

VIDA! školám - propojení formálního a neformálního vzdělávání

CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_032/0008290

Program: Dva dny s energií

Podkladový materiál – informační karty pro hru v ekocentru Alternátor ve variantě pro střední školy. Cílové informace jsou stejné jako pro žáky ZŠ, ale je potřeba se zorientovat ve větším množství textu a dokázat jej kriticky zhodnotit, tedy získat potřebné informace.

Karty je vhodné zalaminovat do fólie.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

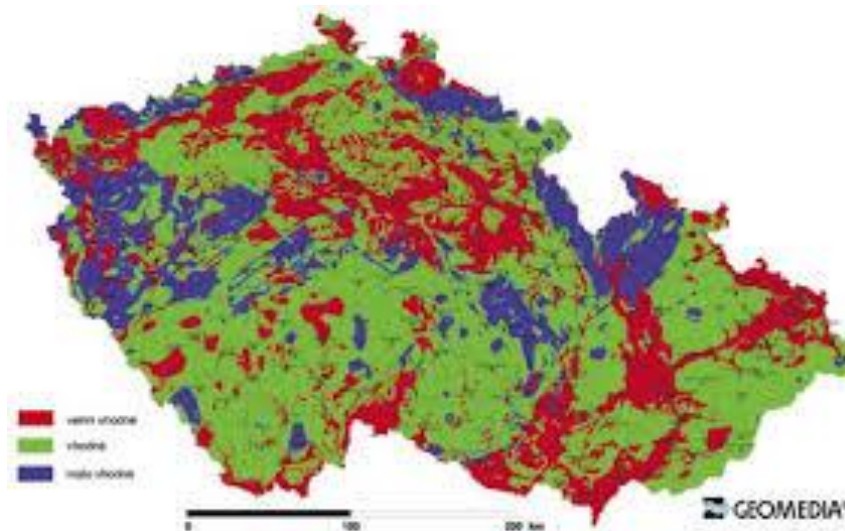
**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Termální zemský gradient a jeho možnosti využití

Benjamin Rocktherm, Carl Conductor

University of Massa, Department of Geology, Volcanic street 20

Geologické prostředí, tedy ta část zemské kůry, kterou je člověk schopen využívat, představuje nejen ohromný rezervoár hmoty, ale také zásobárnu energie. Horninami zemské kůry prochází obrovské množství tepla, které je spojeno s vnitřní energií Země. Tato energie vzniká fázovými přeměnami minerálů a také rozpadem radioaktivních prvků. Většina této energie má charakter tepla, které je horninami rozváděno kondukcí. Jiné formy energie jsou v horninách rovněž přítomny a mohou se uvolňovat např. ve formě mechanické energie při zemětřesení.



Obrázek 1. Mapa tepelného toku pro Českou republiku. Zdroj:

[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/\\$file/planeta4_obalka_2.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/$file/planeta4_obalka_2.pdf)

Měrnou tepelnou jednotkou v horninách je zemský tepelný tok, který definuje množství tepla prošlé určitou plochou za jednotku času. Tato proměnná je ale silně závislá na místě, kde ji měříme. Nízké hodnoty obdržíme v oblastech kontinentálních štítů, zatímco relativně velké množství tepla prochází v oblastech s aktivní sopečnou činností nebo v blízkosti velkých zlomů. Představme si žulovou kostku o hraně 1 km, kterou ochladíme o 10 °C. Získáme tím teplo o hodnotě 22 PJ, což bychom obdrželi také spálením 2 milionů tun hnědého uhlí.

Na zemském povrchu je průměrný tepelný tok 57 mW/m². Jak bylo uvedeno, hodnota závisí na typu geologické oblasti. V zemské kůře však funguje významný teplotní gradient, tedy směrem do hloubky narůstá teplota hornin. S každým kilometrem hloubky se teplota zvýší o 15-40 °C, takže v hloubce 3 km může být



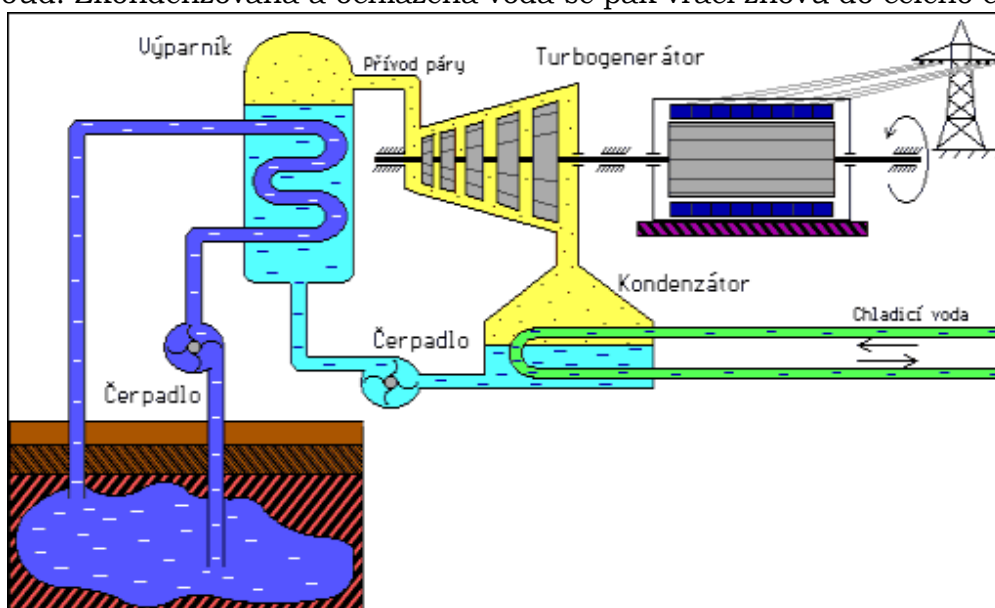
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

teplota kolem 90 °C, ale ve vulkanicky aktivních oblastech to může být i 120 °C. A to už představuje využitelný zdroj energie, ke kterému se můžeme dostat pomocí geologického vrtu.

Jedná se vlastně o gigantický přírodní horkovodní systém, který je bezodpadním zdrojem energie.

Celý princip je poměrně jednoduchý. Jedním vrtem přivedeme do vrtu vodu, která převezme teplo od okolních hornin, a jiným vrtem ji můžeme vyčerpát na povrch. Tuto vodu nebo páru (podle teploty a tlaku) pak snadno využijeme k vytápění nebo je možné pomocí páry roztáčet turbínu a tím vyrábět elektrický proud. Zkondenzovaná a ochlazená voda se pak vrací znovu do celého cyklu.



Obrázek 2. Schéma výroby elektrické energie pomocí geotermální energie. Zdroj: <https://player.slideplayer.cz/11/3168746/data/images/img18.gif>

Princip je sice jednoduchý, ale technické provedení je výrazně komplikovanější. Prvním předpokladem je zvýšený tepelný tok v dané oblasti – jednodušší a levnější je vrtat mělké vrtky a přitom dosáhnout dostatečné teploty horninového masivu – ideálně kolem 160–200 °C. Voda, která se poté vtlačuje do země se nejen ohřívá, ale také silně mineralizuje, tzn. rozpouští se v ní řada látek. Při poklesu teploty na povrchu se pak tyto rozpuštěné látky vysráží a silně tak zanášejí celý systém.

V současnosti se používá několik technologií. Zásoby horké páry a termální vody se z hornin obvykle čerpají pomocí vrtů a lze je využít přímo k vytápění a výrobě elektrické energie. Pokud je zásoba teplé vody v podzemí malá, je nutné ochlazenou vodu přivádět nazpět. Systém HDR (Hot dray rock) vychází z předpokladu, že



v určité hloubce pod povrchem existují zásoby horkých hornin, které jsou prakticky suché a nepropustné pro kapaliny. Vhodnými procesy lze tyto horniny přeměnit na tepelný výměník, do kterého budeme vhánět studenou vodu a odebírat vodu zahřátou. Povrchovým výměníkem se pak za nízkého tlaku přeměňuje voda na páru použitelnou pro výrobu elektrické energie.

Geotermální energie není zatím příliš rozšířeným zdrojem elektrické energie, i když v některých vhodných oblastech se intenzivně rozvíjí (Island, Kalifornie, Japonsko).

BIS (bankovní interní směrnice), Rozvojová energetická banka, číslo 3/2018

Směrnice číslo 3 (2018) vydaná generálním manažerem banky: Podpůrná směrnice při poskytování úvěrů pro investice do geotermálních elektráren

S předpokládaným rozvojem výstavby geotermálních elektráren je vydána tato směrnice, která má podpořit správnou strategii poskytování komerčních úvěrů právníkům osobám. Uvedena jsou základní kritéria pro posouzení rizikovitosti a návratnosti úvěru.

V nejbližších letech lze očekávat snahu investorů o budování moderních zdrojů elektrické energie, které neprodukují škodlivé plyny ani kapaliny, k nimž bezesporu patří geotermální elektrárny. Vše zapadá do konceptu EU o snižování skleníkových plynů v ovzduší. Lze predikovat, že ve vhodných oblastech bude geotermální energie upřednostňována před slunečními a větrnými zdroji, vzhledem ke stabilitě jejího výkonu. Přírodní zdroj energie v zemské kůře je prakticky nevyčerpatelný a odběr může být téměř nepřetržitý, pouze s ohledem na údržbu technologických zařízení.

S určitými nevýhodami je ovšem potřeba počítat i u tohoto zdroje. Předně je vázán

pouze na určité oblasti, což vyžaduje důkladný geologický průzkum jako vstupní investici s teoretickou možností její nenávratnosti. Rovněž vstupní investice na vybudování celé technologie je velmi vysoká, čímž se prodlužuje její návratnost. Existuje zde rovněž malé riziko, že geologické práce způsobí drobné zemětřesné otřesy a případné škody s nimi spojené půjdou k úhradě investora.

Pro posouzení rizika úvěru právníkům osobě můžeme vycházet z finančního modelu pro vybudování geotermální elektrárny ve velmi příznivých geologických podmínkách, kde v hloubce 3 km je předpokládaná teplota 180 °C. Projektovaný maximální výkon elektrárny představuje 5 MW. Předpokládaná doba roční výroby (odečten čas na nutný servis a údržbu technologií) je 7 500 hodin, což představuje 37 GWh dodané elektrické energie za rok. Při dohodnuté výkupní ceně 2,7 Kč za 1 kWh obnáší zisk 100 mil. Kč. Roční náklady na provoz představují 20 mil. Kč.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Celková investice na vybudování objektu zahrnuje následující položky: geologický průzkum 50 mil. Kč, 4 hluboké vrty (hloubka 3 km) 130 mil. Kč a vlastní zařízení elektrárny včetně elektrického připojení a zázemí 600 mil. Kč.

Z uvedených hodnot vyplývá, že návratnost celé investice se pohybuje v horizontu 10 let. V případě dodatečných

investicí lze prodávat i odpadní teplo z výroby k vytápění bytových jednotek.

Vedení banky je příznivě nakloněno k poskytování úvěru na tento typ investic za těchto podmínek: investor disponuje 20 % potřebných finančních prostředků, banka řádně zhodnotí všechna rizika a návratnost vlastní investice nepřesáhne 12 let. Toto doporučení je pro zaměstnance závazné.

Vydáno v Prestu, březen 2018



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY