

Geotermální vrt se obvykle skládá jak z výstupního vrtu, tak s přívodního vrtu, kterým je k horkým horninám dopravována pod tlakem studená voda. Tento způsob ohřevu vody se nazývá Hot-Dry-Rock (HDR).

Po zprovoznění geotermálního vrtu jeho výkon postupně klesá, tak jak se ochlazuje původní hornina. Tento výkon klesne (po vyčerpání naakumulovaného tepla v horninách) na hodnotu odpovídající tepelnému toku z nitra Země v dané oblasti.

• Geotermální elektrárny

Požadavky na lokalitu

Geotermální elektrárny používají k výrobě elektřiny parní oběh⁶ v místech, kde teploty geologických vrstev dosahují alespoň $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (při nižších teplotách je možné použít ještě Kalinův oběh²⁵ případně další vhodné typy tepelných oběhů⁶). Zdrojem tepla pro parní oběh jsou horké horniny obvykle ve větších hloubkách, než které postačují pro vytopy a lázeňství.

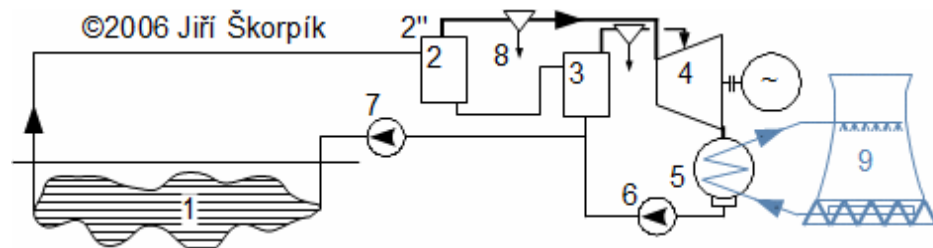
Geotermální elektrárny se nacházejí např. v Itálii, USA, Novém Zélandu, Islandu a v dalších geologicky podobných lokalitách [5]. Zvláště oblast Islandu je velmi geologicky aktivní a nacházejí se tam oblasti s velmi horkým prostředím (teplota 180 až $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ v hloubkách 1 až 2 km nebo až $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ v hloubkách 3 až 5 km), proto se zvažuje ekonomická smysluplnost dodávky Islandské elektřiny pomocí vysokonapěťového stejnosměrného kabelu do Evropy [2].

V geologicky neaktivních lokalitách se tento systém vyplatí přibližně tam, kde je gradient⁴² nárůstu teploty s hloubkou vyšší než $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Průměrný tepelný tok z jádra Země je totiž příliš malý, a proto vyhloubený prostor pro adekvátní výkon by musel mít neekonomicky veliký objem.

Princip

V případě parní elektrárny je horká voda přiváděna do uvolňovače páry a vzniklá pára je využita standardním způsobem v parním oběhu (v případě Kalinova oběhu je uvolňovač páry nahrazen povrchovým tepelným výměníkem pro ohřev roztoku čpavku a vody), viz *Obrázek 1114 a 1115*. Po kondenzaci je voda čerpána zpět do vrtu k dalšímu ohřevu.

1114 Schéma zařízení pro realizaci parního oběhu využívající geotermální energii



1 Horká voda; **2-3** vysokotlaký, respektive nízkotlaký uvolňovač syté páry; **4** parní turbína¹¹; **5** kondenzátor; **6** kondenzátní čerpadlo¹¹; **7** napájecí čerpadlo vrtu; **8** separátor vodních kapek a hrubých nečistot v páře; **9** chladičí věž⁴³.

Nečistoty

Problémy v geotermálních elektrárnách způsobuje relativní vysoká nečistota vody z podzemních vrtů (především rozpuštěné plyny



1115 Geotermální elektrárna Krafla 2x30 MW (Island) a výměna rotoru turbíny

1 strojovna; **2** chladicí věže; **3** rozvodna elektřiny; **4** parní separátor, **5** parovod; **6** zdroje páry. V tomto případě je zdrojem horké vody vrt v blízkosti vulkánu. Zdroj: [3].

a minerální látky s vysokým podílem síry a čpavku). Tyto nečistoty způsobují zvýšené opotřebení všech součástí (především turbín) mechanickým i chemickým způsobem. Rozpuštěné plyny zase způsobují problémy v kondenzátoru, kde zvyšují tlak kondenzace, a je proto nutné je odsávat z prostoru kondenzace pomocí vývěv [4]. Kvůli těmto negativním vlastnostem geotermální páry se místo uvolňovače páry instaluje povrchový výměník (parogenerátor), kde z jedné strany horká voda z vrtu postupně ohřívá až k teplotě varu čistou vodu v okruhu turbíny. Tento způsob, ale negativně ovlivňuje celkový výkon a tepelnou účinnost elektrárny.

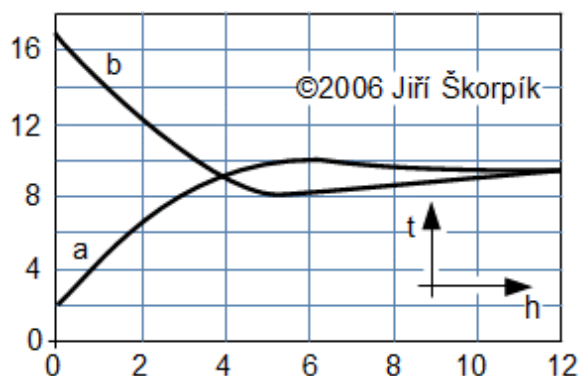
Tepelná čerpadla

Akumulace energie v povrchových vrstvách

Nízkopotenciální teplo

Během slunečných dnů se povrch Země ohřívá zářením Sluncem, případně ji ohřívá horký proud vzduchu při povrchu země, který se ale ohřál někde dříve o povrch Země nebo vodní hladinu – technicky vzato se tedy nejedná o geotermální energii, ale akumulovanou sluneční energii. V zimě se naopak postupně vrchní vrstvy povrchu Země a vzduch ochlazují, viz *Obrázek 605*, s. 4. Protože zvýšení teploty teplonosných médií tímto způsobem není vysoké, mluvíme o nízkopotenciálním teple.

605 *Průběh teploty neporušené zeměiny (Německo)*



a leden; **b** červenec; **t** [°C] teplota zeměiny; **h** [m] hloubka měření. Zdroj [7].

Princip

Množství tepla, které je takto během roku ve vrchních vrstvách akumulováno je obrovské, ale jeho nízká teplota brání jeho