



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Sára Horváthová

**Střední zdravotnická škola Benešov
Máchova 400, Benešov**

Úvod	2
Geotermální energie	2
Výroba elektrické energie.....	4
Geotermální elektrárny ve světě	5
Využití v Česku	7
Výroba tepelné energie.....	7
Závěr.....	9
Zdroje	9

Úvod:

Geotermální energie mě z obnovitelných zdrojů zaujala nejvíce.

A pokud chceme využívat geotermální energii, měli bychom o ní něco vědět. Rozhodla jsem se zjistit, jak je už využívána ve světě a jestli je reálné její využití u nás, i když nemáme takové podmínky jako například na Islandu, kde teplovodním potrubím vyhřívají chodníky, aby v zimě nemuseli odklízet sníh. To si u nás dovolit nemůžeme, ale třeba bychom kromě tepelných čerpadel mohli využívat teplo zemského jádra i k výrobě elektřiny.

Geotermální energie

Geotermální energie je nejstarší energií a je teoreticky nevyčerpatelná. Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Jejimi projevy jsou erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony. Využívá se ve formě tepelné energie (pro vytápění), či pro výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách. Obvykle se řadí mezi obnovitelné zdroje energie, nemusí to však platit vždy, některé zdroje geotermální energie jsou vyčerpatelné v horizontu desítek let.

Geotermální energie je v nitru Země zachována od doby jejího vzniku po celou dobu geologické historie.



Obrázek 1- Pohled na zemní projev geotermální energie - [gejzír](#).

V rozsáhlejších měřítku se tato energie využívá např. na [Islandu](#), kde se využívá pro vyhřívání obytných domů, skleníků, veřejných budov, bazénů, pro vyhřívání chodníků, aby se v zimě nemusely příliš upravovat, a dokonce i pro pěstování [banánů](#) či jiného jižního ovoce. Uvádí se, že geotermální energie se podílí až z 85 % na vyhřívání islandských domů. Stoletími se to používá ve střední Itálii, a Maďarsko momentálně uspokojuje 80 % energetických potřeb skleníků geotermální energií.



Obrázek 2 - Jeden z pramenů vřelé vody na Islandě, který je výhodný pro využívání geotermální energie.

Geotermální energie se používá i v hospodářství, aby se zvětšila úroda. Voda z geotermálních rezervoárů se používá na zahřívání pro pěstování květin a zeleniny. Ve skleníku se nezahřívá jenom vzduch, ale také i půda, na které rostou rostliny.

Geotermální pumpy je možno využít nejen k ohřívání, ale i chlazení individuálních domků. Jedná se o využití zemního tepla (či v létě chladna), které se nachází v hloubce 2 až 3 metrů a zůstává stabilní během roku.

Další země, které geotermální energii ve větším využívají, jsou [USA](#), [Velká Británie](#), [Francie](#), [Švýcarsko](#), [Německo](#) a [Nový Zéland](#).

Výroba elektrické energie

Jeden z nejvýznamnějších způsobů využívání geotermální energie je výroba elektrické energie. Tady se používají vřelá voda a pára ze Země pro pohybování generátoru. Nechozí tedy fosilní paliva, a proto ani neunikají škodlivé emise do atmosféry, vypouští se jenom vodní pára.

Momentálně se používají tři základní druhy geotermálních elektráren:

- a) Princip suché páry (Dry steam)
- b) Princip mokré páry (Flash steam)
- c) Horkovodní princip Binární (Binary cycle)

1. Princip suché páry - používá se jenom vřelá pára, nad 235 °C (445 °F). Pára se používá pro přímé pohybování turbín generátoru. Tento nejjednodušší a nejstarší princip se ještě stále používá, protože je to mnohem levnější způsob výroby elektrické energie z geotermálních pramenů. Využívá ho první geotermální elektrárna na světě v Landerello-u. Momentálně je největší elektrárna, která používá „Dry steam“ princip v severní Kalifornii a jmenuje se The Geysers. Vyrábí elektrickou energii už od roku 1960. Množství vyrobené elektrické energie je ještě stále dostatečné pro zásoby města velikosti San Francisca.

2. Princip mokré páry - používá se vřelá voda z geotermálního rezervoáru, která je pod velkým tlakem a na teplotách větších než 182 °C (360 °F). Čerpáním vody z tohoto rezervoáru k elektrárně na povrchu se zmenšuje tlak, vřelá voda se mění v páru a pohybuje turbíny. Voda, která se nezměnila v páru, se vrací zpět do rezervoáru, aby se znovu použila. Většina moderních geotermálních elektráren používá tento způsob.

3. Binární princip - voda, která se používá u binárního principu je chladnější než voda, která se používá u ostatních způsobů. U binárního principu se vřelá voda používá na zahřívání tekutiny, která má významně nižší teplotu vření, než voda. Tekutina se mění v páru při teplotě vřelé vody a pohybuje turbínami generátoru. Výhoda tohoto způsobu je větší účinnost a dostupnost nutných geotermálních rezervoárů je mnohem větší než u ostatních postupů. Další výhodou je úplná uzavřenost systému s ohledem na to, že se použitá voda vrací zpět do rezervoáru, a tak je ztráta tepla zmenšena, a ani se neztrácí hodně vody. Většina plánovaných nových geotermálních elektráren bude používat tento princip.

Princip, který se bude používat u stavby nové elektrárny, záleží vždy na druhu geotermálního pramenu energie, vlastně na teplotě, hloubce a kvalitě vody a páry na daném území. V každém případě se kondenzovaná pára a zbytky geotermální tekutiny vracejí zpět do vrtů a tím se zvětšuje vytrvalost geotermálního pramenu.

Výhodami jsou velmi malé vlivy na životní prostředí (nezanechává po sobě téměř žádnou ekologickou stopu), nezávislost na dodávkách paliva (vydrží v provozu při plném výkonu desítky let), téměř bezobslužný provoz a ve srovnání s jinými obnovitelnými zdroji i stálost výkonu.

Nevýhodami jsou nejistoty v geologických podmínkách – zda se skutečně podaří vytvořit dostatečně velký tepelný výměník.

Geotermální elektrárny ve světě

V současnosti je celosvětově v geotermálních elektrárnách instalováno více než 10 000 MWe, což je stále jen nepatrný zlomek celkového potenciálu. V rámci Evropy je samozřejmě nejvhodnější zemí pro využití geotermální energie Island, s velkým odstupem také Itálie.

První geotermální elektrárna byla otevřena v [Larderello, Itálie](#) už v roce [1904](#). V roce 2010 byla celosvětová instalovaná kapacita geotermálních elektráren 10 715 MWe, z toho absolutně nejvíce v USA - 3 086 MWe. V roce 2008 geotermální elektrárny vyrobily 60 435 GWh elektrické energie. Absolutně nejvíce elektrické energie bylo opět vyrobeno v USA, relativně nejvíce pak na [Islandu](#) a v [Salvadoru](#), kde geotermální elektrárny vyrobily čtvrtinu elektrické energie.

V tabulce je uvedeno využití geotermální energie ve světě:

Země	Instalovaná kapacita 2010 (MWe)	Výroba elektřiny v roce 2009 (GWh)	Podíl na výrobě elektřiny (%)
Filipíny	1 904	10 187	17,2
Guatemala	52	289	3,4
Indonésie	1 197	7 882	5,6
Island	575	4 325	26,2
Itálie	843	5 080	1,9
Japonsko	536	2 750	0,3
Keňa	167	1 120	16,5
Kostarika	166	1 075	11,6
Mexiko	958	6 403	2,7
Nikaragua	88	306	8,9
Nový Zéland	627	4 573	10,9
Papua-Nová Guinea	56	450	15,2
Rusko	82	442	0,05
Salvador	204	1 443	25,2
USA	3 086	15 210	0,4
Turecko	98	445	0,8



Obrázek 3 - Geotermální elektrárna Nesjavellir ležící v národním parku Þingvellir je největší svého druhu na Islandu, produkuje 120 MW elektrické energie a zároveň ohřívá 1800 litrů vody za minutu.

Využití v Česku

V České republice připadá v úvahu využití pouze tzv. konceptu suché horniny („hot dry rock - „tj. teplo zakonzervované v podzemních suchých horninách), s čímž není ani v zahraničí příliš velká zkušenost. Jedním vrtem se k horké suché hornině v hloubce zhruba pět kilometrů přivede studená voda a dva boční vrty umožní ohřáté vodě cestu vzhůru. Tyto zdroje pohání turbínu generátoru a po ochlazení vody na povrchu se vrací prvním vrtem zpět do země. Vedlejším produktem produkce energie je teplo, které lze využít např. k vytápění bytů.

Obecně je vhodnou lokalitou v českých podmínkách místo s již narušenou podzemní horninou. Odborníci se shodují, že takovým místem mohou být Litoměřice, případně Lovosice, Chomutov nebo Frýdlantský výběžek.

V Česku využívá geotermální energii např. město **Ústí nad Labem**, kde slouží k vytápění plaveckých bazénů a od května 2006 také k vytápění zoologické zahrady v Ústí nad Labem. Ojedinelý projekt využití geotermální energie pro výrobu tepla je v **Děčíně**. Od roku 2002 je zde v provozu výtopna na Benešovské ulici, která jako jediná v České republice využívá geotermální energii pro zásobování poloviny města teplem.

V **Litoměřicích** se od listopadu 2006 hloubí zkušební vrt pro geotermální elektrárnu, který by měl skončit v hloubce 2500 m. Pokud budou výsledky měření příznivé, začnou se hloubit další dva vrty - tentokrát již produkční. Tyto vrty mají dosáhnout hloubky až 5000 m. Elektrárna bude založena na metodě HDR, která ještě nebyla ve střední ani východní Evropě použita. Tato metoda spočívá v tom, že se do jednoho vrtu vhná voda a z druhého se čerpá, přičemž se voda v hloubce ohřívá. Jedná se o uzavřený oběh média - vody. Tepelná energie se může přeměnit na energii elektrickou. V zimě se bude energie využívat především pro vytápění, v létě naopak pro výrobu elektrické energie. Náklady na vybudování vrtů a geotermální elektrárny mají být kolem 1,11 miliardy Kč, na jejich krytí se bude podílet i EU. Elektrárna má mít tepelný výkon 50 MW a elektrický pak 5 MWe.

V **Liberci** hloubí zkušební vrt společnost ze Skupiny ČEZ, případný elektrický výkon elektrárny má být v řádu jednotek či desítky MWe.

Výroba tepelné energie

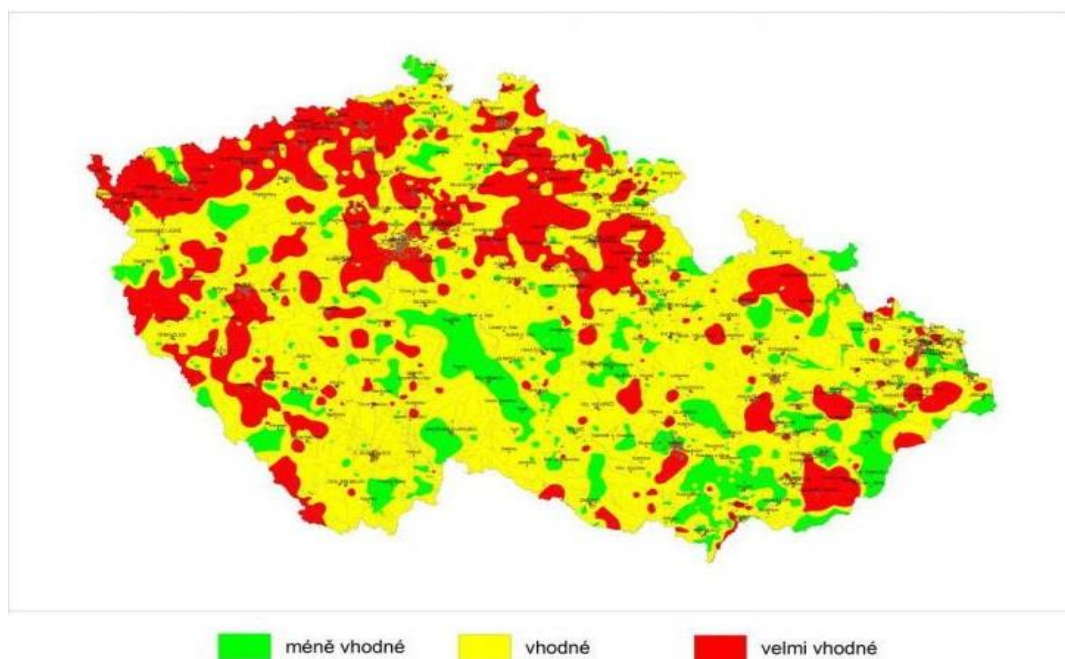
Pokud jsou v oblasti s ložiskem termální vody k dispozici hloubkové vrty, lze zajistit poměrně snadnou dodávku tepla. Geotermální teplárna je vybavena dopravním čerpadlem, které z technologického hloubkového vrtu dopravuje horkou termální vodu na povrch.

Protože má termální voda většinou velký obsah minerálních solí a vykazuje i přítomnost určitých přírodních radioaktivních příměsí, není sama přímo teplonosným médiem. Tepelný výměník odebírá termální vodě její vnitřní tepelnou energii a předává ji do sítě dálkového vytápění. Vrt pro zpětnou injektáž technologické vody zajišťuje dodávku ochlazené termální vody zpět do země.

Pro získání tepla pro účely vytápění stačí poměrně nízké teploty pod 100 °C. Proto se nepočítá s velkými hloubkami vrtů. Ve středoevropské oblasti jsou hloubky do 2000 m dostačující. Centrální výtopna reguluje dodávané množství v závislosti na spotřebě tepla.

Kotel pro vyrovnávání špičkového odběru vyrovnává spotřebu tepla. Rezervní kotel má rovněž opodstatnění, aby se pro případné problémy v čerpací stanici nebo ve vrtu mohla

zajistit garantovaná dodávka tepla.



Obrázek 4 - Mapa ČR využitelnosti geotermální energie

Teplice	185
Dubí	105
Kostelní Hlavno	95,9
Stonava	90,9
Benátky n. Jizerou	79,6
Frenštát p. Radhoštěm	75,8
Lidečko	70,7
Slaný	62
Příbram	57,4
Skuhrov	47,7
Nikolčice	44

Obrázek 5 - Přehledy geotermálních tepelných toků v České republice v mW/m^2

Závěr

S ohledem na to, že oceněné množství geotermální energie, které by se mohlo využít, je mnohem větší, než celkové množství energetických zdrojů, které mají základ ropu, uhlí a zemní plyn, mělo by se geotermální energii přikládat větší význam. Obzvláště jestli se vezme v úvahu, že je to levný, obnovitelný zdroj energie, který je také ekologicky přijatelný. S ohledem na to, že geotermální energie není lehkou dostupná, mělo by se alespoň využít místa, na kterých energie dostupná je (okraje tektonických desek) a tím alespoň trochu zmenšit spotřebu fosilních paliv a pomoci Zemi, aby se uzdravila od škodlivých skleníkových plynů.

Zdroje:

EKOLIST. Geotermální energie v ČR - Zapomenuté teplo z hlubin. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/geotermalni-energie-v-cr-zapomenute-teplo-z-hlubin>

Geotermální elektrárna Litoměřice: Přinášíme podrobnosti. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <http://www.sustainable.cz/gtelm02.htm>

Geotermální energie. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Geoterm%C3%A1ln%C3%AD_energie

SKUPINA ČEZ. Geotermální energie. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>

Obnovitelné zdroje energie: Vodní elektrárny, geotermální energie. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-geotermalni-energie.htm>

DŘÍMAL, Petr. Tepelné čerpadlo a geotermální energie. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: http://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/7467/mod_resource/content/1/Pro%20u%C4%8Ditele%20-%20Tepeln%C3%A9%20%C4%8Derpadlo%20a%20geoterm%C3%A1ln%C3%AD%20energie.pdf