



RESOR - Renewable Energy Sources as a Chance for Development for the Rural Areas



Modul č.: Geotermální energie

by New Edu, n.o.

Geotermální energie

- označuje teplo zevnitř Země
- lze použít pro:
 - přímé vytápění nebo výroba elektřiny
 - nepřímo tepelnými čerpadly
- V aplikacích geotermální energie se používají přirozené teploty půdy nebo vody

Geotermální energie

- Přímé použití pro vytápění:
 - používá se zvýšená teplota podzemní vody
 - tato technologie je omezena na oblasti, které mají přirozeně se vyskytující horké prameny nebo snadný přístup k podzemní vodě se zvýšenou teplotou v rozmezí 38–120 ° C
 - lázně, skleníky nebo topné systémy budov používají tuto vodu
- Přímé použití pro elektřinu:
 - tato technologie historicky používala teploty vody nad 150°C
 - moderní technologie začala umožňovat výrobu elektřiny s teplotou vody nižší než 150 ° C

Geotermální energie - definice

- geotermální energie neodpovídá spotřebě obnovitelné energie pocházející z horké jaderné zóny, která je vyšší než 4 000 ° C
 - **Kvůli nevyčerpatelným rezervám je však takto klasifikován**
- na povrch se dostává sopečnými trhlinami ve skalách
- pomalým pronikáním na povrch se vytvářejí tepelné toky, které jsou v průměru 0,063 W / m²
- v blízkosti povrchu Země je tepelný gradient, který řídí geotermální tepelný tok, přibližně 30 ° C / km

Geotermální energie - definice

- výsledný výkon je velmi vysoký, ale je rozložen na tak velkou plochu, že jeho hustota je velmi nízká
 - je mnohem nižší než hustota tepelného toku vycházejícího ze slunce za jasného počasí
- to ztěžuje využití této energie, ale v oblastech s neobvykle velkými geotermálními prameny je geotermální gradient větší než průměrně
 - na takových místech lze v hloubce 1 500 a 2 500 m nalézt teploty až 200 ° C

Geotermální energie - zdroje

- Místa s vysokou hladinou podzemní vody se vyznačují normálním gradientem :
 - horké prameny, teplota vody dosahuje asi $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, nečistoty jsou K, Ca, Au
 - fumaroly jsou plynové pružiny vznikající odplyněním horkého magmatu zářením nebo teplotou povrchové vody dosahující více než $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - bahenní sopky, horké prameny s vysokým obsahem pevných částic
 - gejzíry, pravidelně zásobované horkými prameny s teplotami do $140\text{ }^{\circ}\text{C}$



<https://www.flickr.com/photos/rwhgould/5991413927>

Geotermální energie - zdroje

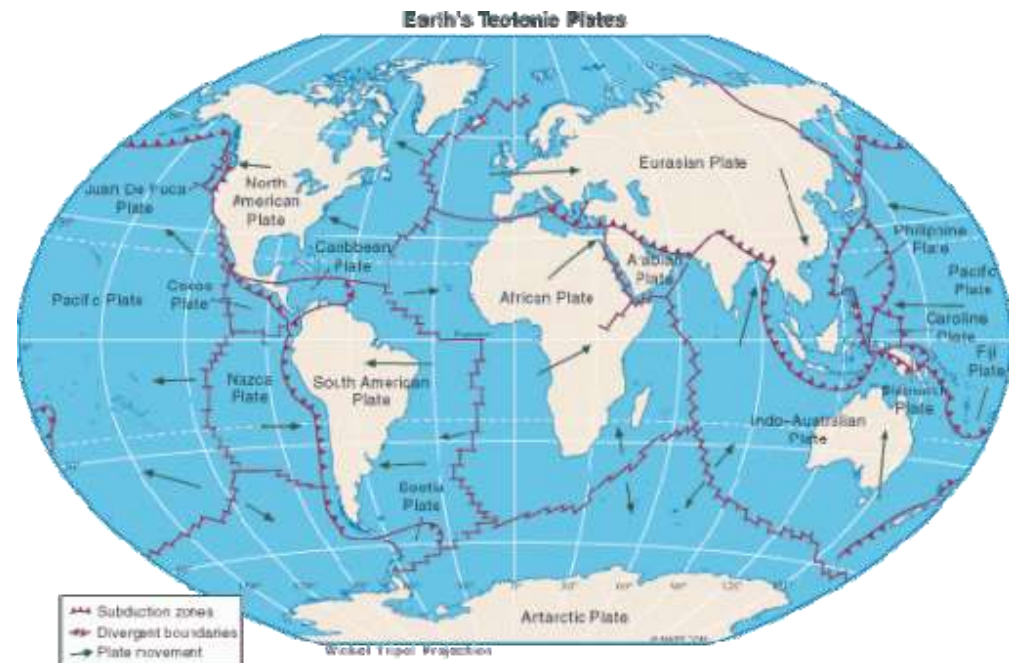
- Hypertermická pole, prostor nasycený vodou nebo párou :
 - suchý - ve formě přehřátí vodní páry v horké hornině a jejího přivedení do nádrže
 - mokrý - voda se dostane na povrch v kapalně formě a změnou tlaku se odpařuje na páru



<https://www.science.org.au/curious/technology-future/feeling-heat-geothermal-energy>

Dostupnost geotermální energie

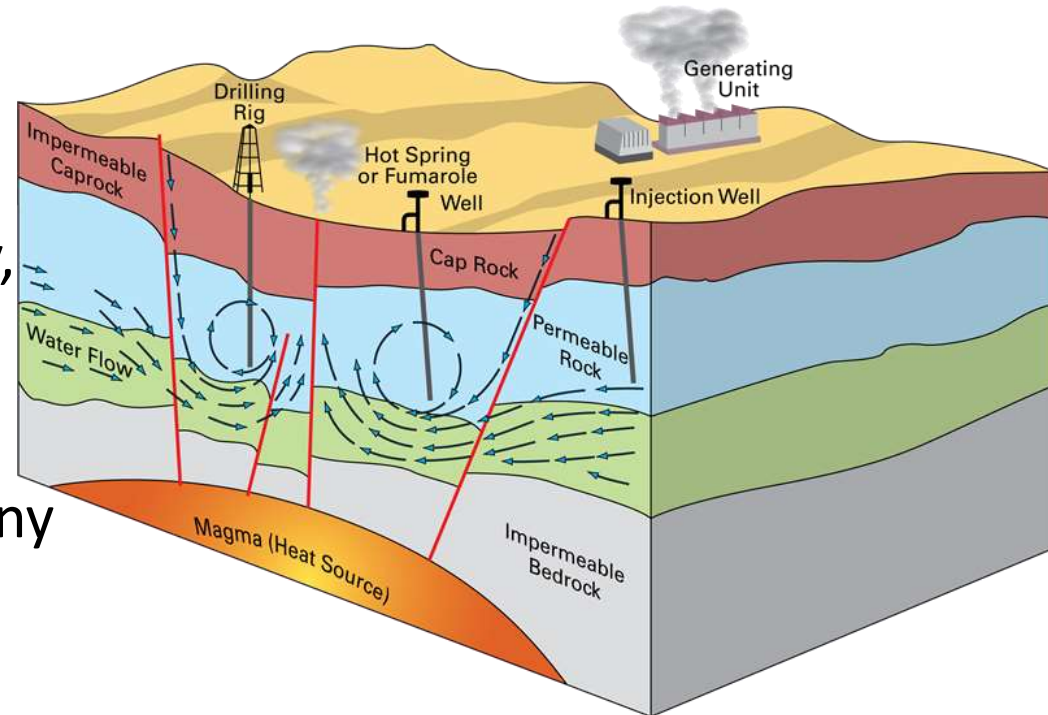
- V zemské litosféře v hloubkách 30 až 60 km pod hladinou oceánu může být přítomno jezero, které při splnění roztaveného pláště vytváří ložiska suchá nebo mokrá pára, která vystupuje na povrch



Earth's tectonic faults (The True Mount Sinai, 2019)

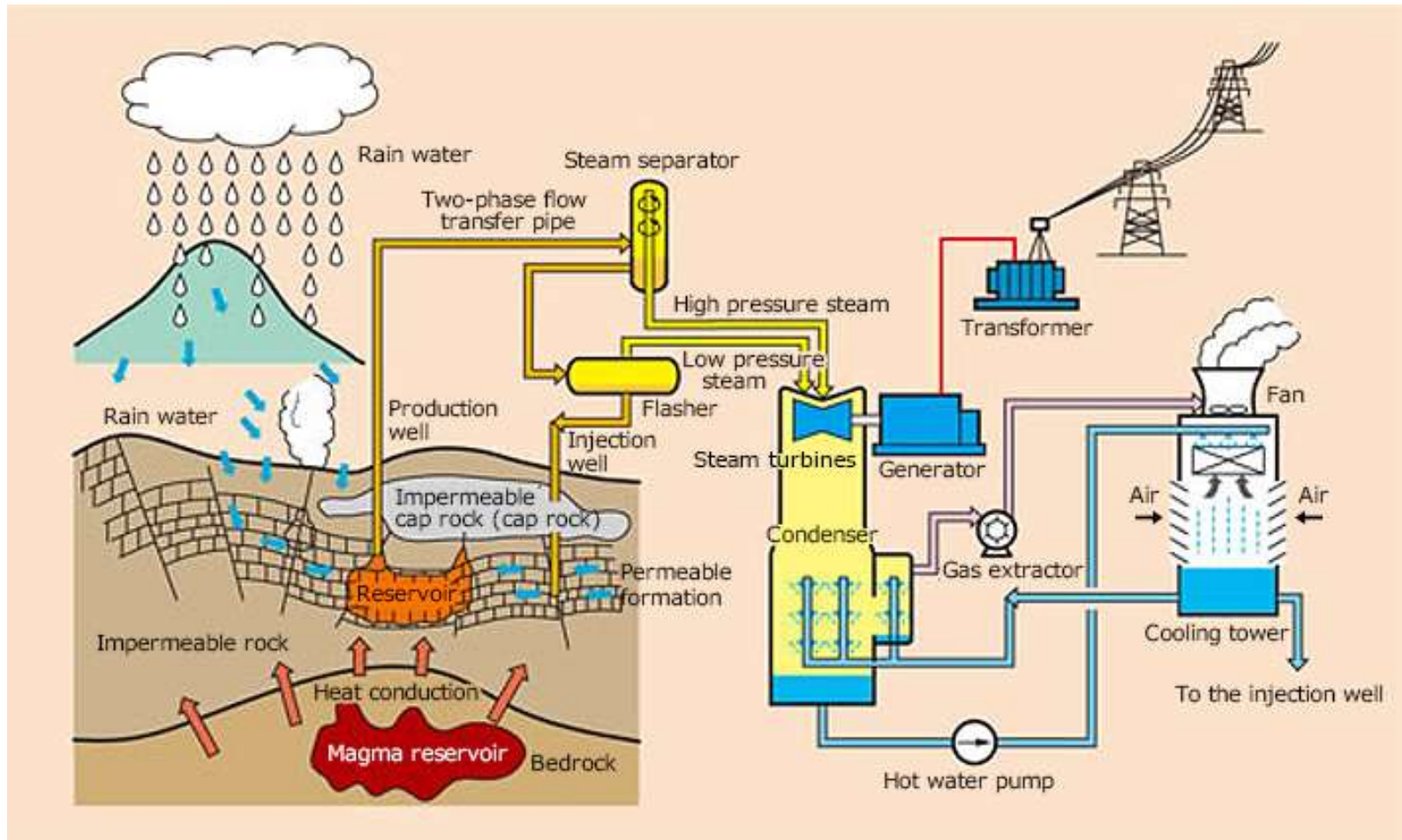
Geotermální energie - výroba

- technologie pro výrobu elektřiny z geotermálních zdrojů:
 - bleskové elektrárny,
 - suché parní elektrárny,
 - binární elektrárny
 - bleskové / binární kombinované elektrárny



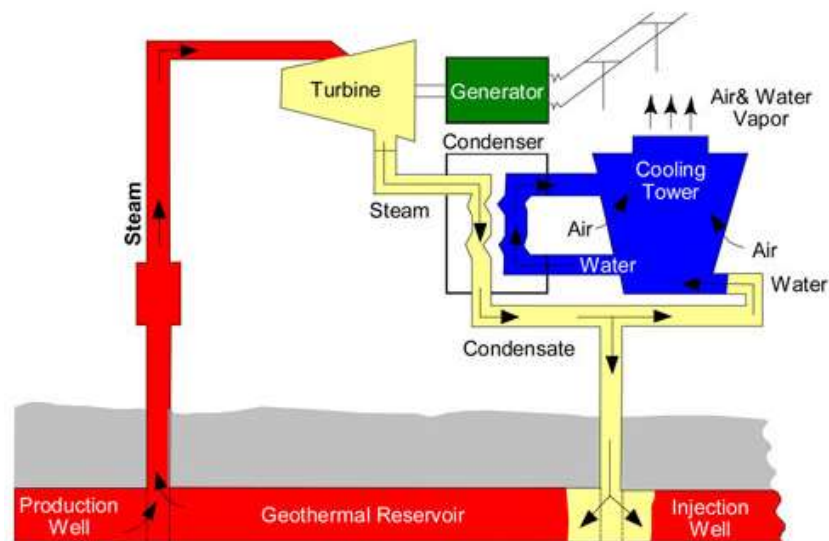
<https://busy.org/@techlife/renewable-energy-how-geothermal-energy-works>

Geotermální elektrárny



Elektrárny na suchou páru

- Používá se jako teplá pára obvykle nad 235 ° C
- Tato pára se používá pro turbíny a generátory s přímým odstředováním
- Je to jeden z nejstarších a nejjednodušších principů a stále se používá, protože se jedná o nejlevnější způsob výroby elektřiny z geotermálních zdrojů



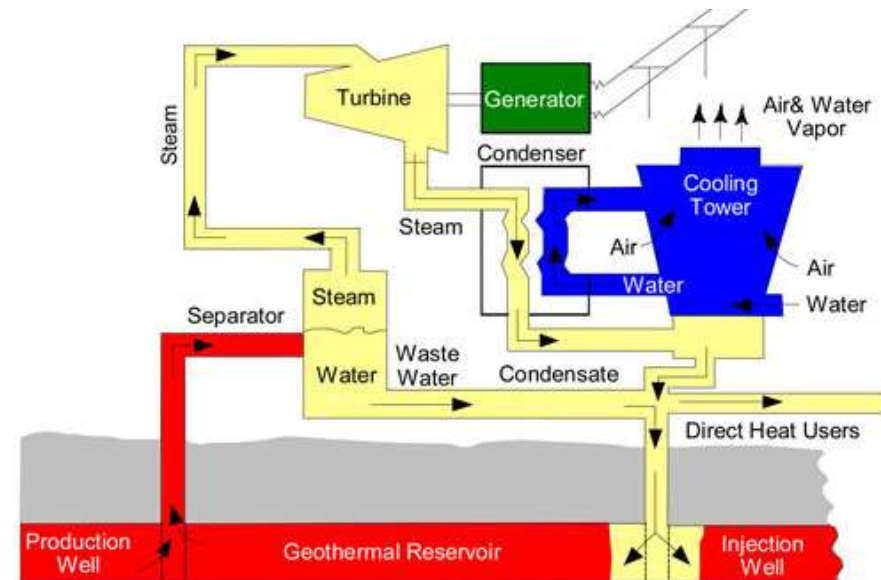
Colorado Geological Survey, 2020

První geotermální elektrárna na světě Larderello



Flash (bleskové) parní elektrárny

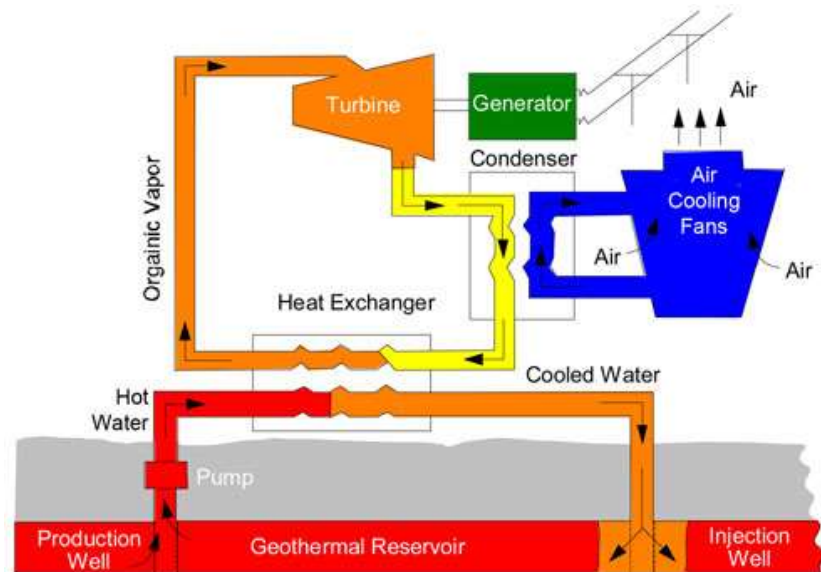
- používá se teplá voda z geotermální nádrže pod velkým tlakem a teplotou vyšší než 182 ° C
- čerpání vody ze zásobníku do elektrárny na povrchu snižuje tlak
- teplá voda se stává párou a překročí rychlost turbíny
- voda změněná na páru se vrací do nádrže, aby byla znovu použita
- většina moderních geotermálních elektráren používá tento princip práce



Colorado Geological Survey, 2020

Binární cyklické elektrárny

- voda použitá v binárním principu je chladnější než voda použitá v jiných metodách výroby elektřiny z geotermálních zdrojů
- kapalina se přeměňuje na páru při teplotě blízké bodu varu a roztočí turbínu a generátor
- výhody :
 - vyšší účinnost postupu
 - použitá voda se vrací zpět do nádrže a tím se ztráty tepla a vody snížily na minimum
- Tento plán bude využívat většina plánovaných nových geotermálních elektráren

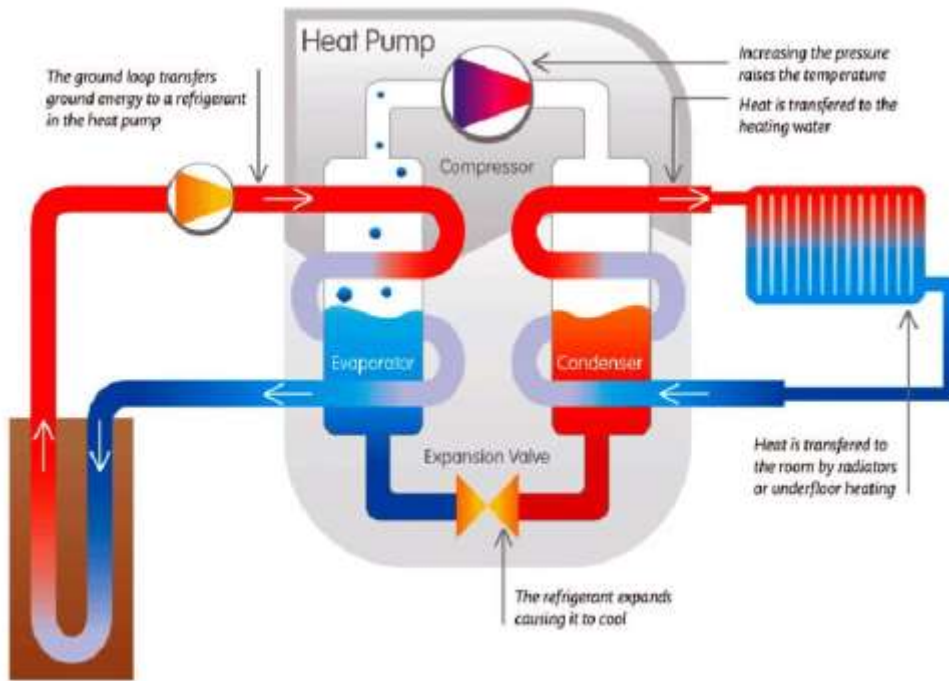


Colorado Geological Survey, 2020

Geotermální tepelná čerpadla

- dalším zajímavým způsobem využití geotermální energie je topení
- princip je založen na jednoduchém použití geotermálních kapalin, které přenášejí teplotu vody ve výměníku a ta je transportována potrubím k radiátorům v domácnosti nebo jinde

Tepelné čerpadlo

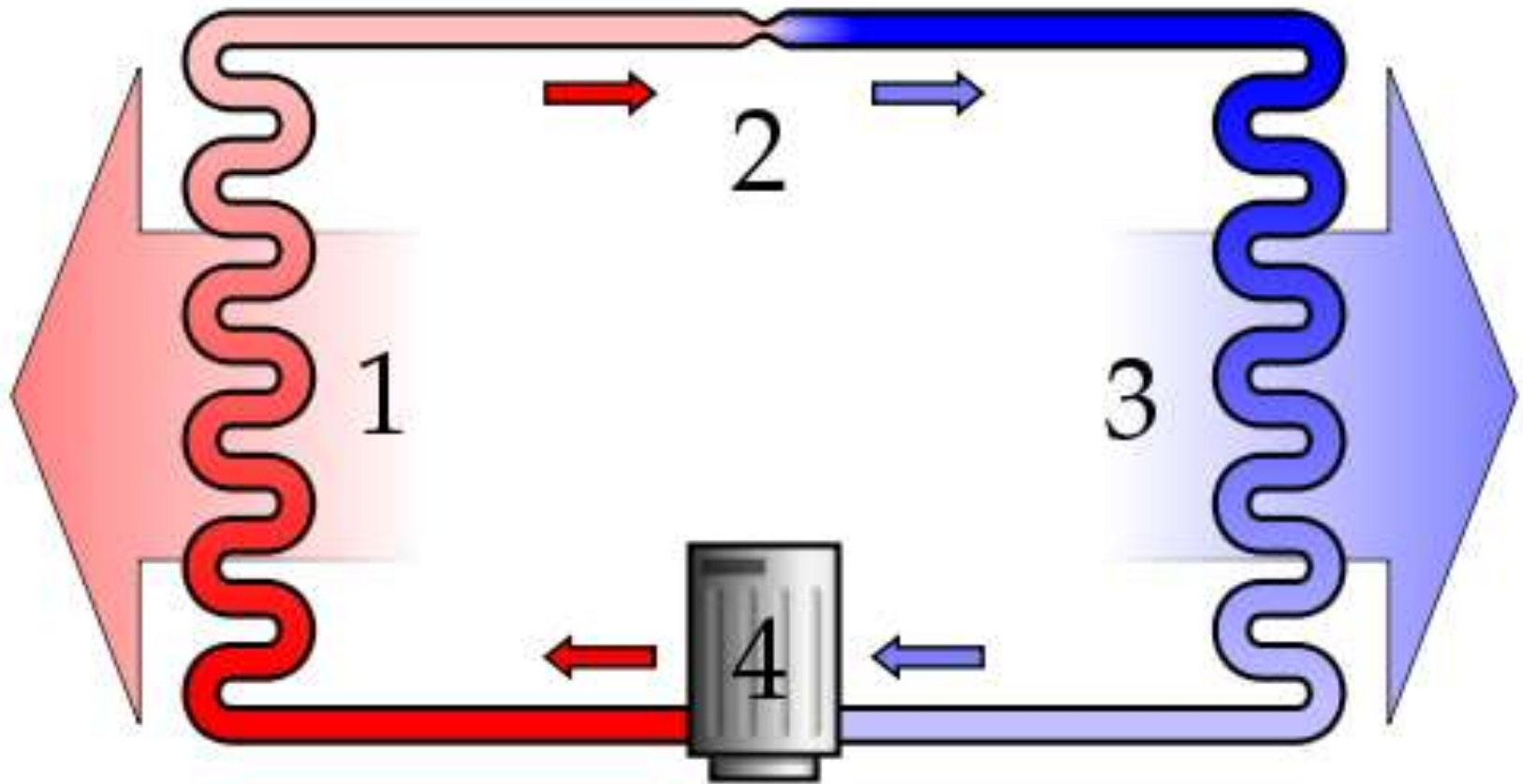


- tepelné čerpadlo využívá tepelnou energii obsaženou v zemi, vodě nebo vzduchu
- tepelné čerpadlo může tepelně vylepšit vodu, která má teplotu několik stupňů nad nulou, a proto ji v žádném případě nelze použít přímo k vytápění domu, na vhodně vyšší teplotu

4 fáze tepelného čerpadla

- 1. Vypařování:** Chladivo cirkulující v tepelném čerpadle získává teplo ze vzduchu, vody nebo země, které mění stav z kapaliny na plyn a poté se odpařuje.
- 2. Komprese:** Kompresor tepelného čerpadla stlačuje plynné chladivo tak, že se rychle zahřívá o několik stupňů, a to na základě fyzikálního principu komprese (při vyšším tlaku zvyšuje teplotu), aby se zvedlo malé zvýšení teploty na vyšší teploty, které se pohybují kolem 80 ° C.
- 3. Kondenzace:** Vyhřívané chladivo se přenáší druhým výměníkem tepla ve vodních radiátorech, poté se ochladí a kondenzuje a uvolňuje teplo do vody. Radiátory dodávají teplo vyzařované do místnosti a ochlazená voda v topném okruhu se vrací zpět do sekundárního výměníku k opětovnému ohřevu.
- 4. Rozšíření:** Chladivo prochází průchodem expanzního ventilu zpět do prvního výměníku, kde se opět ohřívá.

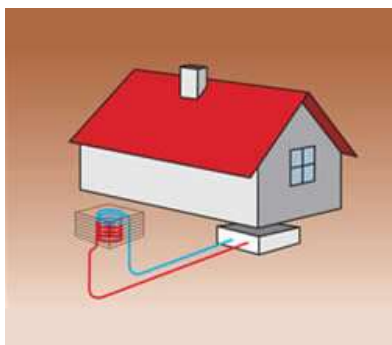
4 fáze tepelného čerpadla



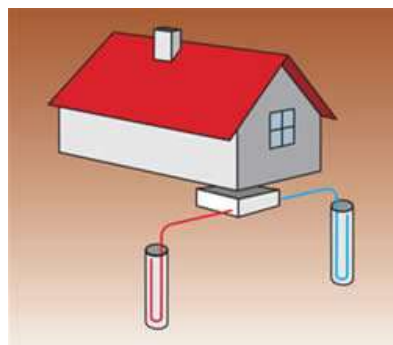
Druhy tepelného čerpadla

- Podle typu chlazeného a ohřívaného média jsou tyto typy tepelných čerpadel klasifikovány :
 - vzduch / voda - univerzální typ, ústřední topení
 - vzduch / vzduch - přídatný zdroj tepla, teplovzdušné vytápění, klimatizace
 - voda / voda - využití odpadního tepla, geotermální energie, ústřední topení
 - nemrznoucí směs / voda - univerzální typ ústředního topení, teplo je často vrt nebo sběrač půdy
 - voda / vzduch - teplovzdušné topné systémy

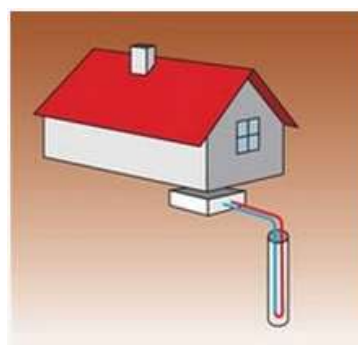
Druhy tepelného čerpadla



Princip
tepelného
čerpadla
vzduch / voda
(Ekowatt, 2008)



Princip
tepelného
čerpadla voda /
voda (Ekowatt,
2008)



Využití povrchu
půdy pro
tepelná
čerpadla
(Ekowatt, 2008)



Hluboká zem
využívaná pro
tepelná
čerpadla
(Ekowatt, 2008)

Přírodní zdroje pro tepelné čerpadlo

Přírodní zdroj tepla	Teplotní rozsah [°C]
Venkovní vzduch	-10 do -15
Odpadní vzduch	15 do 25
Podzemní voda	4 do 10
Povrchová voda (jezero, řeka ...)	0 do 10
Geotermální voda	15 do 90
Skály	0 do 5
Země, půda	0 do 10
odpadní voda	Viac ako 10

Účel použití tepelného čerpadla

- **Topení:**
 - tepelné čerpadlo je obecně vhodné pro energeticky úsporné topné systémy (např. podlahové / stěnové vytápění)
 - nejnovější vývoj nabízí tepelná čerpadla s vyšším výkonem, která jsou vhodná pro všechny typy rodinných domů (nejen nízkoenergetické) a pro všechny typy topných systémů
 - účinnost a úspory nákladů odvozené z tepelného čerpadla jsou větší a větší množství energie, které potřebujeme dodat do našeho domu

Účel použití tepelného čerpadla

- **Ohřev vody :**
 - mnoho tepelných čerpadel má zabudovanou nádobu na horkou vodu
 - před ohřevem se obvykle upřednostňuje ohřev teplé vody, tj. nejprve tepelné čerpadlo ohřívá horkou vodu a poté uvolňuje teplo do topného systému

Účel použití tepelného čerpadla

- **Chlazení:**

- velmi často je do tepelného čerpadla integrována funkce chlazení
- v tomto případě může tepelné čerpadlo pracovat „naruby“ - odebírá teplo z místnosti a ochlazuje se prostřednictvím pracovní látky a předává teplo zpět do volné přírody

Před spuštěním projektu hlavní pumpy...

... je třeba vzít v úvahu několik důležitých faktorů :

- **Zamýšlené použití:**

- typ tepelného čerpadla, funkce, potřebují pomocný zdroj tepla atd.

- **Topení:**

- pro tepelná čerpadla jsou nejlepší nízkoteplotní topné systémy - např. podlahové topení

- výstupem je snížená potřeba využitelné tepelné energie z tepelného čerpadla, takže systém pracuje efektivně

Před spuštěním projektu hlavní pumpy...

... je třeba vzít v úvahu několik důležitých faktorů :

- **Nízký potenciální zdroj tepla:**

- s výjimkou výtěžku, čistoty a teploty zdroje je třeba brát v úvahu i jeho vzdálenost od potřebného místa
- s tím souvisí i požadovaná počáteční investice - trubky, množství trubek, hloubka vrtu, náklady na filtr, čištění vody atd.

- **Pracovní režim:**

- existují náklady na provoz kompresoru a čerpadla (obvykle elektřina), což je faktor identifikace výkonu
- čím menší je rozdíl mezi teplotou kondenzace chladiva a odpařováním, čímž se zvyšuje účinnost tepelného čerpadla
- vedení zimních měsíců, kdy je okolní teplota nejnižší a nejvyšší potřeba tepla

Rizika spojená s využívaním geotermálnej energie

- **ekologické aspekty :**
 - pri využívaní geotermálnej energie sa uvoľňujú emisie s chemickým zápachom, zejména amoniak a síra
 - během této transformace je ztracena velká část energie
 - to je patrné z výrobního principu



Klady a zápory

- obnovitelný zdroj energie
- známá a dobře vyvinutá technologie
- cena je srovnatelná s elektřinou vyrobenou z jiných zdrojů energie



Klady a zápory



- omezený potenciál
- záleží na geologii
- nízká energetická účinnost, závisí na dosažitelné teplotě pracovní látky
- vysoká počáteční investice,
- vysoká spotřeba vody