



# **Využití geotermální energie**

Ing. Iveta Špičková  
Ing. Jana Šturcová  
Ing. Martina Šudřichová

# GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

## Struktura studie

**Klíčová slova:** obnovitelné zdroje, geotermální energie, přínos geotermální energie, SWOT analýza, komparace s jinými zdroji energie, využití ve světě, využití v ČR, ekologie, ekonomika, legislativní podpora

## **Zdroje:**

### Odborné knihy

BLAŽKOVÁ, M. *Geotermální energie v Podkrušnohoří*. 1. vydání. Edice: ACTA UNIVERSITATIS PURKYNIANA. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2002. 93s. ISBN: 80-7044-425-8

KOŠŤÁL, K.; MECHLOVÁ, E. aj. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. 1. vydání. Praha: Prometheus, spol. s r.o., 1999. 588 s. ISBN: 80-7196-151-5.

KLOZ, M.; MOTLÍK J.; PETRŽÍLEK P.; TUŽINSKÝ M. *Využívání obnovitelných zdrojů energie – právní předpisy s komentářem*, 1. vydání. Linde Praha, a.s., právnické a ekonomické nakladatelství, 2007. 511s. ISBN 978-80-7201-670-9

PETRÁNEK, J. *Malá encyklopedie geologie*. 1. vydání. České Budějovice: Nakladatelství JIH, 1993. 246s. ISBN: 80-900351-2-4

MOTLÍK, J. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. Praha. ČEZ 2007. *PRŮVODCE ENERGETICKÝMI ÚSPORAMI A OBNOVITELNÝMI ZDROJI ENERGIE*. Česká energetická agentura. 2006

MYSLIL, V. *Geotermální energie: ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání*. Praha. Ministerstvo ŽP ČR, 2007.

### Odborné časopisy a sborníky

PLANETA: Úsporné a ekologické vytápění pro obce i podnikatele, sborník přednášek seminář. Ministerstvo životního prostředí. 2006, ročník XIV, č. 11. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006. 6x – 12x ročně. ISSN: 1801-6898

PLANETA: GEOTERMÁLNÍ ENERGIE, Ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání. Ministerstvo životního prostředí. 2007, ročník XV, č. 4. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007-. 6x – 12x ročně. ISSN: 1801-6898

Situační zpráva ke Strategii udržitelného rozvoje ČR. Ministerstvo ŽP. Praha 2007

Využití netradičních zdrojů energie ve vytápění – sluneční, geotermální, bioplyn, odpadní teplo. Praha. Dům techniky ČSVTS, 1998.

### Internetové stránky

[www.ceer-eu.org](http://www.ceer-eu.org)

[http://www.our-energy.com/cz/geotermalni\\_energie.html](http://www.our-energy.com/cz/geotermalni_energie.html)

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3350>

[http://www.ochsner.cz/ref\\_rodin.html](http://www.ochsner.cz/ref_rodin.html)

<http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/uph-abs-connec>

[http://www.ochsner.cz/ref\\_rodin.html](http://www.ochsner.cz/ref_rodin.html)

<http://www.sciam.com/articla.cfm?id=cali>  
<http://www.sustainable.cz/gtelm02.htm>

## DATOVÉ ZDROJE POUŽITÝCH ZÁKLADNÍCH FYZIKÁLNÍCH POJMŮ

**Geotermální elektrárna** – v uzavřeném okruhu je ze země čerpána voda o vysoké teplotě a tlaku, která pohání generátor turbíny, po kondenzaci je ochlazená voda pumpována zpět do vrtu.

Zdroj: [http://www.our-energy.com/cz/geotermalni\\_energie.html](http://www.our-energy.com/cz/geotermalni_energie.html)

**Geotermální energie** – energie zemského jádra.

Zdroj: PETRÁNEK, J., *Malá encyklopedie geologie*.

**Geofyzika** – věda, která se zabývá fyzikálními procesy v souvislosti se vznikem a vývojem Země.

Zdroj: KOŠTÁL, K.; MECHLOVÁ, E. aj., *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*.

**Geotermika** – odvětví geofyziky, které se zabývá tepelným stavem Země.

Zdroj: PETRÁNEK, J., *Malá encyklopedie geologie*.

**Hydrogensulfid** – nepříjemně páchnoucí jedovatý plyn, chemicky se jedná o sůl sloučeniny síry a vodíku s dalším prvkem (např. sodíkem, vzniká NaHS, hydrogensulfid sodný).

Zdroj: [http://www.google.cz/search?hl=cs&q=hydrogen+sulfid&btnG=Hledat&lr=lang\\_cs](http://www.google.cz/search?hl=cs&q=hydrogen+sulfid&btnG=Hledat&lr=lang_cs)

**Kompresor** – stroj, který slouží ke stlačování plynů a par.

Zdroj: KOŠTÁL, K.; MECHLOVÁ, E. aj., *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*.

**Tepelné čerpadlo** – přístroj, který čerpá teplo z jednoho místa na jiné.

Zdroj: *PLANETA: GEOTERMÁLNÍ ENERGIE, Ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání*. Ministerstvo životního prostředí. 2007-, ročník XV, č. 4.

**Výparník** – stoj, který slouží k distribuci tepla.

Zdroj: KOŠTÁL, K.; MECHLOVÁ, E. aj., *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*.

Celosvětově dochází k rozvoji biotechnologického průmyslu zaměřeného na minimalizaci environmentálních rizik. V současnosti vzrůstá potřeba vyrovnat se s globálními změnami klimatu a jejich vlivem na fungování ekosystémů. Poznání ekologických zákonitostí těchto trendů je nepostradatelné zejména pro ochranu a udržitelný rozvoj složek biodiverzity. Obnovitelnými zdroji energie (OZE) obvykle označujeme technologie využívající k produkci tepla nebo elektřiny energii Slunce, vody, větru, biomasy, nitra naší Země (geotermální energii) a energii (teplo) okolního prostředí. Tyto technologie jsou v zahraničí velmi rozšířené a obecně podporované. Důvody k jejich rozšíření jsou jednak ekologické, ale i ekonomické. Evropská unie jako celek velmi výrazně podporuje využívání obnovitelných zdrojů energie, a to nejen pro výrobu tepla, ale také elektřiny. V roce 2010 by měl podíl elektřiny vyrobené OZE dosáhnout 21 %.

Geotermální energie je produktem pochodů v zemské kůře. Je vázána na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody, a to na teplotní úrovni, která je využitelná k přímé spotřebě.

Cílem práce je přehledně zpracovat problematiku geotermální energie z následujících pohledů:

- fyzikálního
- ekonomického (včetně SWOT analýzy)
- ekologického
- využití ve světě
- využití v ČR
- systému legislativní podpory využití geotermální energie v ČR

Metodika zpracování studie je založena na studiu dostupných zdrojů: knih, odborných časopisů a informací z internetu.

Práce si klade za cíl vytvořit souhrnný náhled na problematiku, který čtenáři komplexně objasní problematiku co je to geotermální energie, jak jí lze využít, jak se opravdu v současnosti využívá, jaké jsou výhledy do budoucna.

## Obsah:

1	Úvod.....	6
2	Historie zkoumání a využití geotermální energie .....	6
3	Co je geotermální energie a jak vzniká .....	7
3.1	Základní fyzikální veličiny ve vztahu k teplu .....	8
3.2	Využití geotermální energie .....	12
4	Ekonomické aspekty využívání geotermální energie .....	12
4.1	Obecná charakteristika .....	12
4.2	SWOT analýza využití geotermální energie .....	13
5	Ekologické aspekty využívání geotermální energie .....	14
6	Využití geotermální energie ve světě .....	15
6.1	Obecná charakteristika .....	15
6.2	Typy geotermálních elektráren ve světě.....	15
7	Využití geotermální energie v ČR.....	16
7.1	Obecná charakteristika .....	16
7.2	Potenciál geotermální energie v ČR.....	16
7.3	Praktické případy využití geotermální energie.....	17
8	Legislativní podpora využívání geotermální energie v ČR.....	18
9	Závěr.....	19
	Literatura: .....	20

# 1 Úvod

Geotermální energie je tepelná energie Země. Zdroje této energie jsou ve světě rozloženy nerovnoměrným způsobem. Nejčastěji se vyskytují v podobě vyvěrajících vroucích pramenů, gejzírů a sopek. Již staří Římané používali tuto energii ke koupelím a k vytápění lázeňských areálů. S rozvojem vědy se možnosti využití energetického potenciálu značně rozšířili. Dnes můžeme z tepelné energie Země získávat jednak elektrickou energii či ji využít k vytápění domů a průmyslových objektů.

V současné době zažívá vyspělá civilizace důsledky nové energetické krize. Cena fosilních paliv roste do závratných výšin, a to i přes zásah států sdružení OPEC. Pokud se vyplní katastrofické scénáře ekonomů, můžeme se dočkat ceny benzínu Natural 95 ve výši až 45 Kč za jeden litr.

Je velmi smutné, že tato krize, která se projevila v původně kapitalistických státech v 70. letech, se nyní znovu opakuje, a to v době, kdy je věda a technika na vysoké úrovni. Lidstvo se bohužel nepoučilo z historických zkušeností, nezačalo šetřit fosilními palivy, nezačalo více mírově využívat jadernou energii a situace není lepší ani ve využívání energií z obnovitelných zdrojů.

Česká republika se zavázala v přístupové smlouvě, že do roku 2010 zvýší podíl výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě energie na 8 procent. Dalším závazkem je zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů na 6 procent do roku 2010. Zda se na tomto navýšení bude podílet i geotermální energie je otázkou. Při výrobě elektrické energie a tepla z geotermálních zdrojů nevznikají nebezpečné zplodiny ani jaderný odpad, se kterým si lidstvo neumí zatím uspokojivě poradit. Fyzikální zákony, podle kterých každé těleso energii ztrácí, predikují také, že celý vesmír nakonec zanikne. Zanikne i slunce, které svou vázanou energii mění na tepelnou a světelnou. Vědci zatím odhadují, že se tak stane za tisíc miliard miliard let. Tudíž lidstvu zbývá ještě nějaký čas přehodnotit svůj vztah k planetě a začít využívat zdroje energie, které jsou obnovitelné a hlavně je užívat rozumným způsobem. Myslíte, že tisíc miliard miliard let nám bude stačit ke změně našeho chování?

## 2 Historie zkoumání a využití geotermální energie

Podle dostupné literatury je zatím nejasné datování prvních zpráv o starých měřeních teploty pod zemským povrchem, vědci se také zatím nemohou shodnout na časovém údaji, kdy začal výzkum zemského tepla. Z historických pramenů je zřejmý zájem o myšlenku využití zemského tepla již ve starověku.

Při pročitání středověkých kronik najdeme poznámku, že v kutnohorských stříbrných dolech jsou vyšší teploty, než na povrchu. Dalším velice zajímavým historickým údajem je zápis o údajné až padesátistupňové teplotě v příbramském dole Vojtěch, kde se havíři poprvé na světě v roce 1873 prorubali hlouběji než jeden kilometr pod povrch.

Pokud se podíváme za hranice českých zemí, můžeme nalézt zmínku o pokusech s měřením v dolech již v roce 1733. Toto pojednání napsal J. J. D. Mauram, který se snažil zaznamenat přesně teploty v anglických dolech. Jeho měření se ale bohužel nedochovala,

proto nemůžeme jeho poznatky plně využít a bohužel mu ani přisoudit ve věci měření teplot pod povrchem prvenství. V roce 1630 doly v Baňské Štiavnici navštívil francouzský fyzik a astronom J. B. Morin a doslova napsal, že s každými padesáti metry, které postoupil hlouběji, stoupla podle jeho měření teplota o jeden stupeň Celsia. Tento historický údaj se podařilo zjistiť W. Arnoldovi, tím také dokázal, že první historicky doložitelná měření byla prokázána v dolech v Baňské Štiavnici.

Je zajímavé, že se vědci prvotně ani příliš nezabývali využitím nalezeného teplotního rozdílu v dolech oproti teplotě na povrchu. Nejprve se pomocí měření snažili vypočítat stáří Země. Pokoušel se o to například francouzský matematik a fyzik Jean B. Fournier a William Thomson, který se ve fyzice proslavil spíše pod jménem lord Kelvin. Ten publikoval názor, že planeta Země je stará (údaj vychází z doby jeho poznatků) asi 20 milionů let. Později však své propočty zpřesnil a publikoval nový údaj o stáří země a to 100 milionů let. Oba vědci vycházeli z toho, že Země v době svého vzniku měla teplotu kolem 6000 stupňů Celsia a postupně vychládá.

S čím ale nemohli vzhledem k tehdejší úrovni poznatků a rozvoji vědy počítat, bylo teplo, které vzniká rozpadem radioaktivních prvků v kůře. Jako první na tento fakt upozornil ve svých pracích J. Joly, který publikoval v roce 1903, že k prvotní propočítané teplotě při vzniku planety Země, je nutné připočíst právě teplo, které se uvolňuje na základě přirozené radiace prvků v zemské kůře. Dále pak ve výzkumu pokročil lord Rayleigh, který doplnil v roce 1906 poznatky o propočty a údaje o koncentracích radioaktivních prvků v půdě.

Pokud se zaměříme na historii využití geotermální energie, najdeme první zmínky již v starém Římě. Přírodní teplou vodu používali Římané k vytápění svých termálních lázní. Stejně nakládání s termálními prameny nalezneme ve Francii, Španělsku, Řecku, Turecku, ale dokonce v Anglii a Německu. Historické prameny zaznamenaly využití termálních pramenů i v Číně a Japonsku. K prvnímu průmyslovému použití došlo v roce 1827, kdy bylo využito přehřáté páry z famurol v Toskánsku na výrobu kyseliny borité, tímto se proslavil Ital Francesco Lardel. Od roku 1888 je teplá voda na Islandu využita k vytápění skleníků, což se osvědčilo tak, že v roce 1928 město Rejkjavík začalo být postupně zásobováno teplem z geotermálního zdroje. Mezi tím se opět v Toskánsku podařilo Italovi Sierru Ginori Centimu pomocí přírodní energie rozsvítit 5 žárovek. Na základě jeho objevu využití geotermální energie byl již v roce 1912 v provozu generátor, který měl kapacitu 250 kW elektrické energie.

### **3 Co je geotermální energie a jak vzniká**

„Zdrojem geotermální energie jsou termální vody, které slouží např. k vytápění domů, skleníků apod. Lze-li vrty zachytit vody nebo horké páry s teplotou nad 150 stupňů Celsia, lze je přímo využít v geotermálních elektrárnách.“<sup>1</sup>

Geofyzika, neboli fyzika Země, je věda, která se zabývá zkoumáním Země, a to fyzikálními zákony. Sleduje a studuje jevy a procesy, které probíhají jednak přímo v Zemi, ale i v jejím bezprostředním okolí. Geofyzika se dále člení na dílčí obory, např. gravimetrie (měření tíže), seizmologie (studium zeměřesení), geomagnetismus, geoelektrina a geotermika. Geotermika je věda, která se zabývá objasněním jevů, uplatňujících se při vzniku geotermální energie.

---

<sup>1</sup> PETRÁNEK, J., Malá encyklopedie geologie, s. 65

„Geotermika je odvětví geofyziky zaměřené na poznání tepelného stavu Země (zvláště jejího tepelného toku); její praktický význam spočívá v možnosti využití tepelné energie Země (geotermální energie) pro výrobu elektrické energie. Teplota Země se mění hloubkou, bývá vyjadřována buď jako geotermický stupeň (hloubka v metrech, při které se teplota zvýší o jeden stupeň Celsia; obvykle to bývá 15 až 50 metrů, v průměru 30 až 33 m) nebo jeho převrácená hodnota, nazývaná geotermický neboli teplotní gradient (udává se buď v  $\text{mK}\cdot\text{m}^{-1}$  nebo v stupních Celsia  $\times \text{km}^{-1}$ ). Uvnitř Země geotermický gradient s rostoucí hloubkou postupně klesá.“<sup>2</sup>

Podle základní fyzikálních zákonů nelze energii vytvořit a ani nemůže zaniknout, pouze energii vázanou lze přeměnit na tepelnou, nebo pohybovou. Geotermální energie je vázaná a v zemské kůře dochází k jejímu postupnému uvolňování. Tato energie také podle fyzikálních zákonů proudí z místa, kde je vysoká teplota do místa, kde je teplota nižší.

Je důležité se zamyslet, jak teplo v zemské kůře vzniká. Z vědeckých publikací můžeme vyčíst fakt, že zdrojem tepla je pohyb malých částic hmoty. Mírou pohybu je kinetická energie. Ve své podstatě je tato tepelná energie vlněním, které podle fyzikálních zákonů termodynamiky proudí z teplejších míst do míst chladnějších. Čím je těleso teplejší, tím se jeho atomy a molekuly pohybují rychleji. Každá látka má různé chování při zahřívání. Toto chování popisuje pojem „specifické teplo“. Důležitým fyzikálním poznatkem je, že specifické teplo pevných látek má přibližně shodnou hodnotu. U kapalin je specifická teplota jen málo závislá na teplotě při zahřívání, teplota bývá spíše konstantní. Ovšem i zde je jedna výjimka a to je oxid uhličitý, který reaguje svou hodnotou specifického tepla na změnu teploty i tlaku.

### 3.1 Základní fyzikální veličiny ve vztahu k teplotě

Výkon – množství práce vykonané na jednotku času. Jednotkou podle mezinárodní soustavy jednotek SI je Watt. Watterem se rozumí výkon, při němž se rovnoměrně vykoná práce 1 joulu za 1 sekundu. Wathodina je jednotkou práce. Je definována jako  $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$ .

Tabulka č. 1: Základní veličiny a jejich přepočty.

Veličina	Jednotka SI, název a značka	Vztah k základním, popř. jiným jednotkám SI
Síla	Newton	$\text{Nm}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$
Tlak	Pascal	$\text{Pa N}\cdot\text{m}^{-2}=\text{m}\cdot\text{l kg}\cdot\text{s}^{-2}$
Práce, energie	Joule	$\text{JN}\cdot\text{m}=\text{m}^2\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$
Výkon, tepelný tok	Watt	$\text{W j}\cdot\text{s}^{-1}=\text{m}^2\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}$

Zdroj: *PLANETA: GEOTERMÁLNÍ ENERGIE, Ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání*, s. 6, Ministerstvo životního prostředí. 2007

Přenos tepla - podle zákonů termodynamiky proudí teplo na Zemi z místa teplejšího na místo chladnější, zemské teplo je také vyzařováno do atmosféry. Z hlediska fyzikálního se teplo šíří dvěma způsoby:

Vedení (kondukce) - při kondukci na sebe vzájemně působí molekuly hmoty tak, že dochází k vyrovnávání jejich tepelné energie. Místa, kde je kinetická energie hmoty větší (teplejší místa), předávají energii místům chladnějším. Tím dochází k ochlazení teplejších míst. Ve

<sup>2</sup> PETRÁNEK, J., Malá encyklopedie geologie, s. 65



spojení s vedením tepla se objevuje v odborné literatuře ještě pojem izolant. Izolant je látka, která špatně vede teplo a v elektrotechnice také elektrický proud.

Proudění (konvekce) - nejčastěji se s tímto přenosem tepla setkáváme v plynech a tekutinách. Při ohřívání nebo změně hustoty dojde k tomu, že se začnou pohybovat větší celky, než jsou molekuly. Příkladem proudění jsou například teplé prameny a gejzíry. Podzemní voda se v hloubce ohřívá a stoupá na povrch země, typické je to pro oblasti s vulkanickou činností.

V pevném zemském tělese se uplatňuje hlavně konduktace a v zemském pláští se odehrává spíše konvekce.

Převod formou zářivé energie - každé těleso přeměňuje část své energie na zářivou, pokud dojde k pohlcení této energie hmotou jinou, dochází k přeměně energie na energii kinetickou-tepelnou. Je to možné pozorovat při dopadu paprsků slunce na tmavou hmotu.

Převod tepla vodou - geofyzikové dělí teplé vody země na dva druhy:

- a) meteorické vody,
- b) vody juvenilní.

Meteorické vody jsou původně vody pocházející z atmosférických srážek. Jelikož se objevily spory o původu teplých vod, byl proveden izotopový rozbor a bylo dokázáno, že teplé vody geotermálních systémů jsou výlučně meteorického původu. Několik kilometrů pod povrchem se podzemní vody ohřívají až na teplotu 200 stupňů Celsia. Nedochozí však k varu, protože tlak, který je pod povrchem, tento proces nedovoluje. Pokud se geotermální systém vyskytuje na oceánském dně, je voda oceánského původu a po ohřátí zpravidla prudce vystupuje na povrch jako tzv. černí a bílí kuřáci. Tento děj se vyskytuje v tektonicky činných oblastech.

Vody juvenilní mají svůj původ v horkém magmatu, z něhož uniká voda a někdy i pára.

Převod tepla plynem - z hlediska přenosu tepla je nejzajímavější chování  $\text{CO}_2$ . Při zvyšování teploty zvyšuje svůj objem až padesátinásobně. To pak zlepšuje prostup tepla z větších hloubek. V. Myslík se zaměřil na oblasti s vysokým obsahem  $\text{CO}_2$  a zjistil, že je v této oblasti dvojnásobná hodnota tepelného toku, než v oblastech, kde tento plyn není.

Z hlediska fyzikálního popisu geotermálních systémů a využití energie je nutné vysvětlit ještě několik pojmů, se kterými se při studiu geotermálních jevů setkáme:

- geotermický stupeň,
- tepelný gradient,
- tepelný tok,
- tepelná vodivost hornin.

Geotermický stupeň - jedná se o počet metrů, o který musíme sestoupit pod povrch, aby teplota stoupla o jeden stupeň Celsia. Při výpočtu se počítá s tzv. neutrálním pásem blízko povrchu, kde se teplota nemění a je ovlivněna vnějšími vlivy. Tento geotermický stupeň je v novější literatuře udáván hodnotou 33 m.

Tepelný gradient - zpravidla se vyjadřuje v setinách a desetínách stupňů Celsia na metr hloubky. Podle odborné literatury kolísá v rozmezí 0,01 až 0,1 stupně Celsia na metr hloubky.

Tepelný tok - nejpoužívanější pojem v geotermice, vyjadřuje množství tepla, které prochází jednotkou plochy za jednotku času. Tepelný tok se vyjadřuje v jednotkách  $\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , někdy také v Heat Flow Units. Na zemském povrchu je rozmezí hodnot tepelného toku až na výjimky mezi 30 a 120  $\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Nejvyšší hodnoty tepelného toku nalezneme v oblastech, kde je aktivní vulkanická činnost. Tam kde je geologické podloží stabilnější, tepelný tok dosahuje nižších hodnot. Tepelný tok vychází z fyzikálního zákona, říkájícího, že teplo se šíří z místa teplejšího na místo chladnější. Podle odborníků velmi úzce souvisí tepelný tok a stáří geologické jednotky. Převážně platí, čím mladší je oblast, tím vyšší je hodnota tepelného toku. Velikost tepelného toku je také ovlivněna vodivostí hornin a vertikálním přírůstkem teploty s hloubkou. Vztah mezi hloubkou například vrtu a přírůstkem teploty je nazýván tepelným gradientem.

Tepelná vodivost hornin - podle odborníků je hodnota vodivosti velmi důležitá pro úvahy a modelové výpočty teplot v zemské kůře. Geofyzikové se shodují, že vodivost hornin závisí na obsahu vody, porózitě a dalších ukazatelích hornin. Obecně se shodují, že tepelná vodivost klesá s rostoucí porózitou a zvyšuje se s větším obsahem vody.

Je velmi důležité si uvědomit, jakým způsobem se energie přeměňuje v tepelnou energii Země. Z odborné literatury jsou známy tyto zdroje geotermální energie:

- Teplo zemského tělesa vázané na vznik planety před více než čtyřmi miliardami let.
- Teplo, které vzniká rozpadem radioaktivních minerálů, látek a přirozených radioizotopů.
- Teplo, které se uvolňuje na základě energie, která dopadá ze slunce na povrch země, i když tvoří jen zlomek tepelné energie a i přes to je odborníky zmiňována.
- Teplo, které je vytvářeno exotermními reakcemi při metamorfóze hornin v hloubce zemské kůry.
- Teplo, které se uvolňuje při dopadu meteoritů, jedná se spíše ale o lokální zdroj energie.
- Teplo, které se uvolňuje při tektonických pohybech v zemské kůře, přesné výpočty ale nikdo z vědců zatím nemá k dispozici.
- Teplo, které se uvolňuje při stlačování podložních vrstev vahou nadloží a náhlým uvolněním tlaků, ale ani zde nemají odborníci přesné propočty.
- Teplo, které se uvolňuje z pohlcených seizmických vln.
- Teplo, které se uvolňují třením vodních mas o sebe i o zemský povrch, podle vědců mají zatím pouze teoretický význam, protože možnost kvantifikovat velikost tohoto tepla je velmi obtížné.

Druhy geotermálních systémů se řídí podle různých fyzikálních a chemických vlastností. Lze popsat asi takto:

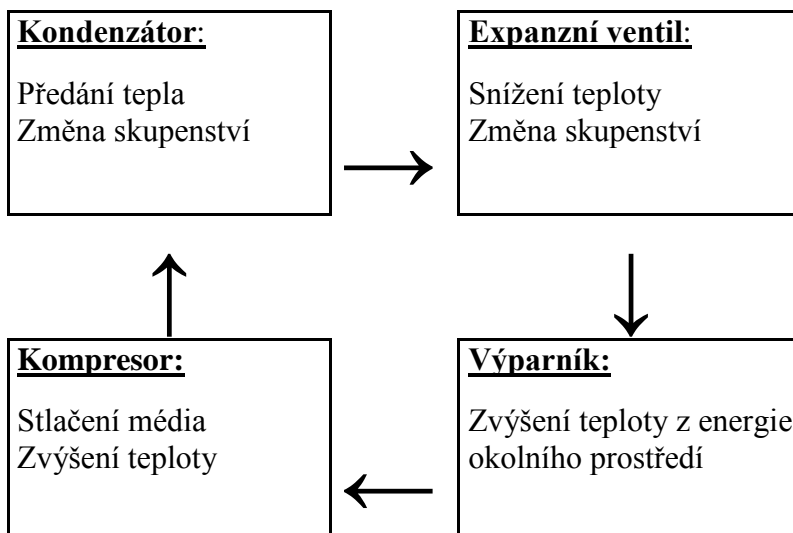
- a) Hydrotermální systémy - jedná se o systémy, kde vodičem zemského tepla je buď suchá pára, nebo horká voda. Podle teploty vody pak systémy odborníci rozdělují na systémy o vysoké teplotě (teplota je více než 150 stupňů Celsia), o střední teplotě (90 až 150 stupňů Celsia) a o nízké teplotě (do 90 stupňů Celsia).
- b) Geotlakové systémy - jsou to pánevní struktury s mocnou sedimentární výplní a s existencí řady napjatých termálních zvodní.

- c) Systémy horkých suchých hornin - tyto systémy se podle odborníků rozdělují ještě na systémy s přídavným teplem a bez přídavného tepla. Přídavné teplo bývá realizováno teplem nukleárního původu.
- d) Magmatické systémy - v těchto systémech dochází k makroseizmickým pohybům vlivem mělce uložených roztavených magmatických těles.

Aby bylo možné využívat geotermální energii k vytápění a k ohřevu vody, je nutné používat geotermální čerpadlo. Pouze v oblastech, kde je možno získat horkou vodu, nebo páru o vysoké teplotě, např. 150 stupňů Celsia, můžeme použít přírodní energii pro výrobu energie. Hlavní myšlenkou tepelného čerpadla je přeměna přírodního tepla o nízké teplotě na teplo s vyšší teplotou.

Hlavní částí tepelného čerpadla je chladicí okruh, jehož klíčovým prvkem je kompresor, který je poháněn elektromotorem. Dalšími částmi jsou dva výměníky a expanzní ventil. Tepelné čerpadlo odebírá z prvního výměníku (tzv. výparníku) teplo z prostředí nízkopotencionálního tepla (voda, země, vzduch), prostředí je ochlazováno (tj. podle fyzikálního názvosloví je to kondukce) a kompresor předává teplo do prostředí s vyšší teplotou. Tím je prostředí ohříváno. Teplo převáděné z výparníku do kondenzátoru se přitom zvětšuje o teplo vytvářející se v kompresoru přeměnou hnací elektrické energie. Topný výkon tepelného čerpadla je dán součtem vložených energií. Získané nízkopotenciální a energie elektrické. Poměr topného výkonu tepelného čerpadla a jeho elektrického příkonu je vždy větší než jedna a nazývá se topný faktor  $E_t$ . Topný faktor se obvykle pohybuje 2,6:1 až 3,8:1.

Schéma č. 1: Funkce tepelného čerpadla:



Zdroj: <http://www.alter-eko.cz/index.php?page=tepelna-cerpadla/tepelna-informace>

Tepelná čerpadla se dělí na:

- a) Tepelná čerpadla typu země – voda: je to nejrozšířenější systém tepelných čerpadel u nás. V primárním okruhu, zpravidla z plastového potrubí, proudí voda s přísadami, které způsobí to, že voda v primárním okruhu nezamrzne. Potrubí je možno uložit buď horizontálně, nebo pomocí vrtu vertikálně.

- b) Tepelná čerpadla typu voda – voda: v tomto systému je využívána „spodní voda“, u které teplota ani v zimě neklesne pod +7 stupňů Celsia. Tento typ čerpadla je velmi náročný na pravidelný oběh z vsakovací do vstřikovací studny. Dalším a novým problémem u tohoto typu čerpadla je pak nedostatek spodní vody.
- c) Tepelná čerpadla typu vzduch – voda: tento druh teplených čerpadel není u nás zatím rozšířen ve velké míře. Hodí se spíše pro země, kde je venkovní teplota těsně pod 0 stupňů Celsia. Nová generace těchto čerpadel, která se v poslední době objevila na trhu, umožnila nasazení těchto čerpadel do provozních venkovních teplot až do mínus 20 stupňů Celsia. U nás se v topném období pohybuje v rozmezí +3 až +4 stupně Celsia. Při takové teplotě dosahují tato čerpadla účinnosti 3,3:1 až 3,8:1. Tato čerpadla mají tu výhodu, že pro instalaci nepožadují studny, hlubinné vrty nebo zemní rýhy pro pokládku kolektorů.

Hlavní výhodou tepelného čerpadla je energetická nenáročnost. Při jeho používání můžeme ušetřit značnou část nákladů na vytápění. Jeho provoz je ekologický a šetrný k životnímu prostředí. Nevýhodou je vyšší prvotní investice na pořízení, jejíž návratnost bývá 5-7 let.

### **3.2 Využití geotermální energie**

Geotermální energii je možné využít k:

- výrobě elektřiny.
- vytápění.

Z geotermálního zdroje se elektřina vyrábí v geotermálních elektrárnách. Jedná se o technologicky náročný proces, který je zatížen vysokou investicí. Takové využití je omezeno teplotou vrtu, kdy v případě geotermální elektrárny, musí voda či horká pára dosahovat minimálně 150 stupňů Celsia. Dalším problémem při stavbě geotermální elektrárny je skutečnost, že se jedná většinou o tektonicky aktivní oblasti.

Potenciál využití geotermální energie v ČR má vytápění, kdy je možné použít i vrty o nižších teplotách, než tomu je v případě geotermální elektrárny. Vytápěny mohou být jak individuální domy tak i průmyslové objekty. Největší zkušenosti mají Island, dále pak Japonsko, Nový Zéland či USA. Nejčastěji se jedná o vytápění obytných domů, skleníků, bazénů, atd. Potenciál pro takové využití má i ČR.

## **4 Ekonomické aspekty využívání geotermální energie**

### **4.1 Obecná charakteristika**

Využití geotermální energie je limitováno v prvé řadě její cenou. Aby bylo získávání energie touto cestou rentabilní, nesmí být cena získané energie vyšší než náklady vynaložené na čerpání tepla z hlubin. Limitující je i dostupnost užitkové vody. Velmi důležitým faktorem je geologická struktura podloží, ze kterého má být tepelná energie čerpána.

## 4.2 SWOT analýza využití geotermální energie

### Silné stránky (S):

- využitelnost zbytkového tepla
- regulovatelnost
- nezávislost na klimatu a počasí
- ekologická výroba energie

### Slabé stránky (W):

- vysoká investiční náročnost

### Příležitosti (O):

- operační programy ze strukturálních fondů EU
- identifikace HDR oblastí

### Ohrožení (T):

- riziko, že průzkumný vrt neprokáže další využitelnost pro výrobu elektřiny

Jak již bylo uvedeno, geotermální energie není jediným obnovitelným zdrojem energie. Následující tabulka uvádí přehled jednotlivých obnovitelných zdrojů s jejich výhodami a nevýhodami.

Tabulka 2 Výhody a nevýhody vybraných alternativních zdrojů.

<b>Obnovitelný zdroj</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
<b>Vítr</b>	- obnovitelný nevyčerpatelný zdroj energie	- poměrně vysoká hlučnost
	- při výrobě energie nejsou produkovány škodlivé emise	- se stavbou větrné el. o vyšším výkonu třeba vynaložit poměrně vysoké investiční náklady
	- nejsou přenosové ztráty	- nestabilní zdroj
<b>Slunce</b>	- obnovitelný nevyčerpatelný zdroj energie	- nelze ho využít jako samostatný zdroj tepla
	- nízké provozní náklady	
<b>Voda</b>	- obnovitelný nevyčerpatelný zdroj energie	- se stavbou vodního díla spojené poměrně vysoké investiční náklady
	- při výrobě nejsou produkovány škodlivé emise	- poměrně složitá obsluha a údržba zařízení
	- přebytky vyrobené energie může výrobce prodávat do veřejné rozvodné sítě	
<b>Geotermální energie</b>	- obnovitelný nevyčerpatelný zdroj energie	- s využitím spojeny vysoké investiční náklady
	- ekologická výroba energie	- využití technologicky náročné
	- má obnovitelný charakter	- větší objem paliva, vyšší nároky na skladování

<b>Biomasa</b>	- likvidace odpadů	- nutnost úpravy paliva
	- energetické využití biomasy má menší negativní dopady na životní prostředí	- nutnost likvidace popela

## 5 Ekologické aspekty využívání geotermální energie

Výroba geotermální energie má vzhledem k vysokým výkonovým parametrům, značné dostupnosti (stálá dodávka energie nezávislé na klimatických podmínkách oproti sluneční a větrné energii) a nízkým emisím (oproti biomase) nejlepší výhled ovlivňovat hladinu emisí skleníkových plynů.

Po ropné krizi v 70. letech 20. století se začalo s využíváním energie získané z geotermálních zdrojů ve větším měřítku. Pro období 2030 – 2050 se předpokládá využití geotermálních elektráren o výkonu srovnatelném s výkonem dnešních jaderných elektráren. Výhody geotermálních technologií jsou v jejich velkém potenciálu a dostupnosti na mnoha místech Země a neškodnosti vůči životnímu prostředí. Výroba elektřiny tímto způsobem zásadně nenaráží na problémy z titulu ochrany přírody. Potenciál geotermální energie je ohromný, je jí 50 tisíc krát více než energie, kterou lze získat z ložisek ropy a plynu na celém světě.

Největším přínosem je výroba energie ekologickou cestou, bez vzniku emisí oxidu uhličitého. Oproti ostatním druhům obnovitelných zdrojů má geotermální energie velký tepelný výkon. Její využití je ovšem technologicky náročné, protože horká voda z vrtů je obvykle silně mineralizovaná a zanáší technologická zařízení, což má za následek nutnost časté výměny potrubí a čištění systému. Navíc je dostatečný tepelný spád zároveň spojen s geologickou nestabilitou v oblasti, v níž se nachází, což klade vysoké nároky na kvalitní stavbu schopnou odolávat zemětřesením.

Objevují i některá negativa, často individuálně související s určitou lokalitou. Například jedna z největších geotermálních elektráren na světě v Geysers v severní Kalifornii získává energii z podloží s vysokým obsahem hydrogensulfidu. Působení tohoto plynu na organismus lidí pohybujících se v bezprostředním okolí jeho zdroje může způsobovat vážné zdravotní poruchy. Při neuzavřeném systému čerpání vody z hlubin může kromě toho dojít ke kontaminaci nebezpečnými látkami v hluboké spodní vodě často obsaženými.

Někteří vědci nastolují i úvahy o zvýšení seismické činnosti v oblastech, kde je geotermální energie získávána pomocí čerpání velkého množství vody do podloží s vysokou tektonickou aktivitou, zejména v okolí vulkánů a hlubinných zlomů. Při současném stupni využívání geotermálních zdrojů je toto potenciální riziko téměř bezvýznamné.

Přes uvedené zápory je využívání geotermální energie nejméně ekologicky zátěžové získávání energie z obnovitelných zdrojů.

## 6 Využití geotermální energie ve světě

### 6.1 Obecná charakteristika

Geotermální energie se v různých formách využívá prakticky po celém světě. Vzhledem k tomu, že se v přírodě objevuje ve formě horkých pramenů, gejzírů a vřidel, používá se v mnoha zemích již tisíceletí ve formě lázní a rekreačně léčivých koupelí. Rozvoj vědy nasměroval proces využívání geotermální energie na získávání elektrické energie a vytápění domácností. Rovněž se využívá v některých průmyslových odvětvích, a to jak k vytápění objektů, tak při zpracovatelských technologiích, například ve výrobě papíru, při procesu sušení dřeva a vlny, pasterizaci mléka.

V zemích s teplejším podnebím se geotermální energie využívá spíše k výrobě elektřiny, v zemích s chladnějším podnebím pak vytápění.

Vzhledem k ideálním přírodním podmínkám je geotermální energie nejvíce využívána na Islandu. Funguje zde i největší geotermální systém vytápění, v hlavním městě Reykjavíku jsou tímto systémem vytápěny téměř všechny budovy. Celkově 89% islandských domácností využívá k vytápění teplo z nitra země. I když je Island přesvědčivě největší vytěžovatel geotermální energie na jednoho osobu obyvatele, rozhodně není jediný. Geotermální energie se hodně využívá například na území Nového Zélandu, Japonska, Itálie, Filipín a v některých částech Spojených Států.

Voda z geotermálních rezervoárů se používá na vyhřívání skleníků pro pěstování květin a zeleniny. Mnoho století jsou tímto způsobem vytápěny skleníky v Itálii, v Maďarsku pokrývá tímto způsobem 80% energetických potřeb všech skleníků.

Elektřinu z geotermálních zdrojů vyrábí více než 20 zemí napříč všemi kontinenty. Největšími producenty jsou USA, Filipíny, Mexiko, Japonsko, Nový Zéland, v Evropě pak Island, Itálie, Velká Británie a Francie. V roce 2005 se geotermální elektrárny podílely na celkové světové výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů pouze 0,5 %.

První geotermální elektrárna byla vybudována v roce 1904 u města Larderello v severní Itálii. po mnoha přestavbách funguje dodnes, kdy napájí elektřinou kolem milionu domácností. Vyrábí asi 5000 GWh energie za rok, což je kolem 10% celkové světové výroby elektřiny z geotermálních pramenů. I když je geotermální energie obnovitelný zdroj energie, tlak páry se v Larderello zmenšil od roku 1950 o 30%.

Dnes je největší geotermální elektrárna na světě ve městě Wairakei na Novém Zélandu.

### 6.2 Typy geotermálních elektráren ve světě

Momentálně se používají tři základní druhy geotermálních elektráren:

Princip suché páry (Dry steam) – používá se pouze vřelá pára nad 235 °C, ta přímo pohybuje turbínami generátoru. jedná se o nejjednodušší a nejstarší princip. Stále se používá, neboť jde o nejlevnější způsob výroby elektrické energie z geotermálních pramenů. Momentálně největší elektrárna na světě využívající „Dry steam“ princip je Geysers, která vyrábí elektrickou energii od roku 1960. Množství vyrobené elektrické energie v The Geysers je schopno pokrýt spotřebu města velikosti San Francisco.

Flash princip (Flash steam) – používá se vřelá voda z geotermálních rezervoárů o teplotě vyšší než 182 °C a zvýšeném tlaku. Čerpáním vody z těchto rezervoárů na povrch se snižuje tlak, voda se mění v páru a ta pohybuje turbínami. Voda, která se nezměnila v páru se vrací

zpět do rezervoáru k opětovnému použití. Většina moderních geotermálních elektráren funguje na tomto principu.

Binární princip (Binary cycle) – voda používaná u binárního principu je chladnější než voda, která se používá u ostatních dvou způsobů. Vřelá voda zahřívá tekutinu o výrazně nižším bodu varu než má voda. Tato tekutina se mění v páru a pohybuje turbínami generátoru. Výhoda tohoto způsobu je vyšší účinnost. Dostupnost nutných geotermálních rezervoárů je mnohem větší než u ostatních postupů. Další výhodou je úsporný systém hospodaření vodou, neboť použitá voda se vrací zpět do rezervoáru. Většina plánovaných nových geotermálních elektráren bude patrně používat tento princip.

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

## **7 Využití geotermální energie v ČR**

### **7.1 Obecná charakteristika**

Přestože se využití geotermální energie jeví ekonomicky i ekologicky výhodné, vzhledem k poměrně nesnadnému přístupu k jejím zdrojům je v České republice využívána pouze omezeně. Zatím se převážně využívalo přirozených vývěřů, použití technologie vrtů teprve v poslední době začíná nabývat na významu. Nižší podíl geotermální elektřiny oproti jiným obnovitelným zdrojům vyplývá z horších přírodních podmínek pro výrobu tohoto typu elektřiny. I na nejpříhodnějších lokalitách je dostatečná teplota zřejmě až v hloubkách okolo 5 km. Na našem území nejsou příliš zastoupeny zdroje s teplotou nad 150°C ani o střední teplotě (nad 90°C). Využitelné zdroje jsou spíše zdroje o nízké teplotě. Výjimku tvoří blok Českého masivu.

Využití geotermální energie představuje v současné době vyšší investiční náklady než u jiných zdrojů tepelné energie. Návrhovatost těchto investic se projeví úsporami na vytápění v horizontu 5 až 7 let. Významný růst role geotermální energie se předpokládá po roce 2010.

V České republice se v současnosti geotermální energie využívá zejména v oblasti západočeských lázní, severovýchodních Čech, Děčínska a Doupovských hor. V podmínkách ČR je možné využít geotermální zdroje k vytápění rodinných domů, celých městských částí či průmyslových objektů. Především díky vyšším prvotním nákladům, není vytápění v individuálních domech ještě příliš rozšířeno.

Jakýkoli veřejný projekt založený na využití geotermální energie musí být posouzen z hlediska analýzy rizik. Ta je definována standardem Evropské unie č. 85/337/EEC. Podle tohoto standardu spadá geotermální energie do okruhu těžby minerálních zdrojů. Riziková analýza v tomto případě zahrnuje popis procesu jejího získávání a využití a hodnocení vlivu na zájmy obyvatel a okolního prostředí. Ekonomické i environmentální složky projektu musí být srovnány s jinými zdroji energie musí být vyhodnocena celková efektivnost projektu.

### **7.2 Potenciál geotermální energie v ČR**

Výsledky geologických a geofyzikálních průzkumů ukazují, že pod ČR je velký potenciální zdroj tepla v podobě žulového bloku Českého masivu. Horká žula má v sobě obrovské množství energie. Ochlazení žulového kvádrů o objemu 1 km<sup>3</sup> o 40°C poskytuje



takové množství energie, které by stačilo pro město Litoměřice pokrýt spotřebu elektřiny a tepla na 30 let.

Při úvaze, že bychom blok Českého masivu o mocnosti 4 km ochladili o 1°C, získali bychom teoretický potenciál 500 000 PJ, přičemž roční spotřeba primárních energetických zdrojů v ČR je 1 800 PJ.

Ze řady výzkumných studií je možné odvodit, že na našem území je podle prvních výpočtů možné identifikovat minimálně 60 lokalit, v současné době vhodných pro výrobu elektřiny s celkovým výkonem cca 250 MW a tepla na vytápění s výkonem cca 2 000 MW, což představuje roční výrobu cca 2 TWh elektřiny a 4 TWh využitého tepla.

Ve vzdálenějším výhledu, po provedení doplňkového průzkumu na vytypovaných lokalitách, se předpokládá možnost vybudování elektráren o celkovém výkonu 3 200 MW. Tyto instalace mohou být relativně rovnoměrně rozmístěny po republice a jejich roční výroba je odhadována na cca 26 TWh.

### **7.3 Praktické případy využití geotermální energie**

Město Litoměřice, které je situované v oblast Českého středohoří, nechalo zpracovat stanovení geotermálního potenciálu oblasti města. Projekt zahájený v roce 2006 vychází z širšího posouzení využitelnosti regionální struktury Českého masivu pro geotermální účely, jeho součástí je i vybudování ověřovacího vrtu s hloubkou 2 500 m, který umožní prověření teoretických geologických předpokladů a výrazně sníží riziko celého geotermálního projektu. Cílem je vybudování ekologické geotermální elektrárny.

Vzhledem k důrazu na ekologický provoz používají tento typ vytápění i dvě zoologické zahrady, je to ZOO Ústí nad Labem a ZOO hlavního města Prahy. Vytápění areálu ZOO Ústí nad Labem patří svým rozsahem i netradičním technickým řešením mezi nejzajímavější instalace s využitím tepelných čerpadel v České republice. Vrt pro čerpání geotermální vody je hluboký 515 m, teplota vody je 32°C . Jedná se o velmi komplexní projekt, neboť touto technologií jsou vytápěny všechny objekty v zahradě. Na druhé straně je třeba vidět, že díky geologické struktuře podloží a teplotě přítomných spodních vod se jedná o velmi příhodnou lokalitu pro toto řešení.

V pražské ZOO je primárním zdrojem energie spodní voda o teplotě přibližně 8 až 10°C, výstupní teplota topné vody je 50 °C. Vytápěny jsou pouze čtyři pavilony, a to šelem, velkých želv, ptáků a goril. Projekt byl vypracován již v roce 1996, realizace probíhala v letech 1997 až 2001.

Celková roční spotřeba energie těchto čtyř pavilonů bez použití tepelného čerpadla činí 768 MWh/rok, provozem instalovaných tepelných čerpadel se ušetří 526 MWh/rok. Celkový instalovaný výkon všech čerpadel 187,4 kW. Tato energetická úspora představuje roční finanční úsporu provozních nákladů na vytápění 720 000,- Kč.

Z uvedených zjednodušených údajů je zřejmé, finanční a energetická úspora. Navíc je zřejmé, že vytápění pomocí geotermální energie vyhovuje i tepelným nárokům velmi citlivých exotických zvířat.

Využití geotermální energie pro vytápění rodinných domů není v naší republice příliš rozšířené. Hlavním důvodem je podstatné navýšení prvotní investice. Toto navýšení může činit až 10 % celkových nákladů. V období, kdy je pro investora (stavitele) důležité zejména to, aby stavbu neprodložoval a neprodražoval, je takovéto navýšení zatěžující a vzhledem k návratnosti investice v řádu 5 – 7 let, jsou i budoucí úspory z pohledu stavitele často druhotné. V případě kvalitně provedené stavby z hlediska tepelné izolace se navíc doba

návratnosti investice prodlužuje na 10 i více let. Problémem je často i špatná dostupnost a přístupnost zdroje geotermální energie. V oblastech s horší dostupností zdroje se prvotní náklady podstatně zvyšují a návratnost se tím opět prodlužuje. Státní podpora pro soukromé investory sice existuje, ale dostupná je velmi omezeně. Důvodem je zejména malá povědomost a neznalost legislativy, a to nejen u investorů, ale i u stavebních firem a na příslušných úřadech. Dotace v této oblasti navíc nejsou nárokové a i v součtu s případnými daňovými úlevami nemusí nutně přispět k zásadnímu zkrácení doby návratnosti. Stále zatím platí, že kvalitně provedená stavba s dobrou tepelnou izolací a v kombinaci s různými způsoby získávání energie (např. plyn jako základní médium doplněné o solárními panely nebo krbová kamna s průduchovým rozvodem horkého vzduchu) je pro rodinné domy ekonomicky výhodnější.

## 8 Legislativní podpora využívání geotermální energie v ČR

Využíváním energie z geotermálních zdrojů se zabývají zejména následující právní předpisy:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou - základní právní předpis EU stanovující kritéria rozvoje elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů, ČR má povinnost zapracovat jednotlivé body této směrnice do systému svých právních předpisů
- Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů - vymezuje a upravuje práva a povinnosti právnických a fyzických osob v oblasti hospodaření energií včetně práv a povinností státní správy v této oblasti
- Zákon č. 180/2005 Sb, o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a z důlního plynu uzavřených dolů, ve znění pozdějších předpisů - upravuje způsob podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Podle znění § 2 odst. 1 uvedeného zákona se obnovitelným zdrojem energie rozumí mimo jiné i energie geotermální
- Vyhláška Energetického regulačního úřadu č. 475/2005 Sb. ze dne 30. listopadu 2005, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů - stanovuje zejména termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 10/2005, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla z druhotných zdrojů
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 1/2006, kterým se mění rozhodnutí č. 10/2005 - stanovuje výši výkupních cen a zelených bonusů pro elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů energie

V ČR je systém podpory výroby geotermální energie založen zejména na garanci výkupních cen a zelených bonusů. Provozovatel regionální distribuční energetické soustavy je ze zákona povinen vyrobenou elektřinu z geotermálního zdroje vykoupit. Pokud si výrobce sám najde odběratele, provozovatel regionální sítě mu doplatí k dohodnuté ceně příplatek ve formě tzv. zeleného bonusu.

Pro elektřinu vyrobenou geotermální energií pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 je stanovena výkupní cena do sítě 4 500,- Kč za 1 MWh (před 1. lednem 2006 je to 3 640,- Kč). Zelený bonus za 1 MWh činí u zdroje uvedeného do provozu po 1. lednu 2006 3 640,- Kč (před 1. lednem 2006 je to 2 780 Kč).

Dále je využití geotermální energie podporováno daňovými úlevami. V souladu s § 4 odst. 1 písm. e) a § 19 odst. 1 písm. d) zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění pozdějších předpisů, jsou zařízení na využití geotermální energie osvobozeny od daně z příjmů, a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech.

Dotaci na podporu využití geotermální energie lze získat i ze Státního fondu životního prostředí ČR. Fond byl zřízen v roce 1991 zákonem ČNR č. 388/1991 Sb. jako doplňkový a nenárokový zdroj finančních prostředků na podporu ochrany a zlepšování životního prostředí ČR. Každoroční aktualizace upřesňující možnou výši podpor je dána příslušnou směrnicí.

## 9 Závěr

Geotermální energie je na Zemi prakticky všudypřítomná. I když jsou podmínky pro její získávání a využití s ohledem na současný stav vývoje technologií značně omezené, jedná se bezesporu o jeden z nejvydatnějších obnovitelných zdrojů energie na světě. Přihlédneme-li k příznivým ekologickým parametrům využívání geotermálních zdrojů energie, zejména absenci produkce zplodin spalování včetně kysličníku uhličitého, dojdeme k závěru, že se zřejmě jedná o jeden ze zdrojů energie, který v nemalé míře v budoucnosti nahradí fosilní paliva. I když geotermální elektrárny produkují páru a některé další plyny (v závislosti na lokalitě), a tím mírně zvyšují skleníkový efekt, s ohledem na nutnost energeticky udržitelného rozvoje je další rozvoj využívání geotermálních zdrojů nezbytný.

Vládní program v ČR předpokládá dosažení úrovně 8 % celkové spotřeby energie získané z alternativních zdrojů. Využití jednotlivých zdrojů se i nadále bude lišit podle možností a přírodních podmínek jednotlivých regionů. Například Středočeský krajský úřad nebude podporovat výstavbu větrných elektráren na území kraje (zdroj – ústní sdělení ředitele odboru regionálního rozvoje). Tím se otevírá zajímavá perspektiva pro ostatní zdroje. Je předpoklad, že po přijetí energetické koncepce Středočeského kraje, budou vytvořeny příznivější podmínky pro investory do geotermálních systémů, a to jak pro domácnosti, tak pro oblast průmyslu, zemědělství i služeb. Energetické koncepce jednotlivých krajů ČR nejsou prozatím zveřejněné.

Perspektiva využití geotermální energie pro domácnosti je zatím nejistá. Vysoké prvotní náklady a doba návratnosti spolu s nedostatečnou dotační podporou nevytváří vhodné podmínky pro její masivní rozvoj. Situace se může výrazně změnit po vytvoření a zveřejnění již zmíněných energetických koncepcí jednotlivých regionů.

Využití v ostatních oblastech souvisí nejen s přímou podporou státu, ale i podporou podnikatelských aktivit, ve kterých může být geotermální energie využita ve větším rozsahu, případně kde může hrát roli i reklamní a propagační. První takovou oblastí může být například podpora u nás ne příliš tradičních forem zemědělského podnikání. Konkrétně výstavba skleníků na pěstování tradičních i netradičních plodin, květin, tropických dřevin apod. Biopotraviny si již získaly místo na našem trhu a vytápění, které je k životnímu prostředí šetrné, je ideální pro produkci biopotravin. V tomto případě je ekonomická návratnost prvotní investice kratší, protože biopotraviny jsou i přes svoji vyšší cenu velmi žádané.

Druhá oblast je poměrně široká – patří sem využití pro města a obce (čistá energie znamená čistější okolní prostředí a obce, které ji zavedou a budou využívat, se stanou lákavějšími pro nové obyvatele). Do této kategorie by měly patřit i instituce a organizace se zaměřením na ekologii, chov zvířat a pěstování rostlin pro rekreační, záchranné a edukativní účely (zoologické a botanické zahrady, záchranné stanice pro handicapovaná zvířata, školy apod.).

Z výše uvedeného vyplývá, že geotermální energie je velmi perspektivním obnovitelným zdrojem, skutečná míra jejího využití v budoucnosti však bude dána zejména ekonomickým rozvojem. Její role v zabezpečení celosvětových energetických potřeb bude ale v budoucnosti neopomenutelná.

### **Literatura:**

BELICA, P., aj. *Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie*. 1. vydání. Lanškroun: Regionální energetické centrum o.p.s., 2006. 87s. ISBN: 80-903680-1-8

BLAŽKOVÁ, M. *Geotermální energie v Podkrušnohoří*. 1. vydání. Edice: ACTA UNIVERSITATIS PURKYNIANAE. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2002. 93s. ISBN: 80-7044-425-8

KOŠŤÁL, K.; MECHLOVÁ, E. aj. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. 1. vydání. Praha: Prometheus, spol. s r.o., 1999. 588 s. ISBN: 80-7196-151-5.

KLOZ, M.; MOTLÍK J.; PETRŽÍLEK P.; TUŽINSKÝ M. *Využívání obnovitelných zdrojů energie – právní předpisy s komentářem*, 1. vydání. Linde Praha, a.s., právnické a ekonomické nakladatelství, 2007. 511s. ISBN 978-80-7201-670-9

PETRÁNEK, J. *Malá encyklopedie geologie*. 1. vydání. České Budějovice: Nakladatelství JIH, 1993. 246s. ISBN: 80-900351-2-4

MOTLÍK, J. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. Praha. ČEZ 2007. *PRŮVODCE ENERGETICKÝMI ÚSPORAMI A OBNOVITELNÝMI ZDROJI ENERGIE*. Česká energetická agentura. 2006

MYSLIL, V. *Geotermální energie: ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání*. Praha. Ministerstvo ŽP ČR, 2007.

*PLANETA: ÚSPORNÉ A EKOLOGICKÉ VYTÁPĚNÍ PRO OBCE I PODNIKATELE, sborník přednášek seminář*. Ministerstvo životního prostředí. 2006, ročník XIV, č. 11. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006. 6x – 12x ročně. ISSN: 1801-6898

*PLANETA: GEOTERMÁLNÍ ENERGIE, Ekologická energie z hlubin Země – současné možnosti využívání*. Ministerstvo životního prostředí. 2007, ročník XV, č. 4. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007-. 6x – 12x ročně. ISSN: 1801-6898

*SITUAČNÍ ZPRÁVA KE STRATEGII UDRŽITELNÉHO ROZVOJE ČR*. Ministerstvo ŽP. Praha 2007

*VYUŽITÍ NETRADIČNÍCH ZDROJŮ ENERGIE VE VYTÁPĚNÍ – SLUNEČNÍ, GEOTERMÁLNÍ, BIOPLYN, ODPADNÍ TEPLA*. Praha. Dům techniky ČSVTS, 1998.

### **INTERNETOVÉ STRÁNKY**

[www.ceer-eu.org](http://www.ceer-eu.org)

[http://www.our-energy.com/cz/geotermalni\\_energie.html](http://www.our-energy.com/cz/geotermalni_energie.html)

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3350>

[http://www.ochsner.cz/ref\\_rodin.html](http://www.ochsner.cz/ref_rodin.html)

<http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/uph-abs-connec>

[http://www.ochsner.cz/ref\\_rodin.html](http://www.ochsner.cz/ref_rodin.html)

<http://www.sciam.com/articla.cfm?id=cali>

<http://www.sustainable.cz/gtelm02.htm>

<http://www.alter-eko.cz/index.php?page=tepelna-cerpadla/tepelna-informace>