

12. Geotermální energie, tepelná čerpadla

12.1 Geotermální energie

Geotermální energii je označováno přirozené zemské teplo. Ve skutečnosti je zdrojem geotermální energie rozpad radioaktivních prvků v zemském nitru. Teplota zemského jádra se přitom odhaduje od 3000 °C do 5000 °C. Celkový tepelný tok od zemského nitra směrem k zemskému povrchu je 33 TW. Sopky uvolňují tepelný tok o velikosti cca 0,3 TW. Geotermální teplo je přitom nerovnoměrně rozptýlené na zemském povrchu. Např. horniny o teplotě 130 °C jsou v podmínkách České republiky v různých hloubkách. Taková teplota je dosažena v hloubkách od 5 km (Teplíce, Karlovy Vary a Ostrava) do 13 km (Brno).

Geotermální energie je označována jako přirozené zemské teplo. Ve skutečnosti je zdrojem geotermální energie rozpad radioaktivních prvků v zemském nitru.

Geotermální energie se na povrchu Země projevuje v těchto formách:

- horká pára,
- horké prameny vody,
- vulkanické systémy využívající magmatu (vymyká se technologickým možnostem) nebo horkých nepropustných suchých hornin nad magmatem (získávání tepla formou vodního hadu – ze zemského povrchu vstupuje k horninám studená voda a nazpět se vrací horká voda nebo pára).

Geotermální energie se na povrchu Země projevuje ve formě horké páry, horkých vodních pramenů nebo vulkanických systémů.

Geotermální energii lze použít k výrobě elektrické energie nebo k zásobování tepelnou energií (např. vytápění různých budov, bazénů, koupališť, skleníků aj.).

Ke státům, kde se nachází významné zdroje geotermální energie, patří např. USA, Filipíny, Mexiko, Itálie, Nový Zéland, Japonsko, Indonésie a Salvador. V České republice se využívá geotermální energie ve formě teplých minerálních pramenů, které se navíc vyznačují léčivými účinky. Nevýhodou minerálních pramenů je usazování minerálních látek na teplosměnných plochách. Teplota termální vody v Karlových Varech dosahuje hodnoty 72 °C. V Děčíně z podzemního jezera vytéká voda o teplotě 30 °C, která je využívána pro vytápění téměř poloviny města a též pro pitné účely po její úpravě a ochlazení na teplotu 10 °C. V Ústí nad Labem se geotermální energie využívá k vytápění plaveckých bazénů a zoologické zahrady. Podobných příkladů využívání geotermální energie by se dalo uvést více. Česká republika obecně nepatří k zemím, ve kterých se nachází vysokopotenciální zdroje geotermální energie. Z tohoto důvodu se stále více uplatňují tepelná čerpadla využívající nízkopotenciální teplo.

12.2 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou termodynamická zařízení, které umožňují odebírat teplo z okolního prostředí, převádět ho na vyšší teplotní hladinu a předávat ho cíleně pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody. Využívají teplo látek (tj. voda, vzduch, půda nebo odpadní teplo např. z technologických procesů) s nízkou teplotou (tj. nízkopotenciální teplo). K provozu potřebují energetický zdroj.

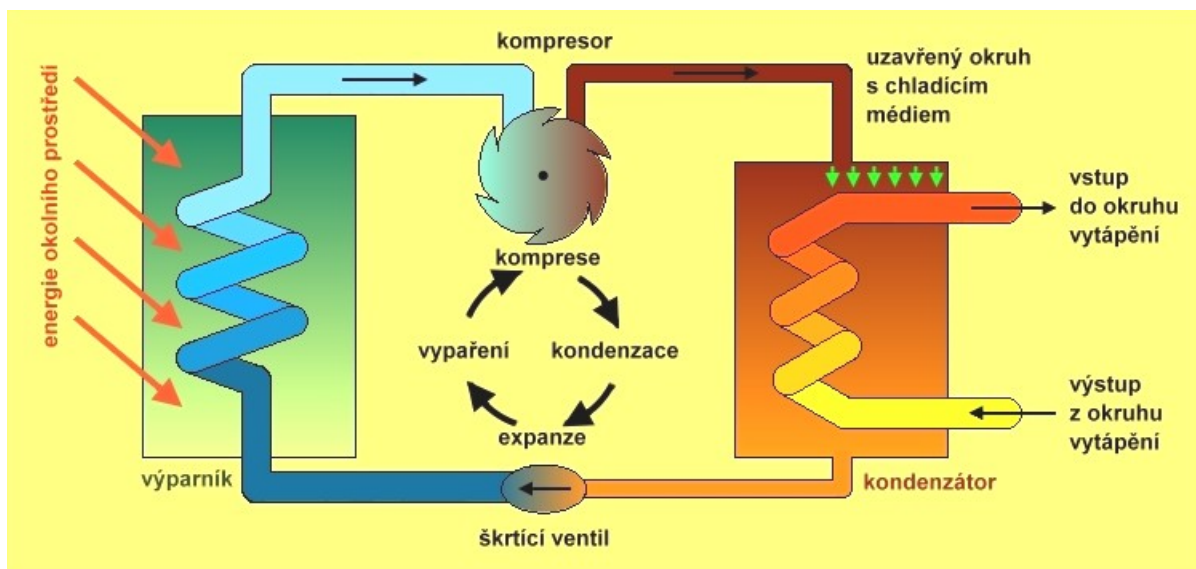
Tepelná čerpadla jsou zařízení, která převádějí nízkopotenciální teplo látek (tj. vody, vzduchu, půdy nebo odpadní teplo) na vyšší teplotní hladinu.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



12.2.1 Princip tepelných čerpadel

Princip tepelného čerpadla (viz obr. 12.1) je podobný jako u ledniček. Tepelné čerpadlo odebrá teplo ze zdroje nízkopotenciálního tepla. Ve výparníku se toto teplo za nízkého tlaku a teploty předává pracovní látce, která je nazývána chladivem. Kapalné chladivo se postupně vypařuje ve výparníku. Páry chladiva jsou následně odsávány z výparníku a stlačeny na kondenzační tlak, který je vytvářen kompresorem. Pohon kompresoru je pomocí elektromotoru nebo spalovacího motoru. V kondenzátoru páry chladiva předávají své teplo ohřivané látce (např. vodě za účelem vytápění). V této fázi mění chladivo své skupenství z plynného na kapalné. Na škrticím ventilu dochází ke snížení tlaku kapalného chladiva, které je následně přiváděno zpět do výparníku, kde doplňuje vypařené chladivo. Jedná se tedy o uzavřený okruh při proudění chladiva se čtyřmi fázemi, tzn. vypařování – komprese – kondenzace – expanze. Jako chladivo se dříve používaly tvrdé freony typu R11 a R12, které byly nahrazeny měkkými freony typu R22 a R134a. Tyto měkké freony podstatně méně poškozují ozónovou vrstvu oproti tvrdým freonům. Nyní se nejčastěji používají chladiva typu R407c a R404c. Dále se používá propan, který nepoškozuje ozónovou vrstvu. V průmyslu je běžným chladivem čpavek, který je ovšem jedovatý.



Obr. 12.1: Princip tepelného čerpadla.

12.2.2 Topný faktor

Efektivita provozu energetických zařízení se běžně porovnává pomocí účinnosti. U tepelných čerpadel tomu tak není. Jako veličina, která se používá pro srovnání efektivity provozu tepelných čerpadel, slouží tzv. topný faktor. Topný faktor ε_T je bezrozměrná veličina, která je obecně dána poměrem tepelného výkonu P_T na výstupu tepelného čerpadla k příkonu kompresoru P_H , resp. poměrem energie dodané pro ohřev vody E_T k vložené energii pro pohon kompresoru E_H :

$$\varepsilon_T = \frac{P_T}{P_H} = \frac{E_T}{E_H} \quad (12.1)$$

Topný faktor je dán poměrem tepelného výkonu k příkonu kompresoru, resp. poměrem dodané energie pro ohřev k energii spotřebované pro pohon tepelného čerpadla.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Topný faktor lze rovněž vyjádřit rovnicí:

$$\varepsilon_T = k \cdot \frac{T_K}{T_K - T_0}, \quad (12.2)$$

kde k [-] je korekční číselník respektující skutečný oběh ($k = 0,4 \div 0,6$), T_K [K] – kondenzační teplota a T_0 [K] – vypařovací teplota.

Velikost topného faktoru se běžně pohybuje v rozsahu $\varepsilon_T = 3 \div 4$. To znamená, že z 1 kWh energie spotřebované k pohonu tepelného čerpadla se vyrobí (3 ÷ 4) kWh tepelné energie. Čím vyšší je tedy hodnota topného faktoru, tím více se vyrobí tepelné energie.

12.2.3 Druhy tepelných čerpadel

Existují různé typy tepelných čerpadel, které se rozdělují na základě druhu ochlazovaného a ohřivaného média. Nejčastější typy tepelných čerpadel a možnosti jejich použití jsou uvedeny v tab. 12.1.

Typ čerpadla (ochlazuje se/ ohřívá se)	Možnosti použití
Vzduch/voda	Univerzální typ, pro ústřední vytápění
Vzduch/vzduch	Doplňkový zdroj tepla, teplovzdušné vytápění, klimatizace
Voda/voda	Využití odpadního tepla, geotermální energie, ústřední vytápění
Nemrznoucí kapalina/voda	Univerzální typ pro ústřední vytápění, zdrojem tepla je nejčastěji vrt nebo půdní kolektor
Voda/vzduch	Teplovzdušné vytápěcí systémy

Tab. 12.1: Nejčastější typy tepelných čerpadel

12.2.4 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel

Je mnoho výhod tepelných čerpadel, např.:

- nenáročná obsluha,
- nízká provozní hlučnost,
- nezávislost na cenách energií,
- ekologické a ekonomické vytápění,
- rychlá návratnost investice,
- nízké provozní náklady,
- aplikace tepelných čerpadel jako klimatizační zařízení v letním období.

K nevýhodám tepelných čerpadel patří především jejich vysoká pořizovací cena a nutnost doplňkového zdroje energie.

12.3 Testové otázky ke kapitole 12

1. Definujte pojem geotermální energie. Jakými způsoby se projevuje geotermální energie na zemském povrchu?
2. K čemu se používají tepelná čerpadla? Nakreslete a popište princip činnosti tepelného čerpadla.
3. Podle čeho se rozdělují tepelná čerpadla? Jaké nejčastější typy tepelných čerpadel se používají? Jaké druhy chladiv se používají pro provoz tepelných čerpadel?

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



4. Co nám udává topný faktor? Definujte ho. Jakých hodnot nabývá? Napište rovnice pro výpočet topného faktoru a specifikujte význam všech veličin.
5. Vyjmenujte výhody a nevýhody tepelných čerpadel.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ