

## Využitie geotermálnej energie na Slovensku a jej budúci vývoj

Gabriel Wittenberger<sup>1</sup>, Ján Pinka<sup>2</sup> a Marína Sidorová<sup>3</sup>

### Geothermal energy utilisation in Slovakia and its future development

Owing to favourable geological conditions Slovakia is a country abundant in occurrence of low-enthalpy sources. The government of the state sponsors new renewable ecological energy sources, among which belongs geothermal energy. Geothermal water is utilized for recreation (swimming pools, spas), agriculture (heating of greenhouses, fishing) and heating of houses. Effectivity of utilisation is about 30 % due to its seasonal use. That is why the annual house-heating and hot water supply from geothermal sources are supported. Recently company Slovgeoterm has initiated heating of greenhouses in Podhajska and heating of hospital and 1231 flats in town Galanta. Nowadays, research for the biggest geothermal project in the Middle Europe – construction in Košice basin has started.

**Keywords:** geothermal well, geothermal energy utilisation

### Úvod

Pokrytie energetických potrieb Slovenska závisí od dodávky energie. Preto má štát tendenciu používať netradičné nové obnoviteľné ekologické zdroje energie. Energetický potenciál týchto zdrojov predstavuje asi 4% primárnych energetických zdrojov použiteľných v r. 2005 resp. 2010, t.j. asi 40 000 TJ/rok. Doteraz je využitie geotermálnej energie veľmi nízke, ale vytvorili sa podmienky pre využitie 180 MW. Geotermálna energia predstavuje 18% týchto netradičných energetických zdrojov. Energetické predstavy SR predpokladajú využitie 5200 MW<sub>t</sub> celkových potenciálne možných geotermálnych zdrojov. Súčasný stav znalostí je sumarizovaný v Atlase geotermálnej energie Slovenska, podľa ktorého použiteľné energetické zdroje predstavujú 5553 MW<sub>t</sub>. Obnoviteľná časť tohto množstva je 553 MW<sub>t</sub> a neobnoviteľná 4985 MW<sub>t</sub>. Je zrejmé, že skutočne použiteľné geotermálne zdroje by mali byť menšie ako vyššie uvedené. Geotermálna voda sa používa v 35 oblastiach, najmä na rekreačné a poľnohospodárske účely, menej pre zateplovanie domov. Využíva sa celkove 83 MW<sub>t</sub> s nízkou účinnosťou (asi 30%) kvôli sezónnemu použitiu [6]. Spoločnosť Slovgeoterm zaviedla a vyvinula využívanie geotermálnej energie v Podhajskej, Galante a začala práce na mestskom zateplovacom projekte pre Košice (obr.č.1).



Obr. 1. Oblasti geotermálnych miest.  
Fig. 1. Geothermal sites location in Slovakia

<sup>1</sup> Ing. Gabriel Wittenberger, Katedra ropného inžinierstva, F BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 04384 Košice, (++421-55)6023148, Fax: (++421-55)6023128, [Gabriel.Wittenberger@tuke.sk](mailto:Gabriel.Wittenberger@tuke.sk)

<sup>2</sup> prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Katedra ropného inžinierstva, F BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 04384 Košice, (++421-55)6023148, Fax: (++421-55)6023128, [Jan.Pinka@tuke.sk](mailto:Jan.Pinka@tuke.sk)

<sup>3</sup> Ing. Marína Sidorová, Katedra ropného inžinierstva, F BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 043 84 Košice, (++421-55)6023148, Fax: (++421-55)6023128

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 3.9.20040)

## Možnosti využitia geotermálnej energie v Košickej kotline

Najväčší geotermálny zatepl'ovací projekt v Strednej Európe v súčasnosti, s inštalovaným tepelným výkonom 110 MW, bude umiestnený v Košickej kotline. Lokalita geotermálnej štruktúry Ďurkova, ktorý leží v znížene neogénneho podložja, je asi 15 km východne od Košíc. Výsledky 3 geotermálnych prieskumných vrtov navŕtaných v r.1998-1999 potvrdili prítomnosť geotermálneho zdroja s tepelným potenciálom najmenej 100 MW<sub>t</sub>. Oblasť bola skúmaná 3 prieskumnými vrtmi na ropu - Ďurkov 1,2,3, vyvŕtaných v r.1968-1972. Prítoky geotermálnej vody boli potvrdené DST testmi. Zdroj geotermálnej vody sa nachádza v triasových dolomitoch, najmä vo vrchnej časti, v kontakte s neogénnymi obklopujúcimi horninami. Hlavný prítok pochádza z puklinových a krasových priepustných zón v hĺbke 2100-2600 m. Parametre získané z testovaní vrtov boli lepšie ako pôvodne očakávané z predchádzajúcich ropných a plynových prieskumov - teplota geotermálnej vody na ústi vrtu je 124-129°C, tok 56-65 kg/s, dynamický tlak na ústi vrtu 0,97-2,2 MPa (Tab.č.1), odplyňovací bod v hĺbke 750-1195 m, hydraulické parametre: rozsah T je  $8,16 \cdot 10^{-5}$ - $3,41 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s a k<sub>f</sub> je  $9,44 \cdot 10^{-8}$ - $8,5 \cdot 10^{-6}$  m/s (Gonet, Stryczek, Pinka, Wolinski, 1999).

Tab. 1. Parametre vrtov v dynamických podmienkach (Beňovský a col.,2000).

Tab. 1. Well data in dynamic conditions (Beňovský a col.,2000).

Vrt	T [m <sup>2</sup> /s]	K <sub>f</sub> [m/s]	prítok [m]	odplyňovací bod
GTD - 1	$2,089 \cdot 10^{-4}$	$4,471 \cdot 10^{-7}$	2150 - 2500	750 m
GTD - 2	$8,16 \cdot 10^{-5}$	$9,44 \cdot 10^{-8}$	2750 - 2920	1070 m
GTD - 3	$3,41 \cdot 10^{-4}$	$8,50 \cdot 10^{-6}$	2223 - 2246	1146 m

Geotermálna voda má vysoký obsah mineralizácie (TDS) (29-32 g/l) s výrazným Na-Cl typom. Vysoký obsah TDS v geotermálnej vode zadržuje jej výtok do príľahlých potokov a riek. Z hľadiska pôvodu je to halogénová voda pochádzajúca pravdepodobne z meteorickej vody presakujúcej cez soľné útvary Karpát do mezozoického (druhohorného) kolektoru. Geotermálna štruktúra podľa chemických a izotopových údajov je obmedzená, preto sa môže používať s reinjektážnym systémom. Na základe termodynamického modelovania je tu pravdepodobnosť vysokej korózie, čo znamená nevyhnutnosť dávok inhibítora a iných prevencií. Modelové výpočty boli tiež preverené meraniami in situ. Za účelom prevencie vyzrážania kalcitu a iných minerálnych fáz, by mal byť parciálny tlak CO<sub>2</sub> udržiavaný na hodnote 2,1-2,2 MPa, to znamená, že je nevyhnutná prevádzka pod tlakom. Existencia 3 geotermálnych vrtov poskytuje možnosť konštrukcie jedného geotermálneho vymenníkového centra. V súčasnosti sa prevádzajú 3D seizmické merania pre postup v zisťovaní nových geotermálnych centier.

### Využitie tepla

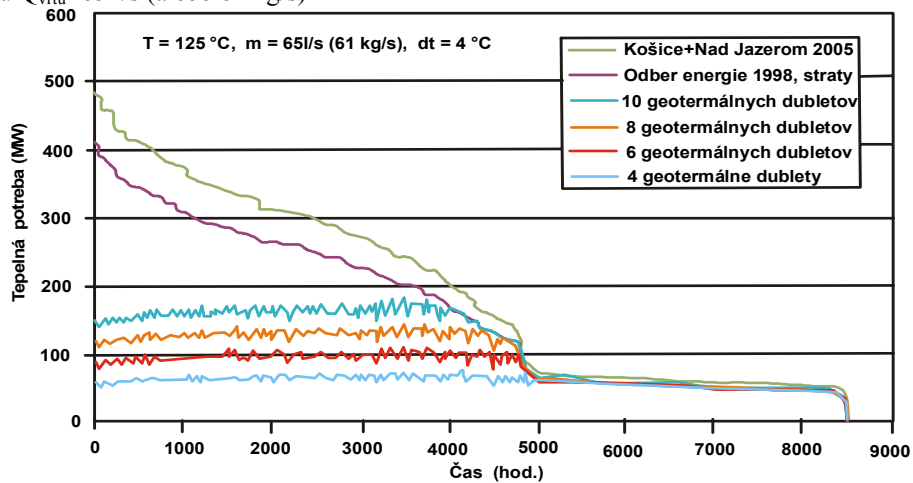
Teplo z oblastí vrtov bude dopravované potrubím z tepelného centra v Olšovanoch do TEKO Košice. Výstavba centier výmenníkov tepla sa plánuje v Bidovciach, Ďurkove, Slanci a Ruskove. Pomocou už postavenej siete v meste bude dodávané teplo z geotermálnych vrtov z TEKO Košice do obydľí v Košiciach.

V štúdiách realizovateľnosti vypracovaných spoločnosťami CFG Orleans - Franc., Virkir Reykjavik - Island a Slovegeoterm Bratislava, je vypočítané využitie geotermálnej energie v SR. Štúdia berú do úvahy, že v tomto meste existuje rozsiahla tepelná sieť, ktorá zabezpečuje zatepl'ovanie 60 000 bytov, nákupných centier, budov pre verejnosť a iných objektov. Mestská zatepl'ovacia služba, nazývaná TEKO (Tepelná energetika Košice), patrí ku Slovenským elektrárňam (SE). Asi 70% tepelnej energie TEKO pochádza z prírodného plynu a 30% z uhlia. Celková tepelná kapacita systému je 700 MW s každoročnou produkciou tepla 2500 GWh. Zdroj geotermálnej energie z Košickej kotliny je výhodný pre využitie v centrálnom zatepl'ovaní v meste Košice. Geotermálna energia je tu ekonomickou voľbou pre nahradenie zastaralého vybavenia v TEKO. Podľa výsledkov testov vrtov by mala byť teplota na ústi vrtu geotermálneho centra v Ďurkove 125°C, prítok 60-65 kg/s a reinjektážna teplota max.55-60°C, čo znamená, že jeden vrt je schopný poskytnúť tepelný výkon 16 MW [2].

### Využitelná geotermálna energia

Za účelom preskúšania možností premeny energie pre systém, bol vyhotovený tzv. energetický diagram času (obr.č 2) [1]. Podľa niektorých autorov [1] obrázok č.2 znázorňuje požiadavky na elektrickú energiu alebo teplo počas celého roka ako funkciu okolitej teploty. Oblasť pod krivkami predstavuje zodpovedajúce každoročné požiadavky na energiu. V prípade krivky celkových požiadaviek tepelného systému, plocha znamená celkové každoročné energetické požiadavky a v prípade krivky geotermálneho zatepl'ovania plocha znamená energiu nahraditeľnú geotermálnym teplom. Diagram znázorňuje využiteľné teplo geotermálnej vody v závislosti od počtu vrtov a priemerného výkonu každého vrtu. Geotermálne krivky na obrázku č. 3 sú

nakreslené za predpokladu, že priemerná teplota geotermálnej vody na ústí vrtu je  $T_{geo}=125^{\circ}\text{C}$  a prietok z každého vrtu  $Q_{vrtu}=65\text{ l/s}$  (alebo  $61\text{ kg/s}$ )



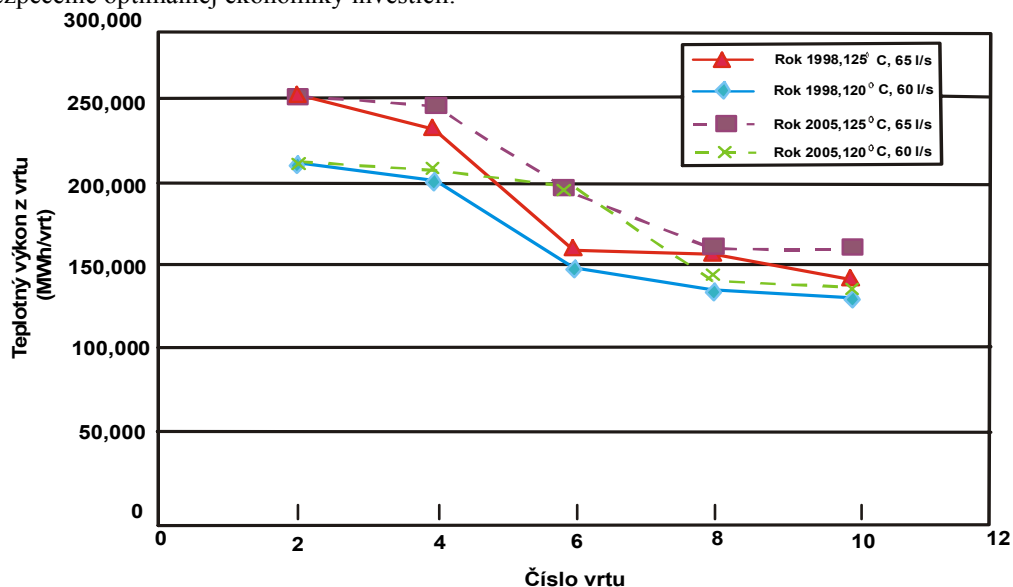
Obr. 2. Diagram trvania energie - energia nahraditeľná geotermálnou (Beňovský a col.,2000).  
Fig. 2. Energy duration diagram - energy replaceable by geothermal energy (Beňovský a comp.,2000).

Výsledky ukazujú, že za účelom dosiahnutia kritéria 100 MW počas celého roka, bude vyžadovaných 7 vrtov, hoci 6 vrtov by postačovalo pre časť roka. Ak sa priemerná teplota a prietok znížia, bude požadovaných 7 vrtov (Tab.2).

Tab.2 Kapacita a každoročná energia dopravovaná „vysoko“ priemerným výkonom z geotermálnych vrtov (Beňovský a col.,2000).  
Tab. 2 Capacity and annually delivered energy by “high” average output from geothermal wells (Beňovský a comp.,2000).

„Vysoký“ výkon $T_{geo} = 125^{\circ}\text{C}$ a $Q_{well} = 65\text{ l/s}$ , $dt_{hx} = 4^{\circ}\text{C}$	6 vrtov	7 vrtov	8 vrtov
100 MW limit	~ konštantný	< -15 °C	< -15 °C
Minimálny výkon počas zimy	84 MW	98 MW	112 MW
Teplota	-15 °C	-15 °C	-15 °C
Maximálny tepelný výkon	105 MW	123 MW	141 MW
Teplota	3 °C	3 °C	3 °C
Energia nahraditeľná geotermálnou podľa požiadavky z roku 1998	641 GWh	719 GWh	795 GWh

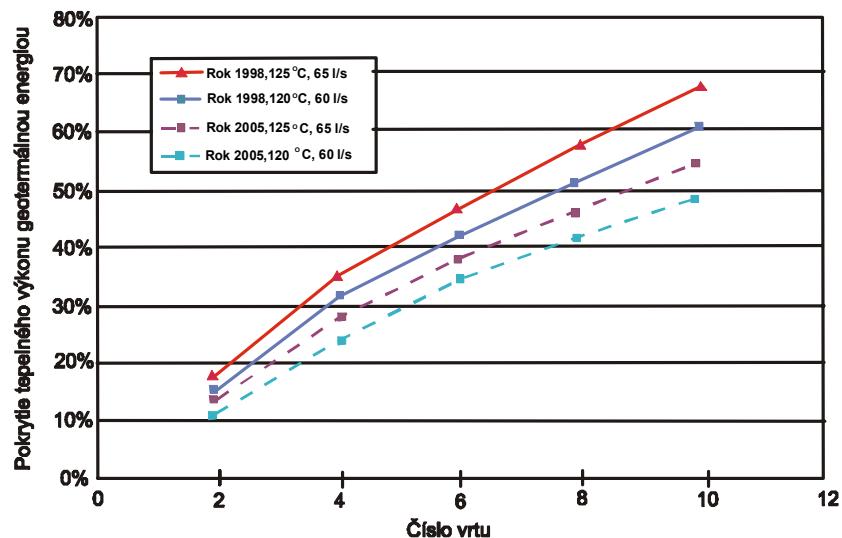
Preto možno zhodnotiť, že musí byť navŕtaných aspoň 7 produkčných vrtov pre zaistenie požadovaného výkonu z geotermálneho územia. Odporúča sa využívanie plnej kapacity 7 vrtov počas vykurovacej sezóny pre zabezpečenie optimálnej ekonomiky investícií.



Obr. 3. Energia nahraditeľná geotermálnou. Platí pre požiadavky na teplo pre roky 1998 a 2005 [1].  
Fig. 3. Replaceable energy by geothermal which applies to the heat demand of the years 1998 and 2005 [1].

Obrázok č. 3 znázorňuje, že energia nahradená prvými dvoma vrtmi je medzi 210 000 a 250 000 MWh/rok na základe požiadaviek v r.1998 a je prudko znížená na asi 150 000 MWh/rok pre 5. a 6. vrt.

So 6 párami vrtov /doublets/ vytáženými na ich plnú kapacitu, zaistí geotermálna prevádzka asi 45% každoročných požiadaviek na teplo pre TEKO a s 10 párami 65% (obr.č.4), na základe požiadaviek v r.1998. Podobne 7 vrtov môže pokryť asi 50% každoročných požiadaviek na teplo [1].



Obr.4 Percentá tepelnej energie nahraditeľnej geotermálnou. 6 vrtov zaistí asi 45 % energie podľa požiadaviek z roku 1998 [1].

Fig. 4 Percentage of heat energy replaceable by 6 geothermal wells will ensure about 45 % of the energy according to 1998 demand [1].

### Záver

Rozsiahle využitie geotermálnej energie predstavuje prínos pre energetickú a ekologickú oblasť a preto je podporované. Projekt v Podhájskej sa sústreďuje na zatepľovanie skleníkov na ploche 2 ha s tepelným výkonom 12 MW<sub>t</sub>. Geotermálna voda (s teplotou 82°C) z vrtu Po-1 (TDS 19 g/l) je po prechode cez výmenník tepla reinjektovaná späť do zásobníka pomocou vrtu GRP-1 (45°C). Tento systém zabezpečuje ekologické využitie geotermálneho zdroja.

Mesto Galanta leží na juhu SR. Energetický potenciál 8 MW<sub>t</sub> je dodávaný z 2 geotermálnych vrtov FGG-2 a FGG-3. V r.1996 bola skonštruovaná geotermálna stanica prevádzkovaná spoločnosťou Galantaterm s finančnou podporou Slovenských plynární, mesta Galanta, Sloveogtermu, NEFCO Helsinki a Hitaveita Reykjavik. Geotermálna energia zabezpečuje zatepľovanie 1236 bytov v časti Sever, komplex budov nemocnice a domova dôchodcov. Geotermálna voda tu zaistuje dodávku tepla i horúcej vody.

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA č. 1/9365/02.

### Literatúra - References

- [1] Beňovský, V., Drozd, V., Halás, O., Váňa, O., Vranovská, A.: Geothermal energy utilisation in Slovakia and its future development, *Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan, 2000*
- [2] Pinka, J., Dobra, E.: Herľanský Gejzír a prírodné bohatstvo v okolí, 2004
- [3] Gonet, A., Stryczek, S., Pinka, J., Wolinski, J.: Drilling a Geothermal Well GTD-1 in Slovakia. *In Transactions of the Universities of Košice, N. 2/1999, Vydavateľstvo Štrotffek Košice, p. 94-101, 1999*
- [4] Najnovšie poznatky o výsledkoch geotermálneho prieskumu v južnej časti Košickej kotliny. *Slovgas č.2/1999, s. 9-13, 1999*
- [5] Pinka, J., Wittenberger, G., Marcin, M., Sidorová, M.: The History of Geothermal Energy Exploitation in the Area of East Slovakian Neogene from the Time of Geological Works to the Production Tests, *In.: 13th Scientific and Technical Conference: New Methods and Technologies in Petroleum Geology, Drilling and Reservoir Engineering, Volume II, AGH Lrakow, Poland 2002, pp. 103-109, ISBN 83-905880-9-9*
- [6] Böszörményi L.: Vývoj predstáv o košickom geotermálnom projekte, *monografia, vydavateľstvo Štrotffek, 2001*
- [7] Rybár, R., Kudelas, D., Fisher, G.: Alternatívne zdroje energie III, *AMS Košice 2004, ISBN 80-8073-114-6*