

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



**Ministerstvo financí
České republiky**

TÉMA: Energie zemského jádra

JMÉNO: Petra Kašpárková

**PROJEKT: Porovnání energetického potenciálu Islandu
a České republiky**

TERMÍN: 1. 8. 2021 – 31. 8. 2022

Obsah

Geotermální energie – zdroje, projevy, využití, vliv na živ. prostředí

Geologické podmínky Islandu – geotermální ostrov, příčiny vysoké vulkanické aktivity, riftový systém

Geologické podmínky České republiky – geologická stavba, geologie ČR, pozůstatky po sopečné činnosti

Využití energie zemského jádra na Islandu – geotermální elektrárny na Islandu, geotermální elektrárna Hellisheiði

Využití energie zemského jádra v České republice – Děčín, Ústí nad Labem, Litoměřice

Geotermální potenciál – shrnutí

Zdroje informací

Geotermální energie

Zdroje

- přirozená tepelná energie zemského jádra
- rozpad radioaktivních prvků
- fyzikálně chemické reakce
- tektonický pohyb (viz obrázky)
- energie slapových sil



Desková tektonika

Projevy

- vulkanická činnost, horké vody a páry vyvěrající na povrch nebo vývěry horkých plynů
- průměrná teplota zemského povrchu = přibližně 15 °C
- směrem ke středu Země se teplota postupně zvyšuje, až dosahuje přibližně 5 000 °C
- s každým kilometrem hloubky jsou horniny o 25 až 30 °C teplejší
- výraznější teplotní gradienty se nachází především v oblastech styku litosférických desek, v těchto místech bývají obvykle příhodné podmínky pro využití geotermální energie

Geotermální energie

Využití

- **tepelná energie (vytápění, chlazení)**

1. **hydrotermální systémy** (zásobník horké vody v podzemí)

horká voda v podzemí pod vyšším tlakem => na povrch se dostane v podobě parovodní směsi nebo suché páry

2. **systém HDR** (hot dry rock)

dostatečně vysoká teplota, ale chybí teplonosná kapalina, pro energetické využití nutné dodávání teplonosné látky z povrchu

HDR elektrárny jsou založeny na využití tepla extrahovaného z horkých hornin

- **výroba elektrické energie (geotermální elektrárny)**

přeměna vnitřní energie páry na mechanickou a pak elektrickou energii turbogenerátoru, prostřednictvím parního cyklu

Podle parametrů a způsobu získávání páry se geotermální elektrárny dělí na elektrárny **se suchou párou**, **elektrárny s mokrou párou** a **elektrárny s binárním cyklem**.

Geotermální energie

Využití

Geotermální elektrárna s mokrou párou

- parovodní směs nebo dostatečně horká voda při vyšším tlaku
- většina dnes provozovaných geotermálních elektráren
- horká voda nebo parovodní směs musí projít přes separátory, kde se vlivem snížení tlaku odpaří část vody za vzniku mokré páry
- separovaná pára je poté vedena do turbogenerátoru
- zbylá voda bývá spolu se zkondenzovanou vodou z páry čerpána zpět do geotermálního reservoáru
- účinnost elektrárny s mokrou párou se pohybuje kolem 8 až 10 %

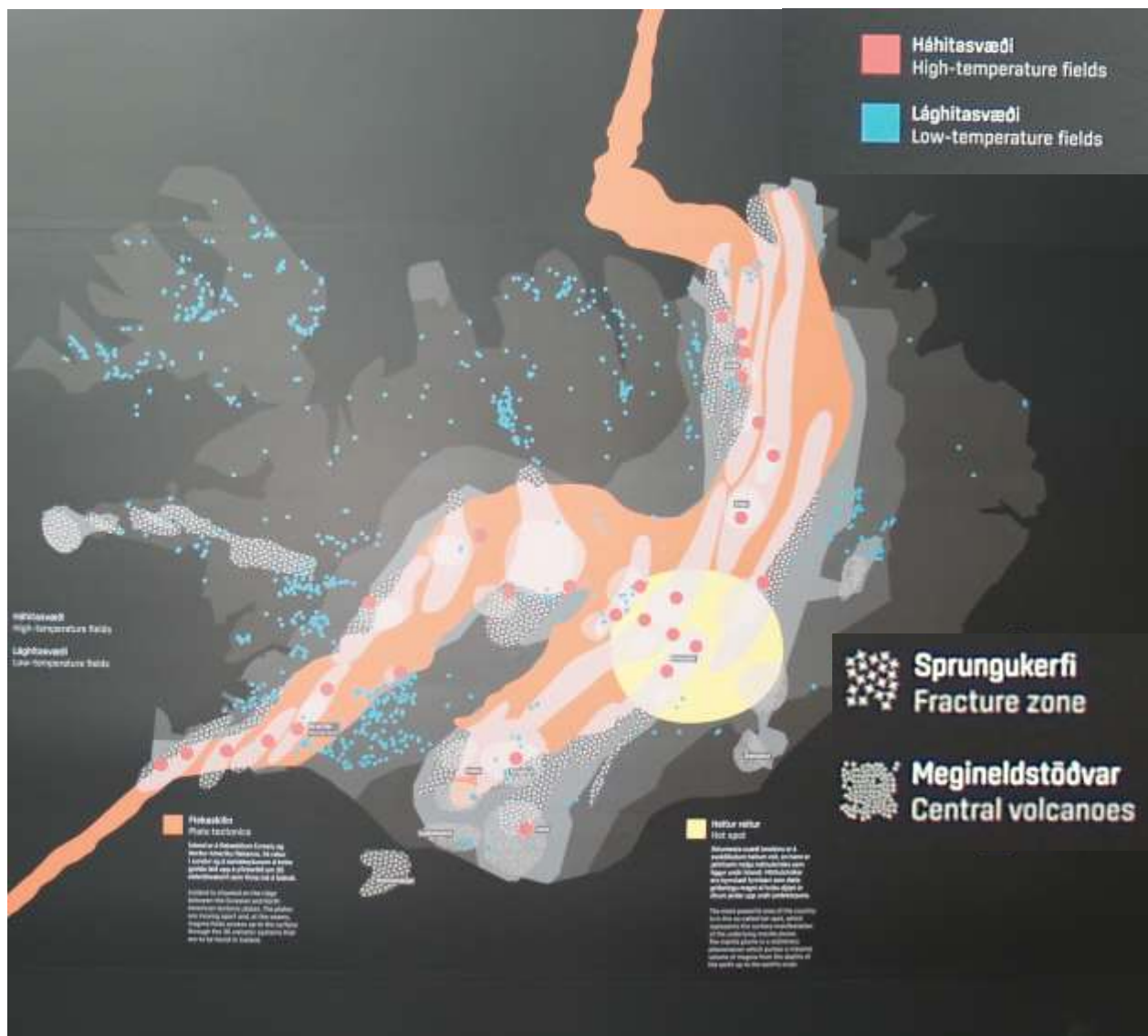
Vliv na životní prostředí

geotermální zdroje = levné, obnovitelné a ekologicky přijatelné řešení s obrovským potenciálem

geotermální elektrárny = ovlivňují okolní životní prostředí jen v malé míře, některé elektrárny způsobují sedání podloží nebo zvýšenou seismickou aktivitu

Geologické podmínky Islandu

Geotermální ostrov



Flekaskilin
Plate tectonics

Iceland is situated on the ridge between the Eurasian and North American tectonic plates. The plates are moving apart and, at the seams, magma finds access up to the surface through the 30 volcanic systems that are to be found in Iceland.

Heitur reitur
Hot spot

The most powerful area of the country is in the so-called hot spot, which represents the surface manifestation of the underlying mantle plume. The mantle plume is a stationary phenomenon which pumps a massive volume of magma from the depths of the earth up to the earth's crust.

Fotografie pořízené v GE Hellisheiði

Geologické podmínky Islandu

Příčiny vysoké vulkanické aktivity

- Ostrov leží v severní části Atlantického oceánu v místě souběhu divergentního deskového rozhraní (desky se pohybují od sebe) na středoatlantském hřbetu a plášťového diapiru (chocholu).
- Divergentní deskové rozhraní na Islandu je tvořeno rozvětvenými riftovými zónami mezi hřbety Reykjanes na JZ a Kolbeinsey na SV.
- rift (příkopová propadlina, hlubinný pokles) je seismicky a vulkanicky aktivní zóna v zemské kůře, charakterizovaná poruchami poklesového charakteru
- Dochází na něm k nárůstu nové zemské kůry a oddělování severoamerické a eurasijské kontinentální desky rychlostí asi 2 cm/rok.
- Přítomnost plášťového diapiru (horké skvrny) pod Islandem způsobuje neustálý výzdvih islandské plošiny a vysokou vulkanickou aktivitu.
- V současné době je plášťový diapir situován pod ledovcem Vatnajökull.
- Obrázek na pozadí => oblast Pingvelliru ležící na západní riftové zóně.

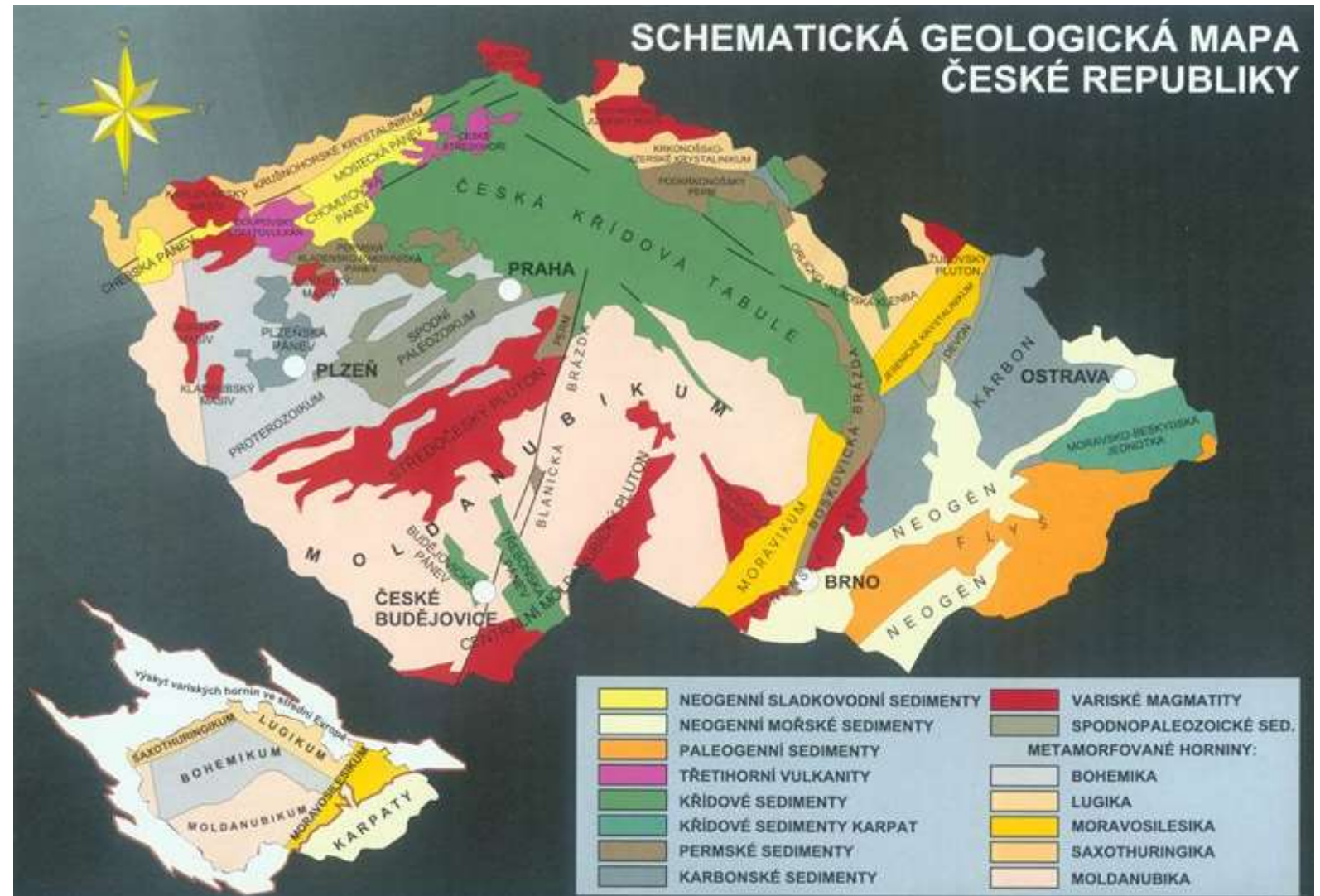
Geologické podmínky na Islandu

Riftový systém

- Zahrnuje 40–50 km široké riftové zóny tvořené systémy zlomů o délce až 200 km:
 1. stáří 16 mil. let, oblast S a SZ ostrova, východní pobřeží
 2. stáří 0,2 až 3 mil. let, oblast tvoří úzké pruhy okolo současné vulkanické zóny
 3. stáří 0,7 mil. let, oblast centrální mladé vulkanické zóny, **jedna z nejaktivnějších oblastí na světě**
- Na těchto zónách dochází občas ke vzniku vulkanického centra s **velmi vysokou vulkanickou aktivitou**.
- Na tyto vulkanické oblasti jsou vázána **vysokoteplotní geotermální pole** (na obrázku v pozadí oblast Svartsengi (GE) na poloostrově Reykjanes, oblast se silnou vulkanickou činností).
- Oblasti ležící mimo riftové zóny (poloostrov Snæfellsnes, oblast Západních fjordů a východní pobřeží Islandu) se vyznačují generelně nižší vulkanickou i geotermální aktivitou.

Geologické podmínky České republiky

Geologická stavba ČR



Geologické podmínky České republiky

Geologie ČR

- Na území České republiky se nachází dvě základní jednotky:
 1. Český masív (Čechy a západní část Moravy)
 2. Západní Karpaty (východní a jihovýchodní část Moravy).
- Hranicí obou jednotek je přibližně linie Znojmo – Ostrava.
- Český masív je fragment variského orogenu (pásemné pohoří).
- Je tvořen fundamentem (starším krystalinickým podložím) a platformními pokryvy (mladšími sedimenty).
- Západní Karpaty jsou součástí alpid – rozsáhlého horského systému tvořeného sedimenty mezozoika a terciéru, který se táhne ze Španělska do jv. Asie.



Geologické podmínky České republiky

Pozůstatky po sopečné činnosti

- Mezi nejmladší patří sopky v okolí Bruntálu (stáří kolem 2 milionů let) a sopky v okolí Chebu – Železná hůrka (stáří 170–400 tisíc let) a Komorní hůrka (stáří nad 450 tisíc let).
- Maximální vulkanické projevy nastaly během třetihor přibližně před 40–18 miliony lety – např. osamocená sopka Říp (viz obrázek)
- Tento vulkanismus byl spjat s procesy alpinského vrásnění.
- V této době vznikly sopečnou činností Doupovské hory a České středohoří (zůstaly jen zbytky přírodních drah vulkánů a vulkanická tělesa, která byla ukryta pod povrchem).
- Starší pozůstatky po vulkanické činnosti v podobě vulkanických (sopečných) hornin jsou na různých místech z období starohor a prvohor.



Využití energie zemského jádra na Islandu

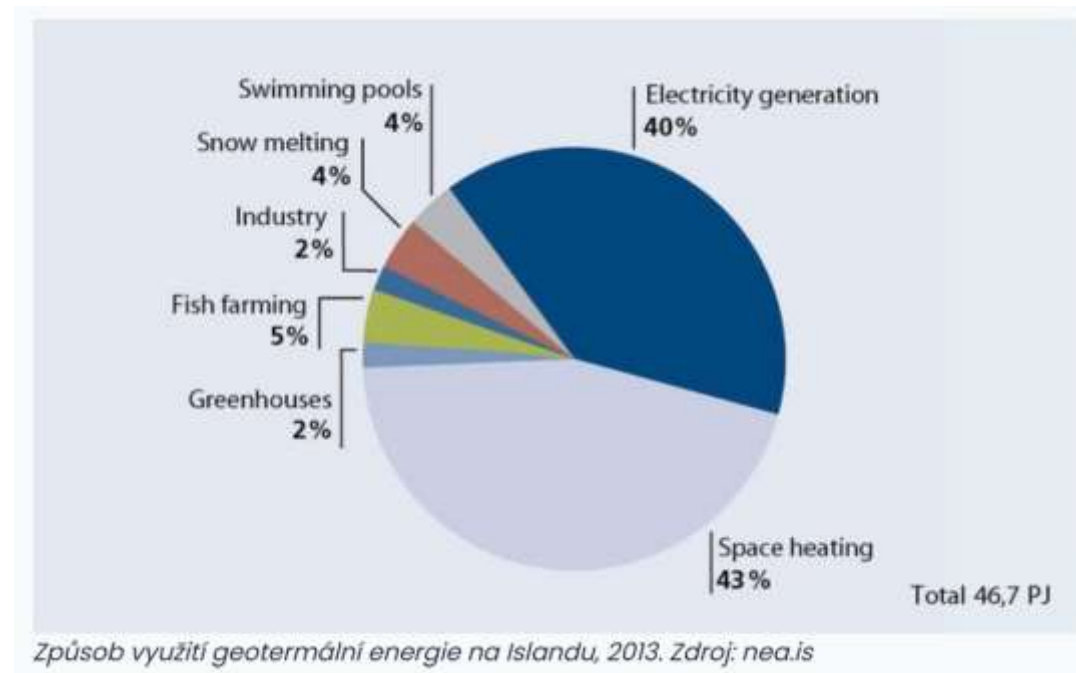
Geotermální elektrárny na Islandu

- Nesjavellir (120 MW)
- Reykjanes (100 MW)
- Hellisheiði (303 MW)
- Krafla (60 MW)
- Svartsengi (76,4 MW)
- Bjarnarflag (3MW)

Tyto elektrárny vyrábějí také elektrickou energii.

Geotermální energie ohřívá 89 % domů na Islandu a více než 54 % primární energie používané na Islandu pochází z geotermálních zdrojů.

Používá se pro vytápění prostoru, skleníků, výrobu elektřiny, pro bazény, rybí farmy ad.



Využití energie zemského jádra na Islandu

Geotermální elektrárna Hellisheiði (na obrázku v pozadí)

- největší geotermální elektrárna na Islandu
- podle instalovaného výkonu jedna z největších geotermálních elektráren na světě
- parní elektrárna na kombinovanou výrobu tepla a elektřiny
- nachází se u hory Hengill na jihozápadě Islandu (jedno z největších vysokoteplotních geotermálních polí na Islandu, rozloha 110 km²)
- současná kapacita 303 MW elektřiny a 400 MW tepelné energie
- sedm turbínových jednotek (šest vysokotlakých a jedna nízkotlaká parní turbína)
- ročně vyrobí více než 2300 gigawatthodin elektřiny
- tento objem je téměř trojnásobkem množství energie spotřebované všemi domácnostmi v zemi



Využití energie zemského jádra v České republice

Děčín

- od roku 2002 v provozu výtopna na Benešovské ulici
- centrální zdroj tepla (CZT) pro pravobřežní část města Děčína představuje **největší a ojedinělý projekt v České republice na využití geotermální vody**
- zkušební vrt byl proveden v roce 1998 a zdroj poté uveden do provozu v září 2002
- pro výrobu tepla se využívá geotermální energie z vody o teplotě cca 30 °C z podzemního jezera, které se nachází pod Děčínem
- geotermální voda vyvěrá přirozeným tlakem z vrtu o hloubce 545 m a v technologii tepelných čerpadel se tepelný potenciál této geotermální vody využívá pro ohřátí otopné vody až na 72 °C
- při maximálním výkonu je vydatnost vrtu 54 l/s
- technologie teplárny je dále doplněna o další tepelné zdroje (plynové kogenerační motory pro výrobu elektřiny a tepla a plynové horkovodní kotle) používané v případě potřeby vyššího tepelného výkonu teplárny

Využití energie zemského jádra v České republice

Ústí nad Labem

- vytápění plaveckých bazénů
- od května 2006 vytápění zoologické zahrady

Litoměřice

- zkušební vrt pro geotermální elektrárnu (hloubka 2500 m)
- pokud budou výsledky měření příznivé => začnou se hloubit další dva produkční vrty (hloubka 5000 m)
- teplota horniny 150 až 200°C, předpokládaný výkon elektrárny 50 MW
- GE se nebude zaměřovat na výrobu tepla, ale na výrobu elektrické energie
- hlavní překážkou jsou finanční prostředky
- projekt není ověřený



Ilustrační kresba: Karel Stibral

Geotermální potenciál – shrnutí

Hydrotermální systémy

- **podmínky vhodné na Islandu**
- dominantně používané
- čerpá se horká voda přirozeně se vyskytující v podzemí
- hydrotermální systémy s nejvyššími teplotami se nacházejí na konvergentních okrajích litosférických desek, v riftových zónách nebo v oblastech horkých plášťových skvrn



Teplo suchých hornin (Hot Dry Rock System, HDR)

- **nejvhodnější způsob využití geotermální energie v podmínkách České republiky**
- hydrogeotermální zdroje se vyskytují ve velmi omezené míře a jejich teplota je poměrně nízká
- prakticky neomezené zdroje nabízí v ČR v oblasti nízkopotenciálního geotermálního tepla

Na území ČR se nenachází žádné činné sopky, pouze pozůstatky po sopečné činnosti.

Na rozdíl od Islandu jsou zdroje České republiky pro využití geotermální energie omezené.

Zdroje informací

- <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/geotermalni-elektrarna/vyklad>
- <https://oenergetice.cz/elektrina/geotermalni-energie>
- https://wikijii.com/wiki/energy_in_iceland#Geothermal_power
- https://st3.depositphotos.com/2465573/12770/v/600/depositphotos_127709010-stock-illustration-tectonic-plates-spanish-text.jpg
- https://www-power--technology-com.translate.goog/projects/hellisheidi-geothermal-power-plant/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=cs&x_tr_hl=cs&x_tr_pto=sc
- www.gweb.cz
- https://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/2016/pomucky_GET_geologicke_mapy.pdf
- <http://www.gepo.cz/geotermalni-energie-v-cr-a-ve-svete-cln6.php>
- <https://www.mvv.cz/geotermalni-zdroj-v-decine.html>
- <http://www.spvez.cz/pages/OZE/geoterm.htm>
- <http://www.cgta.eu/2020/12/03/potencial-geotermalni-energie-na-uzemi-ceske-republiky/>
- <https://oenergetice.cz/elektrina/geotermalni-energie>
- <https://www.stredohori.cz/detail/rip>
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Island>