



NOVÉ POZNATKY V OBLASTI VRTANIA, ŤAŽBY, DOPRAVY A USKLADŇOVANIA UHLÍKOVÝCH  
PODBANSKÉ 2016

9. - 11. november 2016, Grand Hotel Permon - Podbanské, Vysoké Tatry, Slovensko

## GEOTERMÁLNE VRTY A MOŽNOSTI VÝSTAVBY GEOTERMÁLNYCH ELEKTRÁRNI V PODMIENKACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

### GEOTHERMAL WELLS AND POSSIBILITY OF CONSTRUCTION OF GEOTHERMAL POWER PLANT IN SLOVAK REPUBLIC

Ján Pinka<sup>1</sup>, Petra Kormošová<sup>2</sup>

**Abstract:** *Very important thing for our standard of living is some kind of energy which improve our life. Humanity has around itself enough renewable source for using such as sun energy, wind energy, hydro energy and geothermal energy. The Geothermal energy is very useful energy. Our country has one the best source in middle of Europe. This article discusses about geothermal power plant and the budget for building geothermal power plant for requirements in Slovak republic.*

**Keywords:** *geothermal energy, geothermal power plant.*

#### ÚVOD

Človek na prežitie na planéte Zem potrebuje určitý druh energie, či už vo forme tepla, svetla, pohonných hmôt resp. iných jej foriem. Bez energie Slnka by bola „naša“ Zem studená a chladná. Dopad slnečnej energie na zemský povrch zabezpečuje pre obyvateľstvo základy životných potrieb pre život. Už v minulosti obyvateľstvo planéty Zem využívalo okrem slnečnej energie aj energiu zemského povrchu. Naši predkovia si zakladali svoje osady na miestach, kde zo zemského povrchu sa uvoľňovala para, čo predstavuje pre nás v terajšej dobe veľké množstvo energie, ktorá sa nazýva geotermálna energia. Na Slovensku obe tieto druhy energie majú dostatočnú potenciálu. Neustále zvyšujúca sa spotreba elektrickej energie by nás mala prinútiť vyvíjať a rozvíjať nové riešenia na využívanie oboch druhov energií s ohľadom na potreby spoločnosti, či už environmentálne alebo ekonomické.

#### 1. ČO JE TO GEOTERMÁLNA ENERGIA?

Geotermálna energia sa považuje za najstarší druh energie na planéte Zem. Považuje sa za obnoviteľný zdroj energie, ale nemusí to platiť vždy, nakoľko niektoré druhy geotermálnej energie sú vyčerpateľné zdroje v horizonte desiatok rokov. Táto energia je prejav tepelnej energie zemského jadra Zeme, ktorá vzniká rozpadom rádioaktívnych látok a slapových síl, teda ide o vnútorné teplo Zeme a teplo, ktoré sa uvoľňuje pri rozklade hornín. Prejavy tohto druhu energie sú nasledovné: erupcia sopiek alebo gejzírov, horúce pramene alebo parné výrony.

Geotermálna energia sa využíva vo forme tepelnej energie na vykurovanie, alebo sa využíva na výrobu elektrickej energie v geotermálnych elektrárňach (GTE) – Obr. 1. Teplota hornín závisí od množstva tepla vystupujúceho z hĺbín Zeme (od zemského jadra) a od tepelnej vodivosti hornín. Sedimentárne horniny, hlavne, ktoré sú málo spevnené, majú väčšinou nízku tepelnú vodivosť, z čoho vyplývajú, že majú dobré izolačné vlastnosti. Horniny, ktoré majú nízku pórovitosťou majú v priemere vysokú tepelnú vodivosť. Preto sa hlbinné teplo môže šíriť horninami, ale pod sedimentárnymi panvami sa postup tepelného toku spomalí, preto môže dôjsť ku zvýšeniu teploty pod menej vodivými horninami a k následnému vytvoreniu tepelného bazéna. S hĺbkou stúpa teplota približne na každých 100 m o 3°C. Čiže je to teplo, ktoré sa vyvíja a akumuluje prírodnými procesmi v hĺbkinách Zeme a prenáša sa do vodonosných vrstiev prostredníctvom horúcich hornín

<sup>1</sup> prof. Ing. Ján Pinka, CSc., ÚZZ, Fakulta BERG TU Košice, Park Komenského 19, 040 01 Košice, tel.: 055 / 602 3150, [jan.pinka@tuke.sk](mailto:jan.pinka@tuke.sk)

<sup>2</sup> Ing. Petra Kormošová, PhD., T-Systems Slovakia, Trebišovská 9, 04011 Košice

alebo magmy. Nositeľom geotermálnej energia sú teplé alebo horúce geotermálne vody resp. mokré, sýte alebo prehriate pary geotermálnych vôd, horúce suché horniny zemskej kôry.



Obr. 1. Letecký pohľad na GTE obdobného typu, ktorá by sa mala zrealizovať v obci Dargov.

Pri analýze možnosti využívania geotermálnej energie ako náhradny zdroj tradičných energetických zdrojov je potrebné brať do úvahy nasledovné podmienky:

- dostupnosť energetického zdroja,
- energetický zdroj – geotermálny vrt,
- výstroj a zariadenie geotermálneho systému,
- druh energetického systému.

Podľa základných teplotných režimov vo vnútri Zeme delíme zdroje na:

- energiu Zeme,
- energiu magmy,
- energiu tepla suchých hornín,
- geotlakovú energiu,
- hydrogeotermálna energiu.

Hydrogeotermálne zdroje podľa teploty sa na Slovensku delia na:

- nízko teplotné – s teplotou od 20°C do 100°C (rezervoárová pod 130°C),
- stredno teplotné – s teplotou od 100°C do 150°C (rezervoárová od 130 do 180°C) - tento hydrogeotermálny zdroj je typickým zdrojom pre Východné Slovensko,
- vysoko teplotné – s teplotou vyššou ako 150°C (rezervoárová viac ako 180°C).

Geotermálne zdroje podľa výdatnosti rozlišujeme na:

- zdroje s nepatrnou výdatnosťou (do 1,0 l s<sup>-1</sup>),
- zdroje s veľmi malou výdatnosťou (od 1,0 do 5,0 l s<sup>-1</sup>),
- zdroje s malou výdatnosťou (od 5,0 do 10,0 l s<sup>-1</sup>),
- zdroje so strednou výdatnosťou (od 10,0 do 25,0 l s<sup>-1</sup>),
- zdroje s veľkou výdatnosťou (od 25,0 do 50,0 l s<sup>-1</sup>),
- zdroje s veľmi veľkou výdatnosťou (nad 50,0 l s<sup>-1</sup>).

## 2. VYUŽÍVANIE GEOTERMÁLNEJ ENERGIE V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

Geotermálne zdroje sa v podmienkach SR využívajú najmä v poľnohospodárstve a na vykurovanie obytých alebo kancelárskych priestorov. V SR zatiaľ nie je vybudovaná žiadna GTE. V poľnohospodárstve sa využívajú v 12 lokalitách na vykurovanie skleníkov, ide o zlepšenie úrodnosti zeleniny a kvetov a až v 32 lokalitách sa geotermálna voda využíva na rekreačné účely. Nižšie uvádzame lokality, kde a na aké účely sa využíva geotermálna voda podľa dôležitosti využívania.

*Lokality, kde sa využívajú geotermálne vody na vykurovanie kancelárskych a technických priestorov:*

Bešeňová, Galanta, Topoľníky, Komárno, Liptovský Trnovec, Poprad, Veľký Meder, Podhájska, Štirovo.

*Lokality, kde sa využívajú geotermálne vody na rekreačné účely napr. na plnenie bazénov:*

Bánovce nad Bebravou, Bešeňová, Diakovce, Dolná Strehová, Dumajská Streda, Gabčíkovo, Galanta, Chalmová, Kaluža (Zemplínska Šírava), Kesov, Komárno, Kplotovce, Kráľová pri Senci, Kremnica, Lehnice, Liptovský Trnovec, Malé Bielice, Nové Zámky, Oravice, Poľný Partizánske, Patince, Poprade, Podhájska, Rajec, Senec, Sklené Teplice, Šafa, Štirovo, Topoľníky, Tomaša, Tvrdošovce, Veľký Meder, Vrbov.

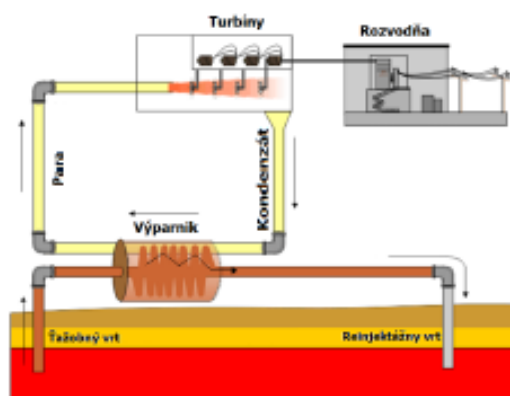
*Lokality, kde sa využívajú geotermálne vody v poľnohospodárstve:*

Bešeňová, Čiližská Radvaň, Dumajská Streda, Dumajský Klátov, Horná Potôň, Kráľová pri Senci, Podhájska, Topoľníky, Topoľovec, Tvrdošovec, Veľký Meder a Vlčany.

Do prvej polovice roka 2015 v podmienkach Slovenskej republiky nebola vybudovaná žiadna GTE, aj keď projekt na vybudovanie GTE v košickej kotline blízko obcí Durkov, Svinica a Bidovce (predpokladaný inštalovaný výkon bol na úrovni 3 MWe) existuje už od konca 90.-tých rokov 20. storočia, ale nikdy nebol zrealizovaný. Téma prvej GTE v Košickej kotline sa opäť otvorila okolo roku 2008, ale stále bez kladného vyhodnotenia, GTE už mala podľa prvotných údajov dodávať elektrickú energiu a teplo už v roku 2011 neskôr sa hovorilo o roku 2013. Najnovšie informácie uvádzajú, že prvá GTE na Slovensku bude vybudovaná v Hornom Jatove v katastrálnom území obce Trsovec nad Váhom (okres Šafa) v areáli bývalého poľnohospodárskeho družstva Horný Jatov. Daná elektrárňa by mala byť spustená v prvom kvartáli roku 2015. So stavbou sa malo začať v druhej polovici roku 2013, jej výkon sa predpokladá na úrovni 5 MW<sub>e</sub> a 20 až 25 MW<sub>t</sub>. Začiatkom roka sa začalo hovoriť o ďalšej GTE a to v obci Dargov (okres Trebišov). GTE v obci Dargov sa mala začať realizovať v druhej polovici roku 2014. Predpokladaný inštalovaný výkon je na úrovni 6 MW<sub>e</sub>.

## 3. GEOTERMÁLNA ELEKTRÁREŇ - GTE

GTE s binárnym cyklom (obr. 2) využíva tepelnú energiu geotermálnej vody, resp. geotermálnej pary na výrobu elektrickej energie, ktorá prúdi z hĺbky Zeme. Geotermálna voda s vysokou teplotou prúdi z hĺbín zeme k výmenníku tepla v geotermálnej elektrárni, kde odovzdáva svoje teplo vode v druhom okruhu. Tá sa premieňa na paru s vysokým tlakom, ktorá roztočí parnú turbínu. Turbína je pomocou špeciálnych prevodov spojená s generátorom, ktorý vyrába elektrickú energiu. Táto energia je pomocou zvyšovacieho transformátora pretransformovaná a ďalej distribuovaná do ES.



Obr. 2. Principiálna schéma GTE s binárnym cyklom.

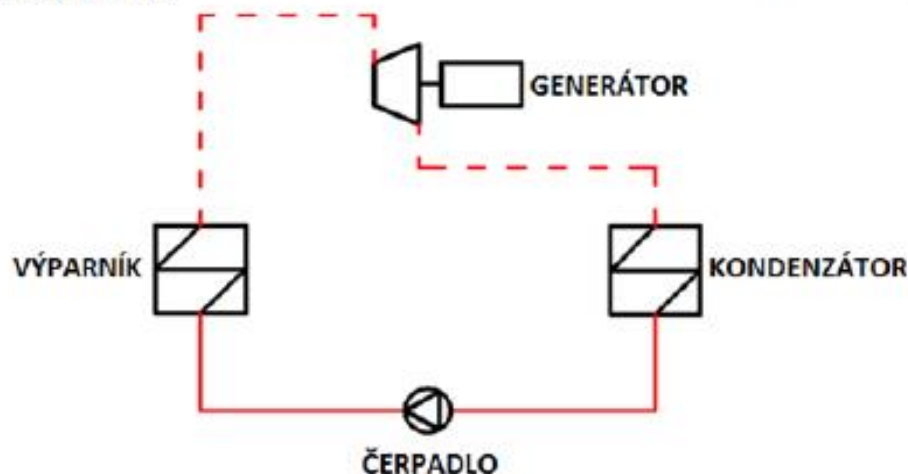
**PRINCÍP GEOTERMÁLNEJ ELEKTRÁRNE PRI VYUŽITÍ ORC MODULU:**

Geotermálna elektráreň, ktorá pracuje na princípe organického Rankinovho cyklu sa vo väčšine prípadov používa pri využití nízkoenergetického zdroja. Väčšina geotermálnych zdrojov na Slovensku sú nízkoenergetické okrem zdroja, ktorý sa nachádza v Košickej kotline.



Obr. 3. Ilustračný ORC modul pre využitie geotermálnej energie.

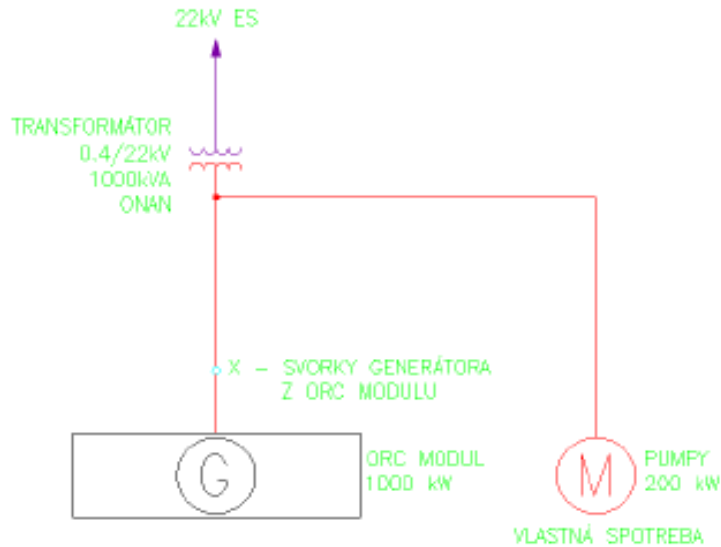
Principiálne GE, ktorá využíva ORC modul - Obr. 3 pracuje pri výrobe elektrickej energie s nízkoenergetickými zdrojmi (zdroj, ktorý je limitovaný teplotami nízkoenergetického zdroja a teplotnou úrovňou kondenzácie). Bloková schéma takejto GE je znázornená na obr. 4. Teplotná úroveň kondenzácie je zvyčajne teplota okolia resp. chladiaca voda, ktorá je dostupná. ORC modul pracuje na princípe elektrárenského kondenzačného cyklu, kde namiesto vody ( $H_2O$ ) resp. vodnej pary, ktorá sa uvažuje ako pracovné médium sa nahradí v primárnom okruhu inou zmesou zlúčenín organických látok. Takouto zmesou môžu byť napr. niektoré druhy uhľovodíkov ako izopentán, izooktán, toluol alebo silikónový olej, pričom tieto zmesi majú nízku teplotu varu už od  $40^{\circ}C$ . Vo výmenikoch dochádza k ohriatiu a odpareniu stlačeného pracovného média na úkor tepla získaného z nízkoenergetického geotermálneho zdroja. V pracovnom cykle je zaradené aj expanzné zariadenie, kde dochádza k zníženiu tlaku pracovného média a z tejto energie sa vyrába elektrická energia za pomoci elektrického generátora resp. turbogenerátora. Kondenzátor za expanzným strojom slúži k spätnému skvapalneniu pár pracovného média pomocou vodného chladiaceho okruhu. Čerpadlom je pracovné médium opätovne vrátené do výparníka.



Obr. 4. Bloková schéma GTE na princípe využitia ORC.

#### 4. CENOVÝ ROZBOR GTE O VÝKONE 1 MW

Pri cenovom rozpore GTE o výkone 1MW sa bude uvažovať s využitím moderného technologického stroja, ktorý podporuje systém ORC (Organický Rankinov Cyklus) nakoľko v podmienkach Slovenskej republiky máme väčšinou nízkoenergetické geotermálne zdroje (s výnimkou geotermálneho zdroja v Košickej Kotline), kde by sa dalo uvažovať o výrobe elektrickej energie z geotermálneho zdroja. Najvyšší odhadovaný geotermálny zdroj v podmienkach Slovenskej republiky, ktorý by mohol byť využitý na výrobu elektrickej energie je na úrovni cca. 3 MW<sub>e</sub> a 130 MW<sub>t</sub> tepelnej energie (Košická kotlina). Jednopolovú schému rozpočtového návrhu GTE je zobrazené na Obr. 5.



Obr. 5. Jednopolová schéma rozpočtového návrhu GTE.

Pri rozpočtovom návrhu GTE sa bude uvažovať s nasledujúcimi podmienkami:

- máme k dispozícii geotermálny zdroj vhodný na použitie, pričom cena vrtacích prác je na úrovni 150 € za bm,
- máme pozemok, na ktorom sa nachádza geotermálny zdroj (neuvažuje sa pri kalkulácii),
- je vyriešená problematika s odpadovými vodami a to buď cez čističku resp. reinjektážou späť do Zeme,
- je vyriešený prenos geotermálneho zdroja cez potrubné rozvody ku ORC modulu,
- výkon elektrickej energie z GE bude vyvedený len po distribučný transformátor,
- distribučný transformátor sa nachádza na betonovom základe v blízkosti ORC modulu (max. vzdialenosť je 50 m),
- GTE má vyriešenú problematiku s vonkajším osvetlením,
- GTE má vyriešenú problematiku chránenia zariadení.

Cenový rozbor sa bude týkať týchto súčasti GTE:

- ORC modul,
- dochladzovanie zbytkovej energie,
- elektrický rozvod vrátane elektrických káblov,
- potrubie,
- vrtacie práce,
- oplatenie GTE,
- ostatné výdaje pri návrhu ideovej GTE.

Tab. 1. Rozpočet na výstavbu GTE.

ORC jednotka:	Množstvo [ks]	Cena [€/ks]	Cena
ORC modul o výkone 1000 kW	1	1 400 000.00 €	1 400 000.00 €
V konečnej cene ORC modulu sú zahrnuté všetky ovládacie prvky, náplne a oživenie systému.			
<b>Dochladzovanie zbytkovej energie:</b>			
Pre ORC modul o výkone 1000 kW	1	450 000.00 €	450 000.00 €
<b>Elektrický rozvod:</b>			
ABB Olejový distribučný transformátor	1	20 000.00 €	20 000.00 €
<b>Elektrické káble:</b>			
NY-Y-O 1x400 mm <sup>2</sup> - Cu	300	37.90 €	11 370.00 €
Ceny medených elektrických káblov sú informatívne, nakoľko cena je závislá od ceny medi na svetovej burze.			
<b>Potrúbie</b>			
Potrúbie pre ťažobný vrt (25 m)	25	250.00 €	6 250.00 €
Potrúbie pre reinjektačný vrt (25 m)	25	250.00 €	6 250.00 €
Skladanie potrubia [h]	20	50.00 €	1 000.00 €
Doplnkové vybavenie potrubia (ventily, klapky a pod.)	1	3 000.00 €	3 000.00 €
Betónový základ na podpery pre potrubie [ks]	22	8.00 €	176.00 €
Podpery pre potrubie (konštrukcia + montáž)	22	35.00 €	770.00 €
<b>Ostatné náklady:</b>			
Káblové spojky (pre silnoprúdové káble)	12	25.00 €	300.00 €
Oplotenie (1 balenie = 25 m)	8	80.00 €	640.00 €
Uvažuje sa o oplotení pozemku o veľkosti 50 x 50 metrov			
Brána 2,2 x 3,6 m	1	250.00 €	250.00 €
Stĺpiky oplotenia	140	10.00 €	1 400.00 €
Montáž oplotenia (hod.)	20	40.00 €	800.00 €
Výkopové práce pre káblové uloženie [m <sup>3</sup> ]	15	10.00 €	150.00 €
Zákopové práce pre káblové uloženie [h]	10	12.00 €	120.00 €
Ochranná fólia pre uloženie kábla (kotúč 50 m)	1	5.00 €	5.00 €
Piesok na vyplnenie výkopového základu [m <sup>3</sup> ]	2	7.00 €	14.00 €
Betónová doska 500x250x50 [ks]	100	2.00 €	200.00 €
Betónový základ pre ORC modul [m <sup>3</sup> ]	120	25.00 €	3 000.00 €
Výkopové práce pre betónový základ (ORC) [m <sup>3</sup> ]	70	20.00 €	1 400.00 €
Železo -betónová výplň výkopu	1	800.00 €	800.00 €

Betónový základ pre transformátor	18	25.00 €	450.00 €
Výkopové práce pre betónový základ (transf.) [m <sup>3</sup> ]	10	20.00 €	200.00 €
Železo -betónová výplň výkopu	1	300.00 €	300.00 €
<b>Vrtné práce:</b>			
Ťažobný vrt [m]	1000	150.00 €	150 000.00 €
Reinjekčný vrt [m]	1000	150.00 €	150 000.00 €
Úprava ťažobného vrtu (paženie, cementácia) [m]	1000	6 000.00 €	6 000 000.00 €
Úprava reinjekčného vrtu (paženie, cementácia) [m]	1000	6 000.00 €	6 000 000.00 €
Cena úpravy vrtu je veľmi závislá od druhu používaných pažníc a od kvality cementácie.			
doprava (dovoz materiálu a príslušenstva)			neuvažuje sa
<b>Celková cena GTE</b>			<b>14 208 845.00 €</b>

Predpokladaná cena pre ideový návrh GE o výkone 1 MW je na úrovni vyše 14 miliónov €.

## 5. NÁVRATNOSŤ INVESTÍCIÍ

Každý investor, ktorý investuje svoje finančné prostriedky do niejakého biznisu, sa zaujíma hlavne o výnosnosť biznisu. Nižšie je uvedená kalkulácia návratnosti investícií, ktoré boli investované do výstavby GTE.

Pri návratnosti investícií budeme uvažovať nasledujúce:

- prevádzku počas celého roka nepretržite (24 hodín denne),
- účinnosť ORC modulu 16 %,
- výkupná cena je určená Tab. 2.

Tab. 2. Rozpočet na výstavbu GTE.

Obdobie	Veľkosť inštalácie	Výkupná cena [€/MWh]
do roku 2009	nebolo obmedzené	195.84
1.1.2010 - 31.12.2010	nebolo obmedzené	195.84
1.1.2011 - 30.6.2011	nebolo obmedzené	195.84
1.7.2011 - 31.12.2011	nebolo obmedzené	190.51
1.1.2012 - 30.6.2012	nebolo obmedzené	190.51
1.7.2012 - 31.12.2012	nebolo obmedzené	190.51
1.1.2013 - 31.12.2013	nebolo obmedzené	155.13
1.1.2014 - 31.12.2014	nebolo obmedzené	155.13
1.1.2015 -	nebolo obmedzené	155.13

Výpočet vyrobenej elektrickej energie za kalendárny rok vypočítame podľa (1):

$$W_e = P * t * \eta \quad (1)$$

kde:

$W_e$  – elektrická práca (energia) [kWh],

$P$  – nominálny činný výkon ORC modulu [W],

$t$  – čas [h],  $\eta$  – účinnosť ORC modulu [%],

Po dosadení aktuálnych hodnôt do vzorca (1) je výsledok nasledujúci:

$$W_e = P * t * \eta = 800000 * 24 * 365 * 0,16 = 1212,28 MWh$$

Z výpočtu vyplýva, že daná GTE by pri 24 hodinovej prevádzke za rok vyrobila viac ako 1,2 GWh elektrickej energie ročne. Výkupna cena elektrickej energie z Tab. 3 je 155,13 € za 1 MWh. Z nášho výpočtu je jasné, že GTE by vedela ročne zarobiť 188 060,8864 € (1212,28 \* 155,13). Pri kalkulácii sme dospeli, že na výstavbu ideovej GTE potrebujeme 14,21 milióna €. Návratnosť tejto investície pri daných výkupných cenách a pri predaji iba elektrickej energie do ES je 75 rokov, čo je veľmi dlhá doba pre investora. Ak by sa uvažovalo aj s predajom vyrobenej tepelnej energie, tak návratnosť investície by sa určite skratila. Ak by sa uvažovalo, že by sa využili vrty, ktoré boli v minulosti už navŕtané, ale sa nepoužívajú, tak by návratnosť finančných prostriedkov na výstavbu GTE sa znížila na úroveň maximálne 10 rokov bez predaja tepelnej energie.

## ZÁVER

V súčasnej dobe mnoho krajín investuje nemalé finančné prostriedky do OZE, Slovensko nie je výnimkou. Tým pádom bolo vhodné analyzovať danú situáciu v podmienkach Slovenskej republiky, či je výhodné resp. nevýhodné investovať dané finančné prostriedky do OZE v našom prípade do vybudovania GTE v našich geografických podmienkach. Výsledkom analýzy práce je finančný prehľad vstupných investícií a návratnosť finančných prostriedkov na vybudovanie GTE v podmienkach SR. Podmienky na vybudovanie GTE máme veľmi dobré, priam až výnimočné v porovnaní s inými nielen európskymi krajinami, ale aj inými krajinami sveta. Ani jeden investor do polovice roka 2014 nevybudoval žiadnú GTE v podmienkach SR. Z analýzy nám vyplnilo, že investícia do GTE sa finančne oplatí, hlavne na miestach, kde už boli vykonané vrtné práce a daný energetický zdroj (vrty) sa dajú po určitých úpravách okamžite využívať na výrobu elektrickej energie. V iných prípadoch je daná finančná investícia veľmi finančne náročná. Článok ukazuje, že investovať do GTE, pri budovaní GTE by sa v hlavnej miere mali využiť už existujúce vrty, ktoré sú už otetované a preskúmané. V budúcnosti by trebalo nájsť spoločnú dohodu medzi SPP a investorom, ktorý by bol ochotný investovať financie do výstavby GTE v obci Ďurkov, nakoľko najväčším problémom sú majetkovo-právne vysporiadanie a tým pádom SPP brzdí projekt výstavby GTE. Na záver je možné konštatovať, že budovanie GTE je veľkým pozitívom využívania OZE v podmienkach SR a tým pádom aj chránenie ŽP a šetrenie zásob fosilných palív do budúcnosti.

## LITERATÚRA

- [1] Pinka, J. : Hydrogeologické a inženýrské vrty. Monografie. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2016, s. 1- 305, ISBN 978-80-248-3938-7
- [2] Pinka, J.: Vyhľadávanie a ťažba nekonvenčných zdrojov ropy a zemného plynu. Monografia. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2013, s. 1- 136, ISBN 978-80-248-3242-5
- [3] Pinka, J.: Moderní technologie hlubinného vrtání. Monografie. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2015, s. 1- 144, ISBN 978-80-248-3871-7
- [4] Huenges, E.: Geothermal Energy Systems, Darmstadt: 2010. ISBN: 978-3-527-40831-3
- [5] Dipippo, R.: Geothermal Power Plants, Oxford: 2008. ISBN: 978-0-7506-8620-4
- [6] Dvorský, E., Hajtmánková, P.: Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie, Praha: 2005. ISBN: 80-7300-118-7
- [7] Interný materiál firmy Schiestl spol. s r.o., 2012
- [8] Interný materiál firmy ABB USA., 2013
- [9] <http://www.turboden.eu> – stránka firmy Turboden