

ČVUT v Praze  
Fakulta stavební  
Katedra Technických zařízení budov

# Obnovitelné zdroje energie Budovy a energie

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Pracovní materiály pro výuku předmětu.

## Geotermální energie

## Geotermální energie

### Historie

- starověcí přírodovědci a filozofové psali o podzemním ohni
- Využití teplé vody pro termální lázně (starověký Řím, území Itálie, Německa, Turecka, Číny, Indonésie,..)
- V příbramském dole Vojtěch se poprvé na světě v roce 1873 prorubali hlouběji než 1000 m pod povrch kde dosahovaly teploty 50°C
- 1904-první využití pro výrobu elektrické energie v Itálii



<http://petrkrajci.bigblogger.idovky.cz/>  
Teplota 38 stupňů Celsia, vydatnost pramene 800 l/s.

3

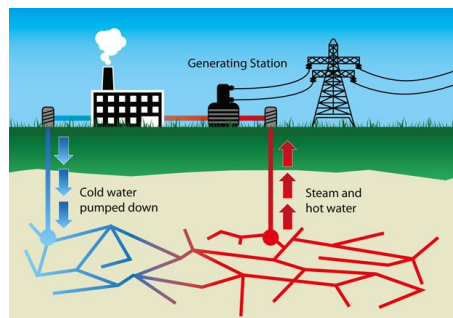
## Geotermální energie

### Zdroj tepla:

- vznik planety + rozpad radioaktivních látek

### Využití:

- zásobování teplem
- výroba elektřiny (ohřev >150°C)
- zásobníky tepla, chladu



[www.carbonneutral.com](http://www.carbonneutral.com)

4

## Geotermální energie

- energie z hydrotermálních zdrojů vysoké teploty ( $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pro výrobu elektrické energie – vulkanicky aktivní oblasti
- energie tepla hornin („suché zemské teplo“) vysoké teploty ( $>130\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pro výrobu elektrické energie (HDR hot dry rock) – vhánění a čerpání vody
- energie z hydrotermálních zdrojů vyšší teploty ( $<150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pro výrobu tepla (vulkanicky aktivní i sedimentární oblasti) – nejběžnější zdroje
- geotermální energie pro nízkoteplotní systémy (tepelná čerpadla)

5

## Geotermální energie

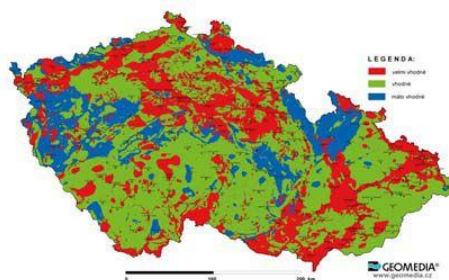
### • Hlavní sledované fyzikální veličiny

#### – tepelný tok

- Průměrný tepelný tok (množství tepla, které projde jednotkovou plochou na zemském povrchu) na Zemi je  $60 \pm 10\text{ mWm}^{-2}$ .

#### – tepelná vodivost hornin

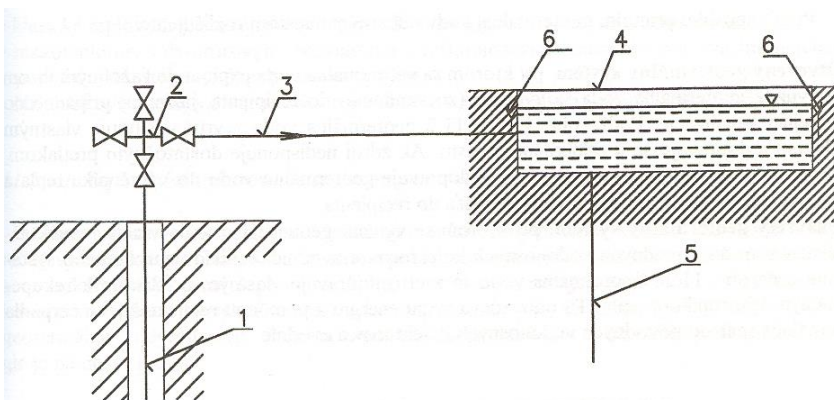
#### – hydrogeologické parametry lokality



[http://www.mzp.cz/cz/geotermalni\\_energie](http://www.mzp.cz/cz/geotermalni_energie)

6

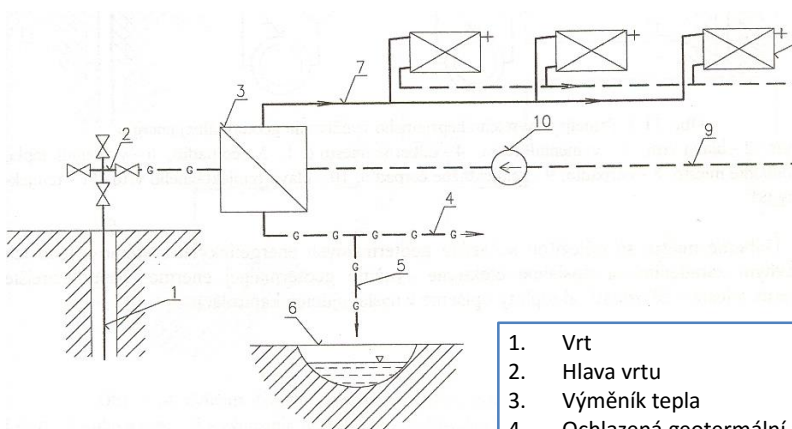
## Přímé využití geotermální energie



1. Vrt
2. Hlava vrtu
3. Přívodní potrubí geotermální energie
4. Průtočný bazén
5. Vypuštění bazénu
6. Přepad

7

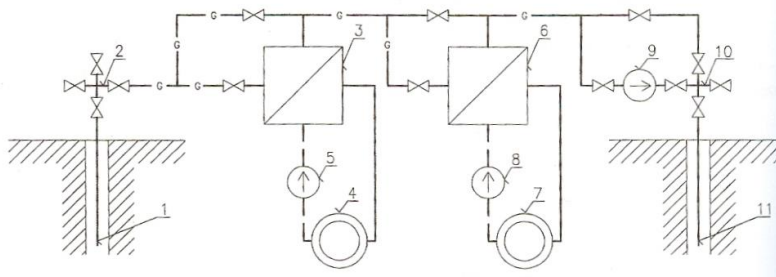
## Nepřímé využití geotermální energie



1. Vrt
2. Hlava vrtu
3. Výměník tepla
4. Ochlazená geotermální voda pro další použití
5. Odpadní geotermální voda
6. Recipient
7. až 10 Vytápěcí systém

8

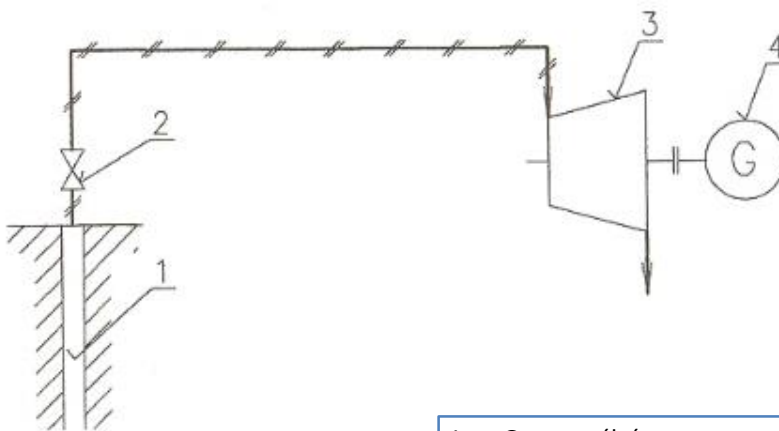
## Nepřímé uzavřené využití geotermální energie



1. a 11. Vrt
2. a 10. Hlava vrtu
3. Výměník tepla
4. a 7. Odběrná místa
5. a 9. Čerpadlo
6. Výměník tepla
7. až 10. Vytápěcí systém

9

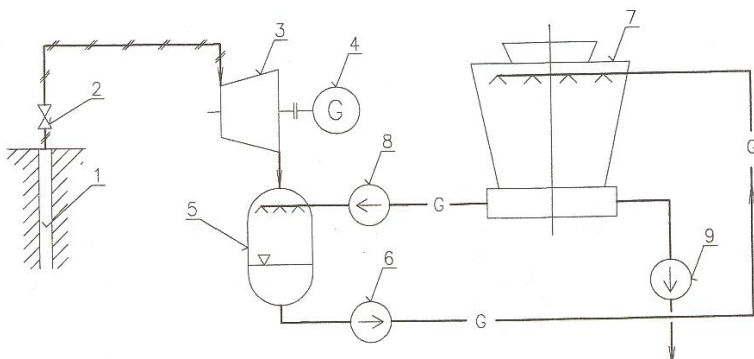
## Přímé využití horké páry



1. Geotermální vrt
2. Hlavní uzávěr vrtu
3. Parní turbína
4. Generátor

10

## Přímé využití horké páry s kondenzátorem

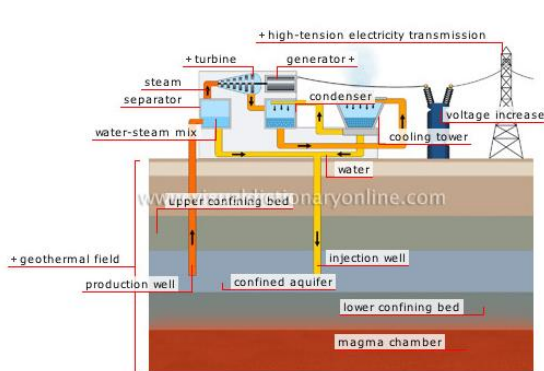


1. Geotermální vrt
2. Hlavní uzávěr vrtu
3. Parní turbína
4. Generátor
5. Kondenzátor
6. a 8. čerpadla chladícího okruhu
7. Chladicí věž
9. Reinjectační čerpadlo

11

## Geotermální elektrárna

- Principem je využití energie páry pro výrobu elektrické energie v generátoru.

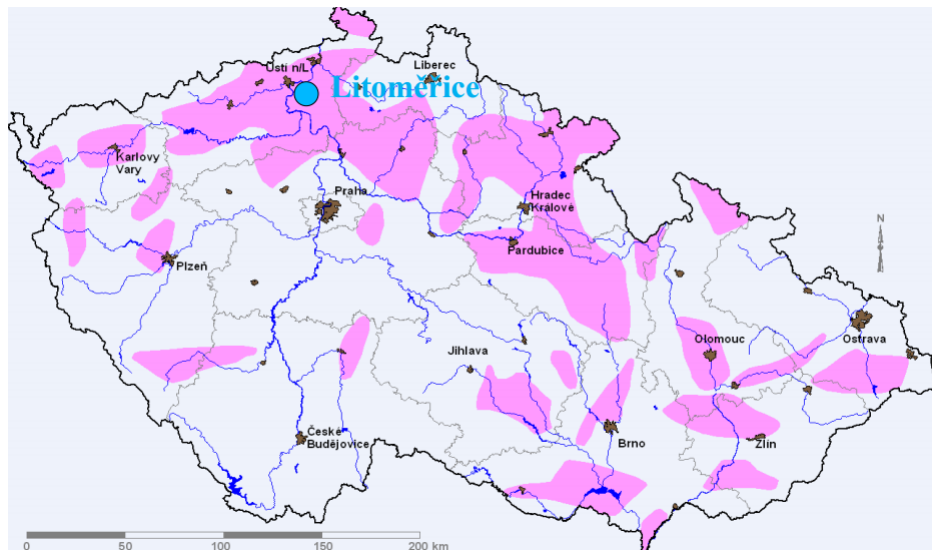


<http://visual.merriam-webster.com/energy/geothermal-fossil-energy/production-electricity-from-geothermal-energy.php>

[www.energybandgap.com](http://www.energybandgap.com)

12

## Mapa vhodných lokalit v ČR



<http://prvnigeotermalni.cz/>

13

## Využití geotermální energie

- Teplejší oblasti – výroba elektřiny
- Chladnější oblasti – výroba tepla + (elektřiny)
- Island – vytápění domů, skleníků (např. pěstování jižního ovoce), veřejných budov, bazénů, pro vyhřívání chodníků
- Další země, které geotermální energii ve větším využívají, jsou USA, Velká Británie, Francie, Švýcarsko, Německo a Nový Zéland.

14