kopie dokladů o dosaženém vzdělání a odborném zaměření přihlašovaného poradce, délka a oblast dosavadní praxe, případně kopie osvědčení o zápisu do Seznamu energetických auditorů – pouze k žádostem o dotaci dle Čl. 10, odst. IV.1. a IV.2.
 - l) Podrobnou osnovu, harmonogram a kalkulaci nákladů na realizaci akce – pouze k žádostem o dotaci dle Čl. 10, odst. IV.3. a IV.4.
7. K žádostem o dotaci podle Čl. 10 odst. V. budou požadované přílohy stanoveny při vyhlášení, půjde mj. o akreditaci v příslušném oboru nebo kvalifikační předpoklady k řešení vyhlášeného tématu.
8. Příslušné formuláře žádostí a vzory prohlášení budou k dispozici na kontaktní adrese a ve střediscích EKIS (seznam uveden na www.ceacr.cz).

Projednáání žádosti o dotaci

1. Dotace je poskytována na základě výsledku výběrového řízení. Výběr akcí pro poskytnutí dotace provedou hodnotitelské komise jmenované vyhlášovatelem. O výsledku výběrového řízení bude žadatel písemně informován do 30 dnů od rozhodnutí hodnotitelské komise.
2. U žádostí dle Čl. 10, odst. II.1., II.2., II.3, III.1.1., III.2., III.3. bude podkladem pro hodnotitelskou komisi vyhodnocení žádostí zpracované podle metodiky pro Státní program. Metodika je zveřejněna na webových stránkách administrátora.
3. Žádosti o zařazení do poradenské sítě (Čl. 10, odst. IV.1. – poradenství) pro rok 2006 budou hodnotitelskou komisí vyhodnoceny a výsledky budou písemně oznámeny do 28. 2. 2006.
4. Témata dle Čl. 10 odst. V. se vyhláší průběžně během kalendářního roku a obdržené žádosti budou projednány hodnotitelskou komisí. Kritéria pro hodnocení žádostí budou součástí vyhlášených témat.
5. Proti rozhodnutí hodnotitelské komise je možné podat odvolání na kontaktní adresu administrátora v termínu do 30 dnů od oznámení rozhodnutí hodnotitelské komise.
6. Žadatelé, jejichž žádosti o poskytnutí dotace budou hodnotitelskými komisemi vybrány, předloží do 30 dnů od oznámení rozhodnutí hodnotitelské komise (mimo dotací dle Čl. 10, odst. III.6 a odst. IV.):
 - a) Stavební povolení nebo stavební ohlášení u akcí, u kterých jsou tyto dokumenty požadovány dle zákona č. 109/2001 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů.
 - b) Doklad o zajištění finančních prostředků na realizaci akce nad rámec poskytnuté dotace tak, aby bylo jednoznačně prokázáno krytí potřebných nákladů průběžně po celou dobu realizace akce.
 - c) Harmonogram realizace akce, ze kterého vyplývá, že do konce roku 2006 bude kromě dotace proinvestována minimálně jedna třetina vlastních prostředků.
 - d) Potvrzení finančního úřadu o neexistenci daňových nedoplatků, potvrzení okresní správy sociálního zabezpečení o neexistenci nedoplatků na pojistném a penále na sociální zabezpečení a na příspěvku na stání politiku zaměstnanosti.
7. Žadatelé, jejichž žádosti o poskytnutí dotace v rámci Čl. 10, odst. IV. budou hodnotitelskými komisemi vybrány, předloží do 30 dnů od oznámení rozhodnutí hodnotitelské komise:
 - a) Číslo účtu, na který bude poskytnuta dotace.
 - b) Smlouvu s poradcem na výkon poradenské činnosti, uzavřenou v souladu se zákonem č.65/1965 Sb., zákoníkem práce, ve znění pozdějších předpisů (pouze Čl. 10, odst. IV.1.).

- c) Požadované údaje o vybraných poradcích (podle pokynů ČEA), aby bylo možno vystavit osvědčení k výkonu poradenské činnosti v roce 2006 (pouze Čl. 10, odst. IV.1.).
8. Vyhlášovatel si vyhrazuje právo požadovat doplňující podklady či informace.

Čerpání dotací

1. Čerpání dotace se řídí vládním nařízením č. 63/2002 Sb., o pravidlech pro poskytování dotací ze státního rozpočtu na podporu hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných a druhotných zdrojů.
2. Dotace bude použita výhradně k úhradě nákladů přímo souvisejících s financováním vybrané akce. Za dodržení podmínek účelovosti použití dotace a dosažení cílů a parametrů akce.
3. Dotace se přiděluje vydáním Rozhodnutí o účasti státního rozpočtu na financování akce (dále jen Rozhodnutí). Nedílnou součástí Rozhodnutí jsou Podmínky poskytnutí dotace (dále jen Podmínky), na jejichž splnění je vázáno definitivní přiznání dotace.
4. V případě, že nebude možné dodržet závazné ukazatele a podmínky realizace podpořené akce, je příjemce dotace povinen podat na adresu administrátora písemnou žádost o změnu Rozhodnutí, a to nejpozději do 30 dnů ode dne, kdy se o této skutečnosti dozvěděl. Žádost musí obsahovat specifikaci změn v realizaci podpořené akce, včetně jejich zdůvodnění a návrhu řešení. Administrátor žádost posoudí a rozhodne o dalším postupu.
5. Účetní doklady, na jejichž základě bude příjemce dotace čerpat dotaci, nesmí být vystaveny před datem 1.1.2006. Dotace bude poskytnuta na zvláštní účet příjemce, pokud nebude ve vztahu k Čl. 10, odst. IV. v Podmínkách stanoveno jinak.
6. Příjemce dotace je povinen realizovat akci:
 - a) Zpracování produktu dle Čl. 10, odst. IV.4. včetně posouzení v oponentním řízení nejpozději do 31.10.2006.
 - b) Organizace semináře nebo konference dle Čl. 10, odst. IV.3. nejpozději do 15.12.2006.
 - c) U ostatních akcí do 18 měsíců ode dne vydání Rozhodnutí. Akce je považována za dokončenou, je-li protokolárně převzata a je-li vydáno kolaudační rozhodnutí, nebo je objekt či zařízení uvedeno do zkušebního provozu.

Závěrečné vyhodnocení a definitivní přiznání dotace

1. Příjemce dotace předloží v termínech uvedených v „Podmínkách“:
 - a) Zprávu o plnění závazných ukazatelů a podmínek účasti státního rozpočtu stanovených v Rozhodnutí.
 - b) Vyúčtování nákladů akce a finančního vypořádání prostředků státního rozpočtu poskytnutých na financování akce v rozsahu uvedeném v Podmínkách, náklady musí být doloženy daňovými doklady ve smyslu zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty.
2. Administrátor zabezpečí kontrolu údajů uvedených v odst. 1) a v případě, že:
 - a) Zjistí porušení Podmínek účasti státního rozpočtu uvedených v Rozhodnutí, případně jiné neoprávněné použití prostředků státního rozpočtu, předá zjištění místně příslušnému finančnímu úřadu jako podnět k zahájení řízení ve věci odvodů za porušení rozpočtové kázně podle zákona č.337/1992 Sb.,o správě daní a poplatků, ve znění pozdějších předpisů.
 - b) Nezjistí porušení Podmínek účasti státního rozpočtu uvedených v Rozhodnutí, případně jiné neoprávněné použití prostředků státního rozpočtu, ukončí závěrečné vyhodnocení vydáním protokolu o závěrečném vyhodnocení akce.

Společná ustanovení

1. Účelné a hospodárné využití dotace bude předmětem kontroly ze strany vyhlášovatele, který je oprávněn pověřit další právnické i fyzické osoby výkonem činností pro zajištění realizace Státního programu. Těmto subjektům budou poskytnuty potřebné údaje pro daný účel a budou je považovat za obchodně důvěrné. Tímto bodem nejsou dotčena práva ostatních kontrolních orgánů. Finanční kontrola musí být provedena v souladu se zákonem č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole, ve znění pozdějších předpisů.
2. Příjemce dotace je povinen do doby definitivního přiznání dotace umožnit vyhlášovatelé nebo jím pověřené osobě provádět kontroly související s věcným plněním parametrů obsažených v Rozhodnutí, a to v technické i ekonomické části.
3. V případě změny majetkoprávních vztahů je příjemce dotace povinen informovat administrátora o záměru provést změnu a vyžádat si jeho písemný souhlas a to před uzavřením smlouvy o převodu. V případě, že tak příjemce neučiní, jedná se o porušení rozpočtové kázně podle § 14, odst. 3a zákona č. 479/2003 Sb., kterým se mění zákon č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech, t.j. příjemce je povinen dotaci vrátit.

Kontaktní adresa administrátora:

Česká energetická agentura
Vinohradská 8
120 00 Praha 2
tel.: 257 099 011; fax: 257 530 478
e-mail: info@ceacr.cz
www.ceacr.cz

Dotační problematika TČ (je uvedena pod kódem II.3)

II.3. Vyšší využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie

Dotace může být poskytnuta na výstavbu, obnovu nebo rekonstrukci zařízení na využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie. Požadovaná doba návratnosti vložených finančních prostředků je max. do poloviny životnosti zařízení. U zařízení na využívání obnovitelných zdrojů musí být dále splněny následující základní podmínky:

- a) V místě výstavby větrné elektrárny musí být naměřena nebo jiným způsobem zjištěna ve výšce 30-ti metrů nad terénem roční průměrná rychlost větru minimálně 5,2 m/s.
- b) Nově instalovaná turbína u malých vodních elektráren musí dosáhnout v provozním optimu minimálně účinnost 85 % (měřeno na spojce turbíny). U renovací starších typů je nutno dosáhnout minimálně účinnost 80 %, při nezbytnosti jejich koncepce automatického provozu jako průtočné MVE.
- c) Instalovaná tepelná čerpadla by měla mít minimální průměrný roční topný faktor 3,0. Tepelná čerpadla nesmí obsahovat chladivo s tzv. "tvrdými" freony, např. R22.
- d) U solárních kolektorů (s výjimkou kolektorů s fresnelovými čočkami) musí být dodržena.

Optická součinnost min. 80% při jejich klidové teplotě min 15°C (při teplotě vzduchu + 25°C).

Výše dotace: až 30% celkových nákladů na opatření maximálně 3 mil. Kč na jednu akci

Operační program průmysl v podnikání (OPPP)

Cílem tohoto programu je zachovat a dále rozvíjet konkurence schopný a efektivní potenciál sektoru průmyslové výroby, služeb a rozvoj sektoru energetiky, účinně přispívat ke zvyšování hospodářské výkonnosti výrobní základny a podpořit potřebné strukturální změny průmyslu tak, aby byla ČR v rámci EU rozvinutým regionem.

Struktura programu

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| - Program Úspory energie | - Program Realita |
| - Program Obnovitelné zdroje energie | - Program Školící střediska |
| - Program Marketing | - Program Klastry |
| - Program Start | - Program rozvoj |
| - Program Kredit | - Program Inovace |

Základním předpokladem žádosti o podporu je kvalitní podnikatelský záměr. Projekt musí být realizovatelný, efektivní a udržitelný.

Je vhodné program konzultovat s Regionálními kanceláři agentury CzechInvestu, které jsou ve všech krajských městech. Zdrojem informací jak dále postupovat jsou internetové stránky MPO (www.MPO nebo www.czechinvest.ogr).

Úplnost žádostí, splnění všech formálních požadavků, úplnost příloh zkontrolují pracovníci Regionální kanceláře CzechInvestu. Hodnocení každého projektu provádí hodnotitelská komise. Konečné rozhodnutí provádí MPO.

Dotační titul pro tepelná čerpadla spadá do programu „*Obnovitelné zdroje energie*“. Program je určen pro podnikatelský sektor. Příjemce podpory musí být malý, nebo střední podnikatel, oprávněný podnikat na území ČR.

*Podpora je poskytována na uznatelné náklady (viz metodika výpočtu uznatelných nákladů).
Minimální dotace na akci 0,5 mil. Kč, maximální dotace 30 mil. Kč.
Maximální výše podpory je 46% uznatelných nákladů.*

Program podpor MŽP

Podpory jsou poskytovány z prostředků Státního fondu životního prostředí (SFŽP ČR) jsou podporovány pouze projekty zaměřené na využití obnovitelných zdrojů energie (OZE). Dotační tituly a kritéria pro posuzování žádostí jsou vyhlašovány každoročně vždy začátkem roku. Pro rok 2006 byla schválena následující struktura opatření.

Opatření 1.A. Investiční podpora environmentálně šetrných způsobů vytápění a ohřevu vody pro byty a rodinné domy pro fyzické osoby.

Jde o lokální systémy, které využívají sluneční energii nebo energii biomasy. Podpora je poskytována pouze na již ukončené akce a podmínkou získání podpory je splnění stanovených kritérií uvedených v odborném posudku.

Opatření 1.A se dělí na dvě samostatné větve:

Opatření 1.A.a – kotle na biomasu. Maximální limit dotace je 50 % ze základu pro výpočet podpory, maximálně však 50 tis. Kč na jednu akci.

Opatření 1.A.b – solární systémy. Maximální limit dotace je 50 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jednu akci činí 50 tis. Kč.

Žadatel může požádat o podporu pouze v případě, pokud systém, na který žádá podporu je již prokazatelně v trvalém provozu, maximálně však do 12 měsíců od data uvedení do trvalého provozu.

Opatření 2.A Investiční podpora environmentálně šetrných způsobů zásobování energií v obcích a částech obcí, včetně bytových domů.

Program se vztahuje jak na výstavbu nových systémů využívajících obnovitelné zdroje, tak na přechod stávajících systémů využívajících fosilní paliva na obnovitelné zdroje. Jde o instalaci systémů využívajících biomasu, solárních systémů a tepelných čerpadel (mimo fyzických osob). Podpora se vztahuje i na systémy s kombinovanou výrobou tepla a elektrické energie. Podmínkou získání podpory je splnění kritérií uvedených v osnově energetického auditu. V rámci programu jsou přijímány pouze žádosti, kde očekávané investiční náklady na realizaci akce nepřesáhnou 5 mil. Kč.

Maximální limit dotace je 50 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jednu akci činí 2,5 mil. Kč.

Opatření 3.A. Investiční podpora environmentálně šetrných způsobů vytápění a ohřevu vody nebo výroby elektřiny ve školství, zdravotnictví a objektech sociální péče.

Jedná se o náhradu nebo částečnou náhradu vytápění nebo ohřevu vody nebo výroby elektřiny zařízením na využívání obnovitelných zdrojů energie (kotle na biomasu, tepelná čerpadla, solární a fotovoltaické systémy). Podmínkou získání podpory je splnění kritérií uvedených v osnově energetického auditu nebo odborného posudku v případě fotovoltaických systémů. V rámci programu jsou přijímány pouze žádosti, kde očekávané investiční náklady na realizaci akce nepřesáhnou 5 mil. Kč.

Maximální limit dotace je 70 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jednu akci činí 3,5 mil. Kč, respektive 4,5 mil. Kč u subjektů registrovaných podle zákona č.3/2002 Sb.

Opatření 4.A. Investiční podpora vytápění bytů a rodinných domů tepelnými čerpadly pro fyzické osoby.

Jde výhradně o lokální tepelná čerpadla pro vytápění, případně v kombinaci s jiným zdrojem, pro fyzické osoby. Kombinace tepelného čerpadla s jiným zdrojem je možná. Podpora je poskytována pouze na již ukončené akce a podmínkou získání podpory je splnění stanovených kritérií uvedených v odborném posudku. Žadatel může požádat o podporu pouze v případě, pokud systém, na který žádá podporu je již prokazatelně v trvalém provozu, maximálně však do 12 měsíců od data uvedení do trvalého provozu.

Maximální limit dotace je 30 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jednu akci činí 50 tis.Kč.

Opatření 8.A Investiční podpora environmentálně šetrných způsobů vytápění a ohřevu vody v účelových zařízeních.

Jde o instalaci solárních systémů, tepelných čerpadel a systémů využívajících biomasu. V úvahu přicházejí na př. veřejné bazény a koupaliště, zařízení sportovišť, dále sušičky, objekty zemědělské výroby, využití odpadního tepla z chladících zařízení a další. Podmínkou získání podpory je splnění kritérií uvedených v osnově energetického auditu.

Žadatel může požádat o podporu pouze v případě, pokud systém, na který žádá podporu je již prokazatelně v trvalém provozu, maximálně však do 12 měsíců od data uvedení do trvalého provozu.

V rámci programu jsou přijímány pouze žádosti, kde očekávané investiční náklady na realizaci akce nepřesáhnou 5 mil. Kč.

Maximální limit dotace je 50 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jednu akci činí 3,5 mil. Kč, respektive 4,5 mil. Kč u subjektů registrovaných podle zákona č. 3/2002 Sb.

Opatření 10.A. Slunce do škol.

Jde o instalace fotovoltaických nebo fototermických zařízení malých výkonů ve školských zřízeních. Účelem je především demonstrace možností získávat energii ze slunečního záření pro žáky a studenty základních a středních škol jako součást vzdělávacího procesu.

V rámci programu jsou přijímány pouze žádosti, kde očekávané investiční náklady na realizaci akce nepřesáhnou 5 mil. Kč.

Maximální limit dotace je 90 % ze základu pro výpočet podpory. Pro fotovoltaická zařízení s instalovaným výkonem do 220 W_p a pro fototermická zařízení s plochou kolektorů do 4 m² je maximální výše podpory 105 tis. Kč.

Opatření 1.B. Podpora vzdělávání, propagace, osvěty a poradenství v rámci celostátní strategické kampaně na podporu využívání obnovitelných zdrojů energie.

Cílem programu je posílení osvěty vedoucí k vyššímu využívání obnovitelných zdrojů energie
Maximální limit dotace je 80 % ze základu pro výpočet podpory.

Opatření 2.B. Podpora vydávání knižních publikací.

Cílem programu je posílení vzdělávání, osvěty, poradenství, propagace a informovanosti o obnovitelných zdrojích energie a o obecných souvislostech jejich využívání.

Maximální limit dotace je 50 % ze základu pro výpočet podpory. Maximální výše dotace na jeden titul činí 250 tis. Kč.

Bližší informace o způsobu podání žádosti a o náležitostech je možno najít na internetové adrese www.sfzp.cz, nebo na e-mailové adrese kancelar@sfzp.cz. Informace též poskytnou Energetická konzultační a informační střediska (EKIS) nebo Energy Centre Č. Budějovice buď osobně, nebo telefonicky na č. 387 312 580 nebo na e-mailové adrese eccb@eccb.cz.

Problematika tepelných čerpadel je zahrnuta do opatření 4A a 8A.

Opatření 4A – určeno pro fyzické osoby.

Výše dotace max. 30% ze základu pro výpočet podpory – maximálně 50 tis. Kč na jednu akci.

Opatření 8A je určeno pro účelová zařízení (veřejné bazény, koupaliště, sportoviště, sušičky, objekty zemědělské výroby apod.). Není určeno pro fyzické osoby.

Strukturální fondy EU

Podpora projektů s tepelnými čerpadly je zařazena do bodu 3.3 OPI – zlepšování infrastruktury ovzduší.

3.3 OP I - Zlepšování infrastruktury ochrany ovzduší

Program:

Infrastruktura (OP I)

Priorita:

Priorita 3 Zlepšování environmentální infrastruktury

Opatření:

3.3 Zlepšování infrastruktury ochrany ovzduší

Opatření bude podporovat projekty zaměřené na zlepšení stavu kvality ovzduší prostřednictvím využívání šetrných technologií při spalování, snižování emisí těkavých organických látek a využívání obnovitelných zdrojů energie.

Cíle podpory:

- snížení množství vypouštěných znečišťujících látek
- zlepšení imisní situace dotčených lokalit
- zlepšení zdravotního stavu obyvatel a stavu vegetace
- snížení emisí skleníkových plynů

Typy podporovaných projektů:

- zavádění technologií šetrných k životnímu prostředí ve spalovnách nebezpečného odpadu (zvláště nemocničního)
- snižování emisí z velkých a středních veřejných spalovacích zařízení (například komunální zdroje tepla)
- rekonstrukce a stavba elektráren využívajících k výrobě elektrické energie obnovitelné zdroje energie
- změna ze stávajících systémů na systémy využívající obnovitelné zdroje energie a tepelná čerpadla
- využití obnovitelných zdrojů energie pro dodávky tepla z obecních kotelen
- výstavba kombinovaných zdrojů elektrické a tepelné energie využívajících biomasu a bioplyn

O podporu mohou žádat:

- podnikatelské subjekty bez omezení velikosti
- neziskové organizace
- obce
- svazky obcí
- kraje
- organizace zřizované obcemi, kraji
- organizace zřizované státem, stát

Region působnosti:

- Moravskoslezský kraj
- Olomoucký kraj
- Zlínský kraj
- Jihomoravský kraj
- Pardubický kraj
- Vysočina
- Jihočeský kraj
- Plzeňský kraj
- Karlovarský kraj
- Ústecký kraj
- Liberecký kraj
- Královéhradecký kraj
- Středočeský kraj

Způsob financování:

| Zdroje v mil. € | | |
|-----------------|------|--------|
| EU | ČR | Celkem |
| 30,9 | 13,2 | 44,1 |

Kontakty:**Státní fond životního prostředí**

Kaplanova 1931/1, 148 00 Praha 11-Chodov, tel: 267 994 300, fax: 272 936 597, 14800 Praha 11, <http://www.sfzp.cz>

Ing. Jiří Míka garant - opatření 3.3 - ovzduší

tel. 1: 267 994 414

email: jmika@sfzp.cz

Ing. Hana Širůčková - garant opatření 3.3 - ovzduší

tel. 1: 267 994 355

email: hsiruckova@sfzp.cz

Ing. Ondřej Vrbický - garant opatření 3.3 - obnovitelné zdroje energie

tel. 1: 267 994 555

email: ovrbicky@sfzp.cz

Ing. Marie Semiánová - garant opatření 3.3 - obnovitelné zdroje energie

tel. 1: 267 994 402

email: msemianova@sfzp.cz

9. Současný stav využití tepelných čerpadel v ČR a porovnání v rámci EU

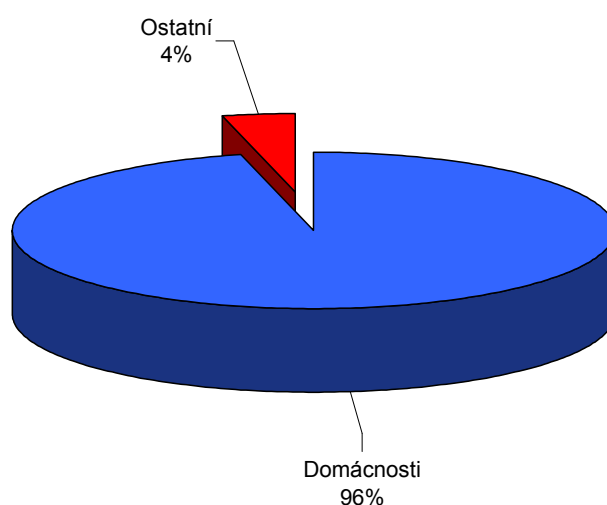
Vzhledem k tomu, že není v ČR jednoznačný statistický podklad evidující počty provozovaných tepelných čerpadel (TČ), bylo nutno pro následující analýzu použít řadu podkladů od různých subjektů participujících na dodávkách a provozu tohoto zařízení.

Hlavním výchozím materiálem byly podklady dodavatelů el. energie, neboť pro provoz TČ (dodávka el. energie) je již několik roků používán speciální tarif (C55, C56, D55, D56). Dalšími podklady byly například „Studie využití tepelných čerpadel ve Středočeském kraji“ zpracovávaná naší organizací v roce 2002 (REA Kladno, s.r.o. 2002), dále údaje od výrobců a dodavatelů TČ, statistický materiál MPO – Obnovitelné zdroje energie, statistika tepelných čerpadel 2005, šetření ČVUT – TČ v ČR, Petrák TZB info 2004, údaje ČEA (přehled podpořených projektů OZE), firemní materiály dodavatelů el. energie, výrobců, prodejců a montážních firem TČ.

Do následující statistiky jsou zahrnuta TČ určená k vytápění a ohřevu TV, popřípadě zařízení sloužící pro výrobu a dodávku tepla pro technologické účely. Nejsou zahrnuta zařízení vzduch/ vzduch sloužící jako klimatizační jednotky.

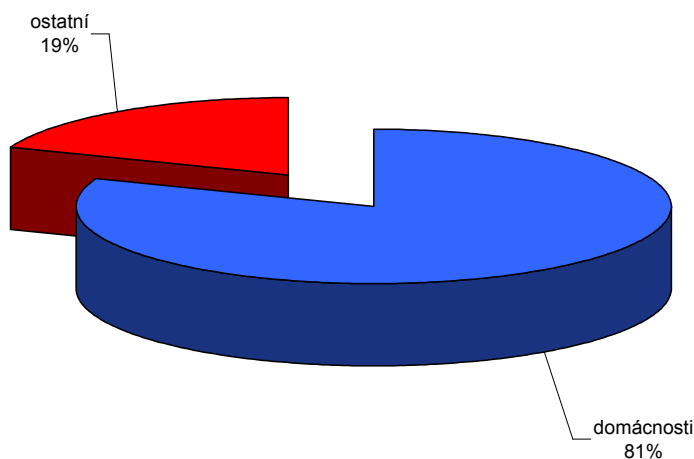
| | |
|---|-----------------|
| Celkový počet TČ (stav 9/ 2006) | 5 198 ks |
| - z tohoto uvedeného množství je provozováno v segmentu „domácnosti“ | 4 990 ks |
| - v segmentu „ostatní“ (služby, podnikatelské a neziskové organizace) | 208 ks |

Podíl dle počtu instalací TČ



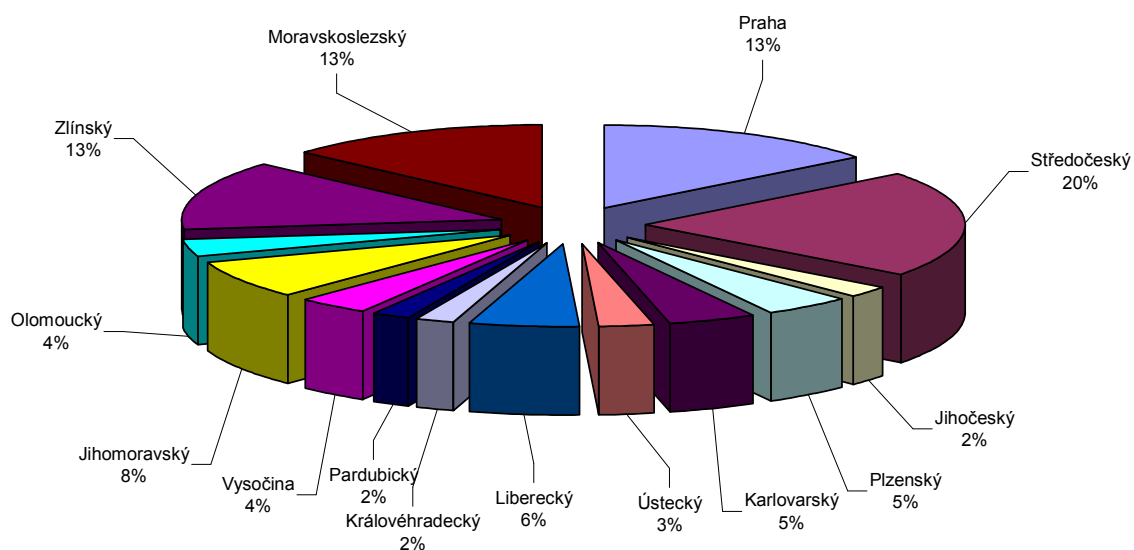
Tepelné výkony TČ v segmentu domácnosti a ostatní jsou rozdílné (viz dále). Z toho vyplývá následující podíl dle výkonu.

Podíl dle vyrobeného tepla/čistý přínos/.



| Rozdělení podle krajů (regionů) | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------|
| 1 | Praha | 748 |
| 2 | Středočeský | 1092 |
| 3 | Jihočeský | 104 |
| 4 | Plzeňský | 234 |
| 5 | Karlovarský | 234 |
| 6 | Ústecký | 140 |
| 7 | Liberecký | 286 |
| 8 | Královéhradecký | 105 |
| 9 | Pardubický | 105 |
| 10 | Vysočina | 182 |
| 11 | Jihomoravský | 390 |
| 12 | Olomoucký | 182 |
| 13 | Zlínský | 706 |
| 14 | Moravskoslezský | 690 |
| | CELKEM | 5198 |

Podíl jednotlivých krajů na celkovém počtu instalací TČ



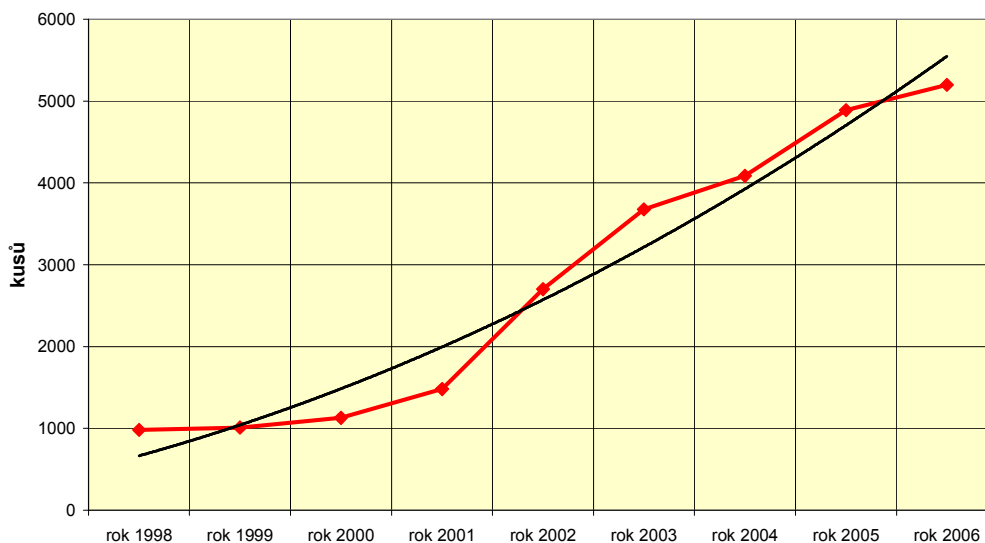
Vývoj v počtu provozovaných TČ v ČR

Prvními instalacemi TČ byla zařízení jednak dovezená a jednak vyrobená v tuzemsku (průmyslově např. Frigera a dále v některých případech amatérsky) od roku 1980.

Počet provozovaných TČ dle statistických údajů

| rok | počet |
|------|-------|
| 1998 | 980 |
| 1999 | 1010 |
| 2000 | 1129 |
| 2001 | 1480 |
| 2002 | 2702 |
| 2003 | 3676 |
| 2004 | 4036 |
| 2005 | 4890 |
| 2006 | 5198 |

Vývoj počtu provozovaných TČ v ČR.

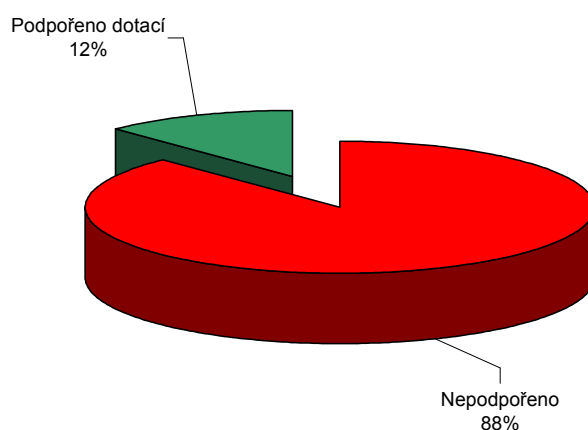


Pro podporu rozvoje tohoto zařízení na využití OZE byly (a jsou) využity státní (popř. regionální) dotace. Kromě prostředků státních, MPO prostřednictvím ČEA a MŽP prostřednictvím SFŽP, byly využívány pobídkové dotace např. dodavatele elektřiny PRE a.s., ŽČE, nebo některých regionů (Plzeň). Přitom pobídkových dotací např. na území hl. města Prahy bylo poskytnuto cca 250.

Celkový počet různou formou podpořených instalací tepelných čerpadel je možno kvantifikovat ve výši 634 ks.

Podíl podpořených instalací TČ je znázorněn v následujícím grafu.

Podíl dotací podpořených instalací TČ



Technické údaje souboru provozovaných TČ

| | |
|--|----------------------|
| Průměrný tepelný výkon TČ v segmentu „domácnosti“ | 11,2 kW _t |
| Průměrný elektrický příkon v segmentu „domácnosti“ | 3,5 kW _e |
| Průměrný tepelný výkon TČ v segmentu „ostatní“ | 53,0 kW _t |
| Průměrný elektrický příkon v segmentu „ostatní“ | 15,2 kW _t |

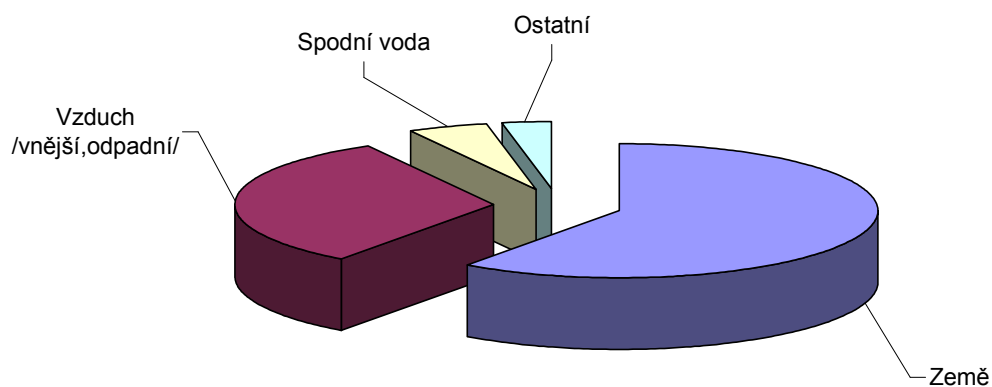
Průměrný topný faktor celého souboru TČ

3,3

Zdroje nízkopotenciálního tepla (vztaženo na počet TČ)

| | |
|--|------|
| Země (zemní kolektory) | 60 % |
| Vnější vzduch (odpadní vzduch) | 32 % |
| Spodní voda (studny) | 5 % |
| Ostatní (povrchová voda odp. voda, tekoucí voda) | 3 % |

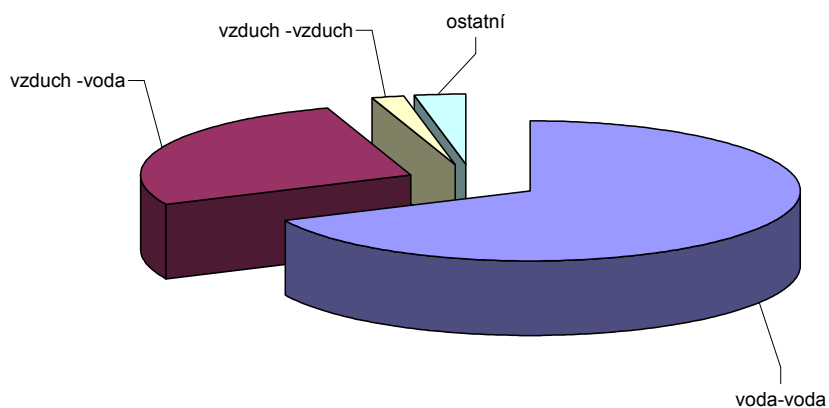
Zdroje nízkopotencionálního tepla



Typy (systémy) tepelných čerpadel

| | |
|--|------|
| 1) voda - voda (nemrznoucí látka voda) | 68 % |
| 2) vzduch – voda | 27 % |
| 3) vzduch – vzduch (sloužící k vytápění) | 2 % |
| 4) ostatní | 3 % |

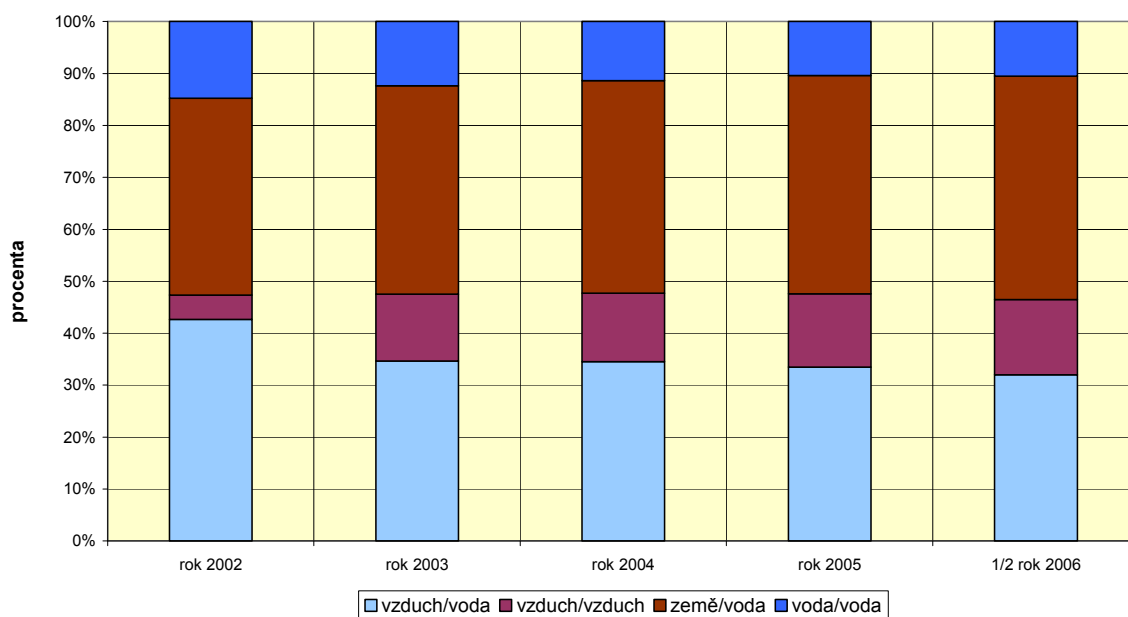
Typy /systemy/ tepelných čerpadel



Vývoj struktury TČ

| rok | vzduch/voda | vzduch/vzduch | země /voda | voda/voda |
|------|-------------|---------------|------------|-----------|
| 2002 | 42,61 | 14,71 | 37,9 | 14,78 |
| 2003 | 34,64 | 12,85 | 40,15 | 12,36 |
| 2004 | 34,55 | 10,50 | 40,59 | 11,39 |
| 2005 | 33,50 | 4 | 42 | 10,40 |
| 2006 | 27,00 | 2 | 43 | 10,50 |

Vývoj struktury systémů TČ

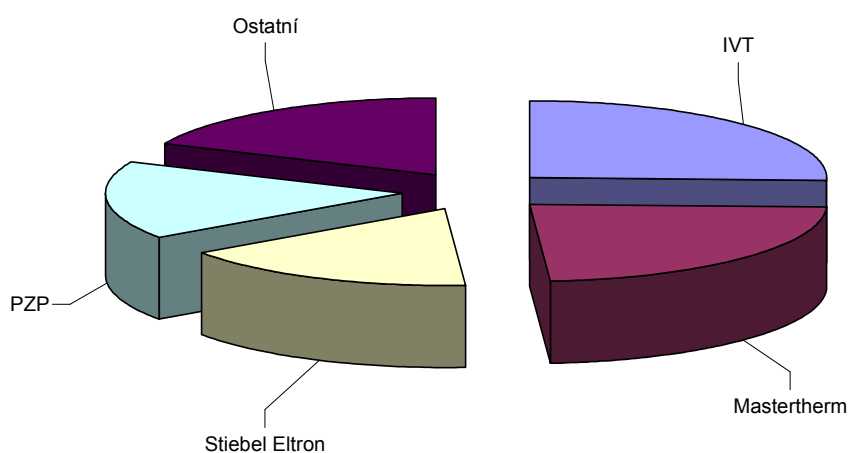


Výrobci TČ

Výrobců (dodavatelů) TČ je řada. Na současném trhu v ČR je možno registrovat cca 18 výrobců (dodavatelů). Z tohoto počtu je pouze cca 5 rozhodujících firem pokrývajících český trh cca 75%.

Informativní podíl několika firem na celkovém počtu v ČR provozovaných TČ je znázorněn na následujícím grafu.

Podíl výrobců TČ na celkovém počtu provozovaných zařízení v ČR.



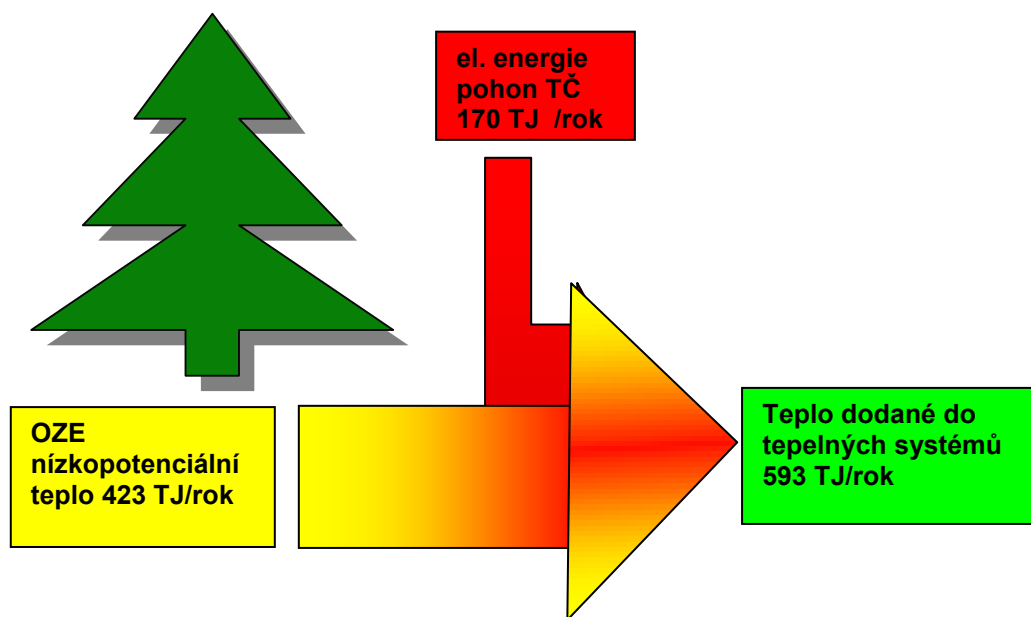
Odhad výroby tepelné energie – kvantifikace využití OZE

Čistým energetickým přínosem provozu tepelných čerpadel, jakožto zařízení využívající obnovitelné zdroje energie je rozdíl mezi tepelnou energií dodanou tímto zařízením do energetických systémů a spotřebovanou energií (elektrickou) na pohon TČ.

$$E = E_{\text{výstup}} - E_{\text{vstup}}$$

| segment provozovatelů | vyrobené teplo TJ/rok | spotř. energie na pohon TJ/rok | čistý přínos využití OZE TJ/rok |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| domácnosti | 482 | 150,0 | 332,0 |
| ostatní | 111 | 31,7 | 79,3 |
| CELKEM | 593 | 181,7 | 411,3 |

Celkový efekt – využití OZE provozovaných soustav s tepelnými čerpadly lze kvantifikovat v současné době na **411,3 TJ/ rok**.



Při srovnání je dále uvedeno několik údajů o množství některých paliv a energií rovnajících se energetickému přínosu provozu TČ v ČR. Údaj udává kolik které energie nebo paliva by se muselo spotřebovat jako ekvivalent uvedeného množství tepla získaného z OZE.

- elektřina 114 TWh, tj. 114 000 000 kWh
- HU 22 800 t
- ZP 13 994 000 m³
- topný olej 9 700 t
- dřevo 21 000 t

Environmentální přínos

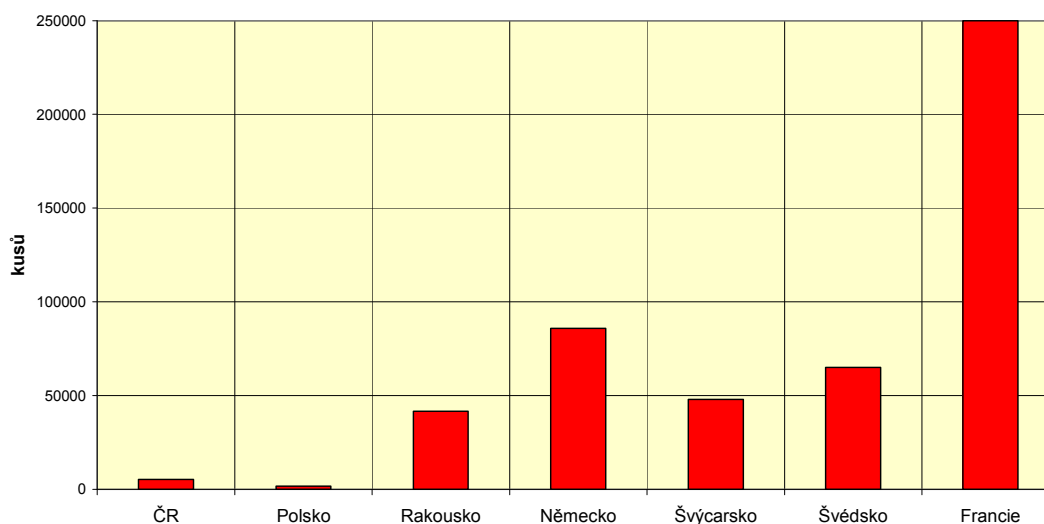
Environmentální přínos je vyjádřen oproti spotřebě elektrické energie. Ročně dochází ke snížení škodlivých látek v ovzduší včetně skleníkových plynů (CO₂) v následujícím rozsahu:

| Škodlivá látka | snížení o t/rok |
|-----------------|-----------------|
| tuhé látky | 18,95 |
| SO ₂ | 254,50 |
| NO _x | 272,70 |
| CO | 1,26 |
| CO ₂ | 133575 |

Porovnání ČR s některými zeměmi EU

| počet provozovaných TČ v některých zemích srovnání s ČR | |
|--|------------------------|
| země | počet provozovaných TČ |
| ČR | 5 200 |
| Polsko | 1 600 |
| Rakousko | 41 600 |
| Německo | 85 850 |
| Švýcarsko | 48 200 |
| Francie | 250 000 |

**Počty provozovaných tepelných čerpadel
mezinárodní srovnání/2005/**

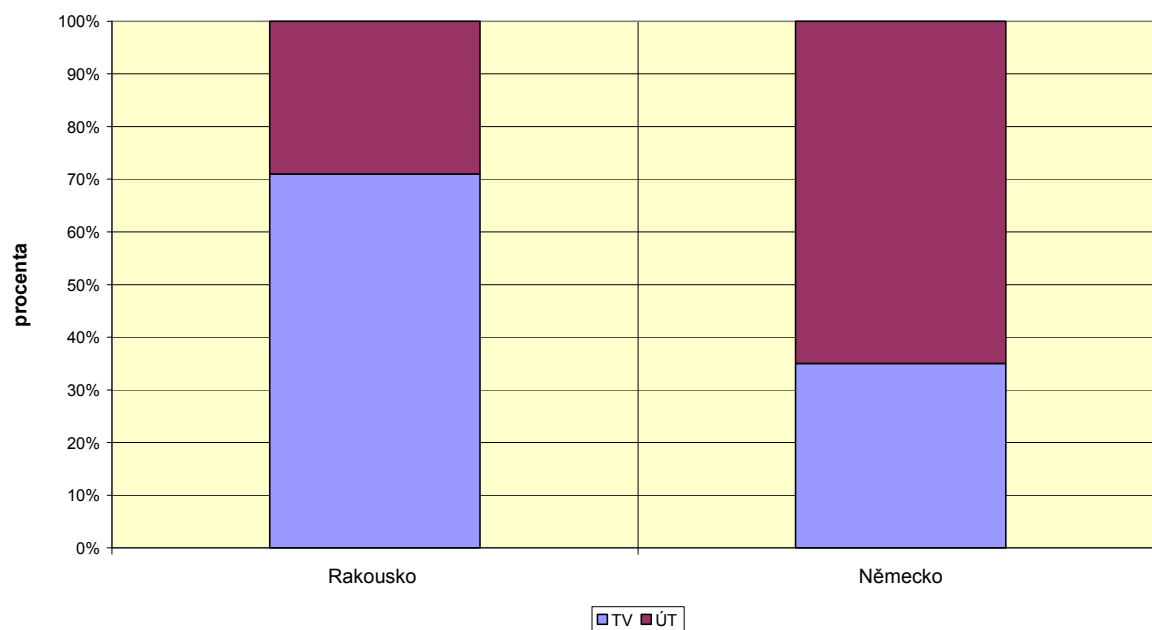


Problémem při mezinárodním porovnávání zůstává ovšem určitá nejednotnost při statistickém vykazování počtu instalací TČ. Nicméně ČR zaostává i v možnostech využití TČ, tedy využití OZE daleko za svými možnostmi.

Určitou zajímavostí je podíl využití TČ pro ohřev TV a pro vytápění, např.:

| země | ohřev TV | vytápění |
|----------|----------|----------|
| Rakousko | 71 % | 29 % |
| Německo | 35 % | 65 % |

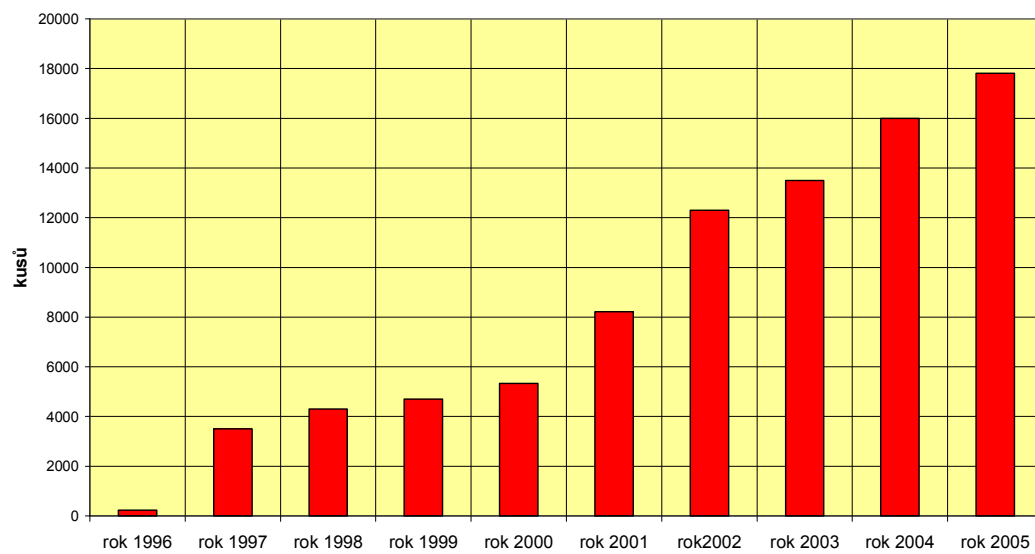
Použití TČ - ohřev TV nebo ÚT



Vývoj prodaných TČ v Německu dle „svazu výrobců“ byl následující.

| rok | prodané TČ / ks |
|------|-----------------|
| 1996 | 2300 |
| 1997 | 3500 |
| 1998 | 4300 |
| 1999 | 4700 |
| 2000 | 5730 |
| 2001 | 8215 |
| 2002 | 12300 |
| 2003 | 13500 |
| 2004 | 16000 |
| 2005 | 17800 |

Německo-prodaná tepelná čerpadla v jednotlivých letech



10. Závěr

Předložený produkt si klade za hlavní cíl seznámit čtenáře především s problematikou využití a efektivnosti použití tepelných čerpadel v klimatických podmínkách České republiky.

V 1. kapitole "Úvod do problematiky" je z širšího pohledu deklarována nezbytnost vyššího využívání obnovitelných zdrojů energie s ohledem na vyčerpatelné zásoby fosilních paliv, vliv emisí na životní prostředí a nutnost snižování emisí skleníkových plynů.

Na základě pracovního cyklu tepelného čerpadla, popisu jeho činnosti, jsou stručně probrány jednotlivé typy tepelných čerpadel. Pozornost je věnována odvození vztahu pro výpočet topného faktoru, je posuzována nejenom z pohledu investora, ale i z pohledu celospolečenského. Z tohoto celospolečenského pohledu vychází minimální hodnota topného faktoru $\varepsilon = 3$

Před odpovědnou volbou vhodného typu tepelného čerpadla jsou ve stručnosti shrnuty klimatické podmínky v jednotlivých teplotových oblastech ČR.

Změnou klimatických podmínek během roku dochází jednak:

- ke zvýšení tepelné ztráty objektu při poklesu venkovních teplot
- ke změně teploty na straně vstupu nízkopotenciálního tepla do výparníku TČ.

Zvýšení tepelné ztráty objektu se týká prakticky všech typů tepelných čerpadel s ohledem na platnost zákonů o prostupu tepla. Nárůst tepelné ztráty objektu klade nárok na odpovídající zvýšení tepelného výkonu TČ, pokud nebude nedostatek výkonu pokryt jiným (bivalentním) tepelným zdrojem.

Vliv změny teploty na straně vstupu nízkopotenciálního tepla do výparníku TČ se bude projevovat různě pro jednotlivé typy TČ, a to s ohledem na použitý zdroj tepla. Pokles uvedené teploty T_v se bude (při T_k 'konstanta) projevovat především snižováním topného faktoru TČ.

S ohledem na stručně uvedené vlivy je podobně proveden teoretický rozbor, dle kterého se stanoví optimální varianta pro použití TČ v dané klimatické lokalitě.

Produkt rovněž zahrnuje i environmentální přínos použití TČ. Nezapomíná ani na stanovení výše investičních a provozních nákladů.

Vzhledem k tomu, že pro vlastní realizaci záměru na instalaci TČ jsou nezbytné finanční prostředky, uvádí produkt dotační tituly, které by realizaci umožňovaly a vedly k rozvoji jejich využívání.

Pro ilustraci je provedeno porovnání stavu využití TČ v ČR a EU. Uvedený seznam vybraných realizovaných projektů s využitím TČ umožňuje vážným zájemcům konzultaci a seznámit se po dohodě s provozovatelem s provozními zkušenostmi, ekonomikou provozu atd.

Pro vlastní informovanost a realizaci přispěje i přehled dodavatelů TČ v České republice.

Závěrem chceme poděkovat ČEA za přidělené dotační prostředky, které podpořily a umožnily vydání tohoto produktu.

S pozdravem

autoři produktu

11. Seznam některých vybraných realizovaných projek. TČ

a) R o d i n n é d o m y - realizace RD s tepelnou ztrátou do 16 kW

Realizace 1 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 7.7 P**
Tepelné čerpadlo „vzduch-vzduch“ **TCLV 300**

Tepelná ztráta objektu: 9,5 kW

Vytápěcí systém: podlahové a stěnové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 7.7 P zajišťuje vytápění rodinného domu a celoroční přípravu 200 l teplé užitkové vody za den. Energeticky úsporné větrání rodinného domu zajišťuje tepelné čerpadlo TCLV 300.

Realizace: 2001



Realizace 2 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 8.8 R**
Tepelné čerpadlo „vzduch-vzduch“ **TCLV 300**

Tepelná ztráta objektu: 11 kW

Vytápěcí systém: kombinace radiátory a podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 8.8 R zajišťuje vytápění ukázkového rodinného domu v centru vzorových domů EDEN 3000 v prostoru brněnského výstaviště. Energeticky úsporné větrání v tomto domě zajišťuje tepelné čerpadlo TCLV 300.

Realizace: 1999



Realizace 3 Tepelné čerpadlo „země-voda“ **TCMM 7.1 GR**

Tepelná ztráta objektu: 10 kW

Vytápěcí systém: radiátory

Tepelné čerpadlo TCMM 7.1 GR zajišťuje vytápění rodinného domu. Geotermální teplo se získává horizontálním zemním kolektorem, který je umístěn 2 m pod povrchem země a jeho délka je 250 m.

Realizace: 1998



Realizace 4 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 10.2 R**

Tepelná ztráta objektu: 16 kW

Vytápěcí systém: radiátory

Tepelné čerpadlo TCLM 10.2 R zajišťuje vytápění rodinného domu. Pro tuto realizaci byla na přání zákazníka vyrobena venkovní jednotka v bílém designu, aby nenarušovala architektonický vzhled domu a jeho okolí.

Realizace: 1999



Realizace 5 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 10.2 R**

Tepelná ztráta objektu: 16 kW

Vytápěcí systém: kombinace radiátory a podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 10.2 R zajišťuje vytápění rodinného domu, celoroční přípravu 300 l teplé užitkové vody za den a sezónní ohřev vody ve venkovním bazénu 6 x 3,5 m.

Realizace: 2001



Realizace 6 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 10.2 R**

Tepelná ztráta objektu: 16 kW

Vytápěcí systém: radiátory, zachován původní systém

Tepelné čerpadlo TCLM 10.2 R zajišťuje vytápění rodinného domu. Otopná soustava s litinovými radiátory, která byla dříve provozována jako samotížná bez oběhových čerpadel, zůstala při této realizaci původní. Tepelné čerpadlo může se stávající otopnou soustavou velice dobře pracovat díky dostatečné dimenzi potrubních rozvodů a radiátorů.

Realizace: 1998



Realizace - rodinné domy s tepelnou ztrátou nad 16 kW

Realizace 1 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 16.3 P**

Tepelná ztráta objektu: 19 kW

Vytápěcí systém: podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 16.3 P zajišťuje vytápění secesního domu a celoroční přípravu 300 l teplé užitkové vody za den.

Realizace: 1996



Realizace 2 Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 20.0 P**

Tepelná ztráta objektu: 28 kW

Vytápěcí systém: podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 20.0 P zajišťuje vytápění rodinného domu, celoroční přípravu 500 l teplé užitkové vody za den a ohřev vody ve vnitřním bazénu 5 x 3,5 m.

Realizace: 2001



b) Bytové domy

Bytový dům - Pelhřimov

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 80 kW |
| Tepelné čerpadlo: | IVT Greenline F 40 |
| Výkon: | 42 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění + TUV |
| Uvedeno do provozu: | 2003 |
| Instalační firma: | VESKOM České Budějovice |



Obec Besednice - bytový dům

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 50 kW |
| Tepelné čerpadlo: | IVT Greenline F 40 |
| Výkon: | 41 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění + TUV |
| Uvedeno do provozu: | 2002 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



Obec Dolní Dvořiště - bytový dům

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 55 kW |
| Tepelné čerpadlo: | IVT Greenline F 40 |
| Výkon: | 41 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění + TUV |
| Uvedeno do provozu: | 2002 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



Obec Horní Čermná - bytový dům

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 42 kW |
| Tepelné čerpadlo: | IVT Greenline F 20 |
| Výkon: | 20 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění + TUV |
| Uvedeno do provozu: | 2002 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



c) Ostatní

Opava - Městská víceúčelová hala

K jedné z největších instalací tepelných čerpadel v České republice patří kotelna o výkonu 815 kW pro Městskou víceúčelovou halu v Opavě. Do vytápěného komplexu patří sportovní hala pro sálové sporty s kapacitou 3500 diváků, hotel a venkovní koupaliště o rozměrech 100 x 25 m.

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 815 kW |
| Tepelné čerpadlo: | 8 x IVT Greenline F |
| Výkon: | 455 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty 8 100 m |
| Funkce: | Vytápění + TUV + bazén + klimatizace |
| Uvedeno do provozu: | 2003 |
| Instalační firma: | TALPA-RPF,s.r.o. SME a.s |



Vytápění DPS a bazénu v obci Skuteč

V říjnu 2002 byla uvedena do provozu zatím největší instalace tepelných čerpadel IVT v ČR. V novém domě s pečovatelskou službou ve Skutči, který má tepelnou ztrátu 624 kW, jsou pro vytápění, vzduchotechniku, ohřev TUV a ohřev vody v bazénu použita tepelná čerpadla IVT Greenline F 35 a F 40 o celkovém výkonu 305 kW. Teplo je odebíráno z 38 vrtů hlubokých 112 m.



Skuteč - základní škola

Tuto ekologicky přínosnou investici se podařilo vybudovat díky dotaci Státního fondu životního prostředí, jehož zástupci se slavnosti také zúčastnili. Za přítomnosti pana ministra Ambrozka a dalších veřejných činitelů se uskutečnila tisková konference, kde měli zástupci médií možnost získat informace nejen o technické stránce provozu čerpadel, ale i o úsporách a ekologických aspektech tohoto způsobu vytápění.

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 326 kW |
| Tepelné čerpadlo: | 5 x IVT Greenline D 40 |
| Výkon: | 205 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty 2 610 m |
| Funkce: | Vytápění |
| Uvedeno do provozu: | 2004 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



Mateřská škola v Horní Plané

Ve zrekonstruovaném a zatepleném objektu je instalováno tepelné čerpadlo IVT o výkonu 31kW, které odebírá teplo z 5 vrtů hlubokých 75 m. Tímto tepelným čerpadlem byla nahrazena kotelna na hnědé uhlí, kterého se ročně spotřebovalo až 45 tun. Zrušením kotelny na uhlí se získala školka nejen další prostor pro své rozšíření, ale zlepšilo se i ovzduší v okolí objektu.



| | |
|-------------------------|------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 40 kW |
| Tepelné čerpadlo: | IVT Greenline 30 |
| Výkon: | 31 kW |
| Uvedeno do provozu: | 1997 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |

Obec Borová Lada

Jednou z největších akcí v ČR, kde jsou použita tepelná čerpadla, je vytápění školky, obecního úřadu a čtyř bytových domů v obci Borová Lada v Národním parku Šumava. Každý ze šesti objektů je vybaven vlastním tepelným čerpadlem s odběrem tepla z vrtů. Pro pokrytí období s extrémně nízkými venkovními teplotami jsou tepelná čerpadla doplněna elektrokotli. Teplo je odebíráno z 18 vrtů o hloubce 120 m. Akce byla financována z fondu Phare a Českou energetickou agenturou. V náročném mezinárodním výběrovém řízení uspěla s tepelnými čerpadly IVT firma VESKOM s.r.o.

| | |
|-------------------------|--|
| Vytápěné objekty: | 4 bytové domy, radnice, školka |
| Tepelná ztráta objektů: | 242 kW |
| Tepelná čerpadla: | 5 x IVT GREENLINE F 25 1 x IVT GREENLINE F 30 |
| Celkový výkon: | 163 kW |
| Uvedeno do provozu: | 2000 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



DPS Konstantinovy Lázně

Tepelné čerpadlo IVT Greenline F 100 o výkonu 106 kW vytápí a ohřívá užitkovou vodu pro nový dům sociální péče v Konstantinových Lázních. Teplo je odebíráno z vrtů o celkové délce 1 200 m a z plošného kolektoru. V tepelném čerpadle je navíc použit speciální výměník, který umožňuje ohřívát TUV až na 70 °C.

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Tepelná ztráta objektů: | 120 kW |
| Tepelná čerpadla: | IVT Greenline F 100 |
| Celkový výkon: | 106 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty + plošný kolektor |
| Uvedeno do provozu: | 2000 |
| Instalační firma: | ENERFIN a.s. VESKOM s.r.o. |



Obec Štěchovice - DPS, ZŠ a MŠ

| | |
|-------------------------|--|
| Tepelná ztráta objektu: | 420 kW |
| Tepelné čerpadlo: | 5 x IVT Greenline F 40 1 x IVT Greenline F 25 |
| Výkon: | 230 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění |
| Uvedeno do provozu: | 2003 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



Havířov - Střední průmyslová škola elektrotechnická

Objekt byl zateplen a původní výměňková stanice byla nahrazena tepelnými čerpadly. Předpokládá se snížení provozních nákladů z 900 000 Kč na 250 000 Kč za rok.

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Tepelná ztráta objektu: | 240 kW |
| Tepelné čerpadlo: | 5 x IVT Greenline F35 |
| Výkon: | 175 kW |
| Způsob odběru tepla: | Vrty |
| Funkce: | Vytápění + TUV |
| Uvedeno do provozu: | 2004 |
| Instalační firma: | TALPA RPF s.r.o. |



Obec Boží Dar

Boží Dar v Krušných horách je jedna z nejvýše položených obcí v České republice. Kromě lyžařského střediska a hraničního přechodu do sousedního Německa, je tato obec známá i svými drsnými klimatickými podmínkami. Skoro každou zimu máme možnost vidět v televizi záběry ze sněhové kalamity na Božím Daru. I v těchto drsných podmínkách se plně osvědčila tepelná čerpadla IVT. První tepelná čerpadla IVT byla na Božím Daru instalována v roce 1997 pro vytápění Radnice a Ekocentra. Po dobrých zkušenostech se v dalším roce instalovalo tepelné čerpadlo IVT pro vytápění bytového domu a v roce 2000 byla dokončena instalace tepelného čerpadla IVT o výkonu 50 kW pro vytápění penzionu a budovy Lesní správy, čerpací stanice OMV a jednoho rodinného domu.

Tepelná čerpadla IVT na Božím Daru instalovala firma ALTERM s.r.o., instalaci v čerpací stanici pak firma VESKOM s.r.o.

| | |
|---------------------|--|
| Vytápěné objekty: | Ekocentrum, radnice, bytový dům, penzion Daniela, Lesní správa, čerpací stanice OMV, rodinný dům |
| Tepelná čerpadla: | IVT Greenline4 2xIVT Greenline 17 IVT Greenline F50 IVT Greenline D16 IVT Greenline E9 |
| Celkový výkon: | 113 kW |
| Uvedeno do provozu: | 1997-2000 |
| Instalační firma: | VESKOM s.r.o. |



Penzion Starý Mlýn

Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ **TCLM 8.8 R**

Tepelná ztráta objektu: 14 kW

Vytápěcí systém: kombinace radiátory a podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo TCLM 8.8 R zajišťuje vytápění penzionu. Zvláštností této instalace je umístění venkovní jednotky tepelného čerpadla.

Realizace: 1999



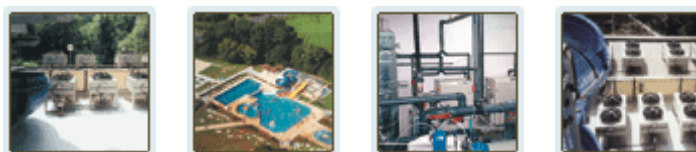
Letní koupaliště Frenštát pod Radhoštěm

Tepelná čerpadla „vzduch-voda“ **TCLM 33.9 P**

Požadovaný topný výkon: 300 kW

Šest tepelných čerpadel TCLM 33.9 P zajišťuje ohřev 15 000 hl vody ve venkovním bazénu na minimální teplotu 25 °C. Průměrný topný faktor tepelných čerpadel v době provozu bazénu je 4,5 až 5. Tím výrazně klesá energetická a finanční náročnost na udržování požadované teploty vody v bazénu oproti jiným zdrojům tepla. V otopném období se část topného výkonu využívá pro temperování prostoru strojovny bazénu.

Realizace: 2001



12. Přehled dodavatelů tepelných čerpadel v ČR

- **Alphatec-CZ s.r.o.** www.siemens-tepelnacerpada.cz
 Firemní zastoupení pro tepelná čerpadla a větrací jednotky Siemens. Elektrické topné kabely a rohože termoKABEL. Elektrické vytápění a ohřivače vody Siemens. Regulační technika tekmar. www.homecomfort.cz
- **ATEG plus, s.r.o.** www.ategplus.cz
 Firma ATEG plus, s.r.o. je výhradním prodejcem systémové techniky AEG pro ČR. Tepelná čerpadla, větrací jednotky, solární panely. Firma nabízí komplexní řešení zdroje vytápění, přípravu HAUSTECHNIK TUV a řízené větrání tak, aby bylo dosaženo optimalizace energet...
- **BV THERMO, s. r. o.** www.robur.cz
 Prodej a servis výrobků ROBUR. Plynové vytápění a chlazení průmyslových objektů. Teplovzdušné jednotky ROBUR – modely F1 pro průmyslové objekty, jednotky řady K s plynulou modulací výkonu a nejtišší jednotky Evoluzione do komfortních prostor. ...
- **HENNLICH INDUSTRIE-TECHNIK, spol. s r. o. odštěpný závod G-TERM** www.g-term.cz
 Systémy vytápění a chlazení s tepelnými čerpadly. Aplikace od rodinných domů až po profesionální řešení velkých výkonů v průmyslových objektech, administrativních budovách, hotelích, školách, bazénech, sklenících, ... Technické poradenství, projekto...
- **Kostečka Group spol. s r.o.** www.kostecka.net
 Tepelná čerpadla - výroba ve švýcarské licenci, výhradní distributor klimatizace FUJI ELECTRIC (Japonsko), čističů vzduchu (Itálie) a filtrů vody JUDO (Německo). Dodávka, montáž, záruční a pozáruční servis.
- **TC MACH, s.r.o.** www.tcmach.cz
 Vývoj, výroba a instalace patentově chráněných tepelných čerpadel MACH. Další oblasti působení jsou speciální aplikace v technologických procesech s odpadním teplem.
- **Master Therm CZ s.r.o.** www.mastertherm.cz
 Tepelná čerpadla - kompletní sortiment.
- **Multi-VAC spol. s r.o.** www.multivac.cz
 Ventilátory, vzduchové clony, ohebné hadice, distribuční elementy, výrobky pro vytápění a chlazení, tvarovky, klimatizace, komponenty VZT.
- **NIBE Industrier AB** www.nibe-cz.com
 Kancelář zastoupení švédské firmy NIBE. V nabídce Nibe jsou tepelná čerpadla vzduch/voda využívající venkovní vzduch i tepelná čerpadla vzduch/voda ventilační, která slouží jako větrací jednotky a teplo z odvětrávaného vzduchu využívají pro ohřev TUV...
- **PZP KOMPLET a.s.** www.pzp.cz
 Výroba, prodej, servis: tepelná čerpadla pro vytápění a ohřev vody, větrací jednotky pro energeticky úsporné větrání, elektrokotle, odvlhčovače, mobilních chladiče kapalin, vakuová zařízení.
- **REGULUS spol. s r. o.** www.regulus.cz
 Regulus tepelná technika, využití obnovitelných zdrojů energie Tepelná čerpadla, sluneční kolektory, fotovoltaické panely, solární systémy, rekuperace tepla, plynové průtokové ohřivače, zásobníky pro TUV a akumulaci, inteligentní regulace, hliníko...
- **NETsystems a.s. - SOLARsystems alternativne zdroje** www.solarsystems.sk
 Výhradný distribútor pre SR (pre ČR PROFISolar) pre solárne vákuové trubicové kolektory APRICUS® a SEIDO. Ďalšie obchodné aktivity: tepelné čerpadlá SOLARsystems SI, riadiace jednotky SOLARsystems mako, univerzálne zásobníky tepla SO, rekuperač...
- **STIEBEL ELTRON, s. r. o.** www.stiebel-eltron.cz www.tepelna-čerpadla.cz
 Výhradní zastoupení značek Stiebel Eltron, Ygnis a De Dietrich. Elektrické zásobníkové ohřivače vody, elektrické průtokové ohřivače vody, přímotopné konvektory, akumulární kamna, osoušeče rukou, klimatizace, tepelná čerpadla, plynové atmosférické lit...
- **Tepelná čerpadla AIT, s.r.o.** www.alpha-innotec.cz
 Firemní zastoupení výrobce tepelných čerpadel a větracích jednotek Alpha-Innotec. Kompletní sortiment tepelných čerpadel vzduch/voda, země/voda a voda/voda.
- **TEPELNÁ ČERPADLA IVT s.r.o.** www.cerpada-ivt.cz
 Tepelná čerpadla IVT pro vytápění rodinných domů, bazénů, hotelů, chat a dalších objektů.
- **Waterkotte** www.hennlich.cz
 Tepelná čerpadla voda/voda a země/voda.

SIEMENS

AEG

ROBUR

G-TERM

Kostečka

TC MACH

WaterTherm

MULTI VAC

NIBE

PZP

Regulus

SOLARsystems

STIEBEL ELTRON

AIT

IVT

WATERKOTTE

- **AISEO středisko alternativní energie** www.aiseo.cz
 Kapilární systém, nízkoenergetické domy, otopné soustavy, chlazení, tepelná čerpadla. Projekce, dodávky, montáž. Zastoupení Paul Wärmerückgewinnung GmbH - rekuperační jednotky Paul pro:

 - kontrolované větrání objektů pro bydlení, případně...


- **ALTERM, spol. s r.o.** www.alterm.cz
 Tepelná čerpadla, sluneční kolektory, fotovoltaické články, dodávky na klíč a poradenství.


- **AQUA DORŇÁK** www.dornak.cz
 HLUBKOVÉ VRTY - pro tepelná čerpadla, nejnovější technologie, atestované kolektory. Na území celé ČR. TEPELNÁ ČERPADLA - komplexní dodávka: vrty, montáž, servis, poradenství. Olomoucký kraj. VRTANÉ STUDNY - legislativa, vrtné práce, kompletní vystro...


- **Asociace pro využití tepelných čerpadel** www.avtc.cz
 K úkolům Asociace pro využití tepelných čerpadel patří snaha o lepší informovanost veřejnosti, systematická a komplexní spolupráce při řešení energetických, finančních a ekologických strategických koncepcí státu. Postupně přispět většímu rozšíření te...


- **BUDERUS tepelná technika Praha, spol. s r.o.** www.buderus.cz
 Výrobce a dodavatel nástěnných kondenzačních a průtokových kotlů, stacionárních kotlů ve výkonech 4,8 - 19.200 kW. Palivo: zemní plyn, propan, extralehký topný olej a černé uhlí. Zásobníkové ohřivače TUV, regulační přístroje, solární systémy, tepelná...


- **CARRIER TRANSICOLD ČESKÁ REPUBLIKA spol. s r.o.** www.carrier.cz
 Generální distributor pro Českou republiku výrobků pro klimatizaci a chlazení firmy CARRIER Corp. (USA). Posláním firmy Carrier je poskytovat komfort vnitřního klimatu pro každého uživatele a každé prostředí. - technologie: vodní systémy, přímé chl...


- **CIATIK TRADE s.r.o.** www.ciat.cz
 Francouzská firma CIAT je významným evropským výrobcem chladičů kapalin, tepelných čerpadel, tepelných výměníků, suchých chladičů, split jednotek, vzduchotechnických jednotek a řady dalších zařízení pro úpravu vzduchu ve všech výkonových řadách.


- **E System s.r.o.** www.esystem.cz
 Komplexní stavebně-montážní dodávky Sk. TVP - vytápění, ZTI, plynofikace, alternativní zdroje/TČ, sluneční kolektory, projekce Sk. Elektro silnoproud, slaboproud, M+R, automatizace, inteligentní domy, projekce Sk. Stavba - stavební práce, VZT, kovový...
- **ETL-Ekotherm, spol. s r.o.** www.etl.cz
 Výrobce a dodavatel technologických zařízení pro kotelny a předávací stanice. Zastoupení ALFA LAVAL a SPIRAX SARCO. Výrobce tepelných čerpadel.
- **František Kliment - WATKEL KF** www.watkel.cz
 - návrhy, projekty TČ a souvisejících tepel. systémů - vyhodnocení TČ pro investora neefektivnějšího - zajištění nabídek TČ včetně tepel. systémů - zajištění dodávek a montáží TČ a tepel. systémů



- **GEA KLIMATIZACE, s.r.o.** www.gealvz.cz
 Dodavatelský program: centrální klimatizační jednotky AT plus, regulační systémy, ocelové výměníky, odvlhčovací jednotky, chladič konvektory, klimatizační jednotky, výrobky studené vody, tepelná čerpadla. Zástupce firmy DAIKIN pro ČR DAIKIN klimat...
- **GEREX-trading, s.r.o.** www.gerex-trading.cz
 Obchodní společnost zabývající se dovozem a distribucí materiálů souvisejících s vystrojováním hydrovrtů (pažnice, čerpací potrubí, čerpadla) a primárním okruhem tepelného čerpadla od německé společnosti PUMPENBOESE.



- **GEROtop** www.gerotop.cz
 Společnost GEROtop nabízí kompletní služby v oblasti řešení primárních okruhů systému země X voda pro všechny druhy tepelných čerpadel na trhu. Ke kvalitnímu TČ patří i kvalitní primární okruh. Předějete tak pozdějšímu zklamání a poklesu výko...



- **ENVI, s.r.o.** www.envi.cz
 Výroba a montáž koncentračních slunečních kolektorů Solarglas SG1 s lineární Fresnelovou čočkou. Montáže solárních zařízení pro přípravu TUV, dohřev bazénové vody a temperování objektů. Poradenství v oblasti obnovitelných zdrojů energie.





- **SANY, s.r.o.** www.sany.cz
VÝHRADNÍ OBCHODNÍ ZÁSTUPCE FIRMY THERMOSOLAR SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ HELIOSTAR PRO ČESKOU REPUBLIKU. Návrhy, projektování, školení, síť vlastních montážních firem, konzultace, montáže realizací. Alternativní zdroje. Velkoobchod, maloobchod.



- **SECESPOL-CZ, s. r. o.** www.secespol.cz
Zastoupení výrobce trubkových spirálových výměníků tepla JAD, trubkových výměníků tepla pro ohřev bazénů a deskových výměníků tepla firmy Secespol Gdaňsk. Výrobce tepelných čerpadel CETUS.

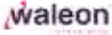

- **SOL CZ s.r.o.** www.sol-cz.cz
Poradenství, prodej a inženýring systémů snižujících náklady na vytápění a ohřev TUV. Dodáváme a montujeme tepelná čerpadla Siemens, solární systémy, kolektory a panely, ventilace a rekuperace v bytových i veřejných stavbách.



- **Svaz chladicí a klimatizační techniky, s.r.o.** www.chlazení.cz
Svaz CHKT je profesní sdružení českých i zahraničních firem, podnikatelů, institucí a odborníků v oboru chladicí a klimatizační techniky.
- **TERMO KOMFORT, s. r. o.** www.termokomfort.cz
Tepelná čerpadla, halogenové zářiče, akumulční kamna, elektrické krby, podlahové vytápění, ohřivače vody, přímotopné konvektory, klimatizace. Poradenství, maloobchod, velkoobchod, montáž, dodávky na klíč, servis.



- **UNEGO® - užití netradiční energie** www.unego.cz
Konzultační, poradenská, přednášková a projektová činnost. Tepelné ztráty, tepelné izolace, využití solární energie a montáž špičkových kolektorů, bioplyn pro rodinné domky, tepelná čerpadla, bioenergetika, kořenové čistírny odpadních vod pro rodinné...



- **VISSMANN, s.r.o.** www.viessmann.cz
Vytápěcí kotle na plyn/olej 8 - 15000 kW. Zásobníkové ohřivače vody. Solární systémy. Výměníky tepla. Tepelná čerpadla.



- **WALEON s.r.o.** www.waleon.cz
Waleon úprava vody s garancí. Návrhy technologických celků pro úpravu vody řešíme dle požadavků zákazníka. Zpracujeme komplexní návrh technologie na míru, provedeme instalaci, zaškolení obsluhy a zajistíme servis.



- **ZKM Praha, s. r. o.** www.zkm.cz
Náplní firmy je projekce, dodávka, montáž a servis tep. techniky: tepelná čerpadla Stiebel Eltron a AEG, solární kolektory, kotle Junkers a De Dietrich, podlahové vytápění, ventilační jednotky, otopná tělesa, podlah. konvektory, otop. registry. Tradi...


- **Instalace Zygmont** www.zygmunt.cz
Nové rozvody a rekonstrukce v plastech, mědi i klasické v průmyslových objektech, v panelových a rodinných domech. Zajišťujeme kompletní topenářské práce včetně montáže tepelných čerpadel. Jsme členy Cechu Instalatéřů.
- **JESY, s. r. o.** www.jesy.cz
Vývoj, projekce, výroba a instalace: • tepelná čerpadla AirWatt a GeoWatt (www.tepelnacerpadla.info) • regulátory pro vzduchotechniku Regu AD • regulace plynových kotelen.


- **KLÖTZL - TROGES s.r.o.** www.kloetzltroges.cz
Split systémy, Fancoily, Chladicí jednotky a tepelná čerpadla, Kompaktní chladicí zařízení, Kondenzátory, Okenní a mobilní jednotky.


- **Kostečka Invest a.s.** www.kostecka.net
Výrobce tepelných čerpadel v licenci švýcarské firmy, bezplatná studie, dodávka, montáž. Výhradní distributor klimatizace FUJI ELECTRIC.


- **Neota Ing. Ivo Tatýrek** www.neota.cz
VÝROBA TEPELNÝCH ČERPADEL vzduch/voda s měděnou akumulací nádrží, vybavené veškerou technologií (expanzomat, oběh. čerpadlo, ekvitermní regulace, bivalentní zdroj), vzduch/vzduch ; výroba rozváděčů nn; klimatizace.
- **ZKM Praha, s. r. o.** www.zkm.cz
Náplní firmy je projekce, dodávka, montáž a servis tep. techniky: tepelná čerpadla Stiebel Eltron a AEG, solární kolektory, kotle Junkers a De Dietrich, podlahové vytápění, ventilační jednotky, otopná tělesa, podlah. konvektory, otop. registry. Tradi...



13. Použitá literatura

- ČSÚ Spotřeba energie v domácnostech ČR za rok 2003
SFŽP Přehled podporovaných projektů OZE
ČEA Přehled podporovaných projektů OZE
MPO Statistika tepelných čerpadel 2005
Petrák Tepelná čerpadla v ČR 2004
SINE 2005 Alternative Domestic and Commercial Heating Technologies – Heat Pumps
BSRIA
Firemní podklady výrobců a dodavatelů TČ
Studie využití TČ ve Středočeském kraji REA Kladno, s.r.o. 2002
- Solární energie
Martin Libra, Vladislav Poulek
Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005
- Zdroje a přeměny energie
Doc. Ing. Ladislav Dvořák, CSc.
Skripta ČVUT, Fakulta strojní, 1986
- Produkt ČEA, 1997
Podklady pro hodnocení projektů
Klimatologické údaje
Kniha Země 2005
- Petrák J., Dvořák L. – Tepelná čerpadla – ČVUT Praha, 1991
Jaroslav Dufka – Vytápění netradičními zdroji tepla, BEN 2003
Kolektiv autorů – tepelná čerpadla – projektování a instalace, Stiebel Eltron, 2004
Stiebel Eltron - Ceník Systémové techniky pro rok 2006.
Karel Srdečný, Jan Truxa – Tepelná čerpadla, ERA 21