

VYUŽITIE GEOTERMÁLNEJ ENERGIE V PODMIENKACH SLOVENSKA

Ing. Ladislav Bartko, PhD.

Katedra procesného a environmentálneho
inžinierstva

Park Komenského 5, 042 00 Košice

e-mail: ladislav.bartko@tuke.sk

Dr.h.c. prof. Ing. Miroslav Badida, PhD.

Katedra procesného a environmentálneho
inžinierstva

Park Komenského 5, 042 00 Košice

e-mail: miroslav.badida@tuke.sk

prof. Ing. Peter Horbaj, CSc.

Katedra energetickej techniky

Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

e-mail: peter.horbaj@tuke.sk

JUDr. Ing. Jozef Konkoly

Priemyselný park Kechnec

Obec Kechnec

e-mail: obeckechnec@mail.t-com.sk

% ročne, sa odhaduje, že o 20 až 30 rokov vzrastie spotreba elektrickej energie až o 70 %. Terajšia európska energetická spotreba rastie relatívne pomaly vzhľadom k ostatným častiam sveta, avšak aj tak musia krajiny EÚ ešte zvažovať jej spotrebu a hlavne možnosti jej šetrenia. Klimatické zmeny tiež otvorili agendu obnoviteľných zdrojov a Európa začala masívne investovať hlavne do solárnej a veternej energie, do energie biopalív a rovnako tak do geotermálnej energie, ktorá je považovaná za významný obnoviteľný zdroj energie. Zo zásobami, ktoré sú ukryté na našej planéte, bude možné v budúcnosti pokryť až takmer celosvetovú spotrebu energie. Geotermálne alebo zemské teplo, je teplo uložené vo vrchnej dostupnej časti zemskej kôry. Tá obsahuje energiu uloženú v zemi, ktorá môže byť vyťažovaná a využitá a zaraďuje sa do kategórie obnoviteľných zdrojov energie, viď (obr. 1). Môže byť využitá priamo pre vykurovanie a chladenie na trhu s teplom a taktiež pre produkciu elektrického prúdu alebo v tlakových zariadeniach.

Abstract

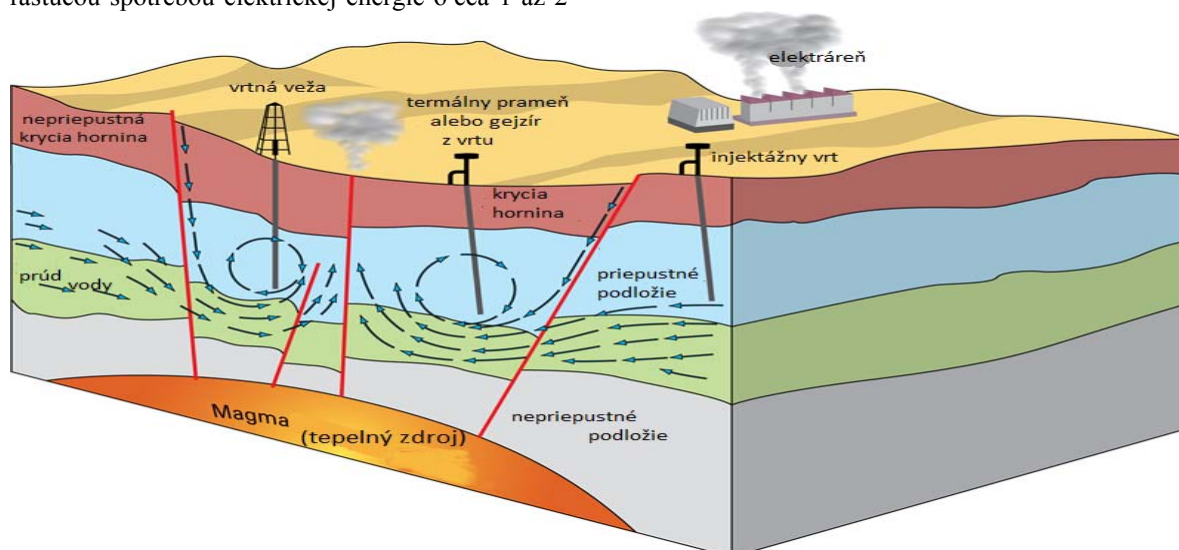
This article presents ways of using geothermal energy in Slovakia and parameters of geothermal wells at selected sites in Slovakia.

Key words: Geothermal energy, geothermal water, drilling depth, source temperature, borehole yield

ÚVOD

Neustály dopyt po rope a zvýšené nároky na jej ťažbu nútia vlády ekonomicky silných krajín k využívaniu obnoviteľných zdrojov energie. EÚ je najväčší svetový importér energie, spoliehajúci sa na dovoz cca 50 % potrebnej energie. S postupne rastúcou spotrebou elektrickej energie o cca 1 až 2

Do oblasti možností ťažby a využívania geotermálnej energie patria aj inžinierske práce so zemským teplom a jeho využitím a tiež vedecké výskumy tepelného stavu telesa Zeme. Výroba tepla s využitím geotermálnej energie môže byť realizovaná pomocou dvoch veľmi špecifických metód. Prvá pozostáva z priameho využitia teplôt hladín podzemných vôd, ktoré zahŕňujú teploty medzi 30 až 150 °C (tzv. stredne a nízko teplotné aplikácie). Druhá pozostáva z využitia geotermálnych tepelných čerpadiel, ktoré spadajú pod takzvané veľmi nízko teplotné aplikácie.



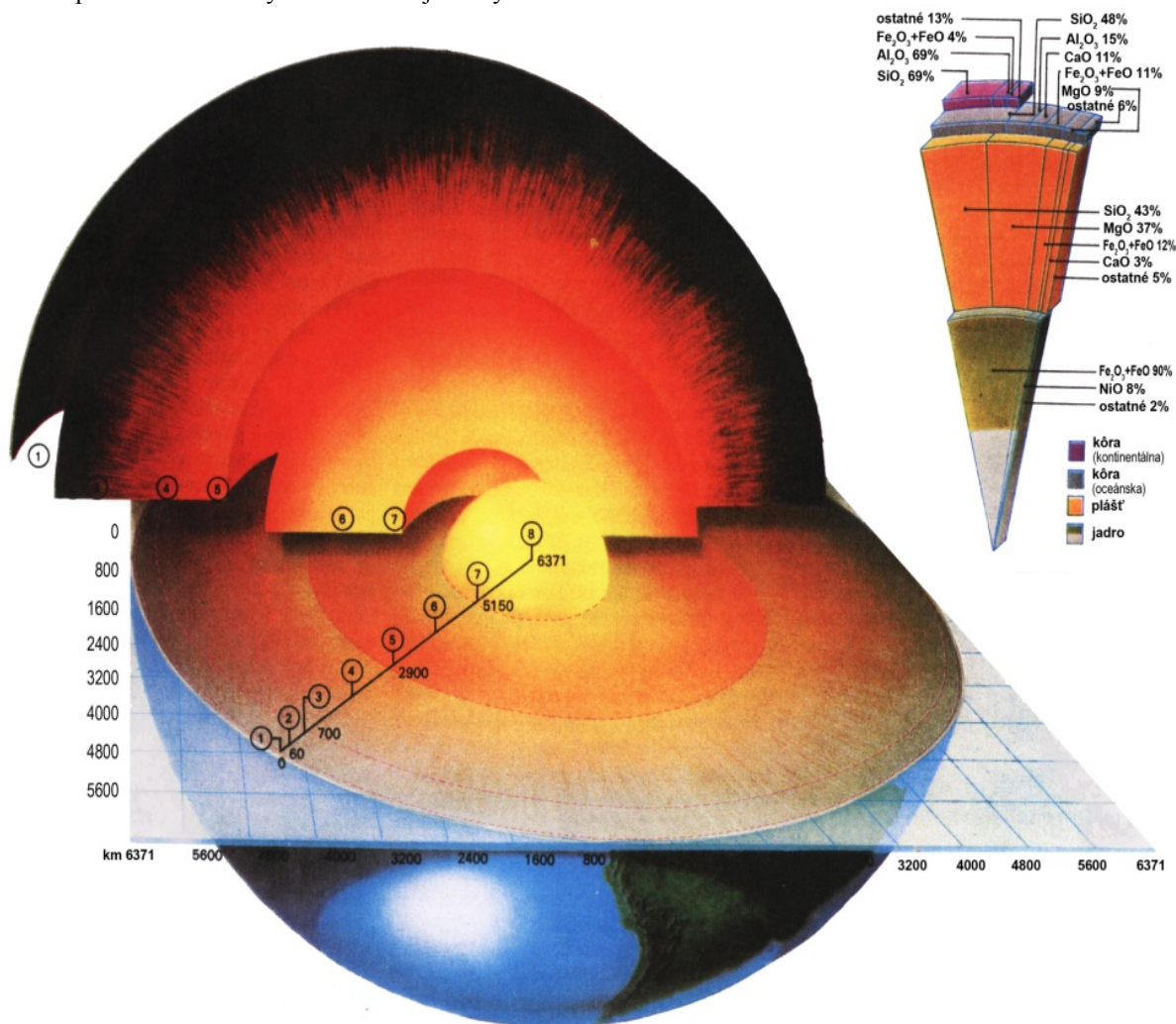
Obr. 1 Vznik geotermálnej energie vo vnútri Zeme [13]

GEOTERMÁLNA ENERGIA

Geotermálna energia nie je v pravom slova zmysle obnoviteľným zdrojom energie, nakoľko má pôvod v horúcom jadre Zeme (obr. 2), z ktorého uniká teplo cez vulkanické pukliny v horninách. Vzhľadom na obrovské takmer nevyčerpatelne zásoby tejto energie, však býva medzi tieto zdroje zaraďovaná [2].

Využitie geotermálnych zdrojov siaha ďaleko do minulosti. Existujú archeologické záznamy o tom, že americkí indiáni už pred viac ako 10 tisíc rokmi osídľovali územia v blízkosti geotermálnych zdrojov. Geotermálne zdroje, napr. horúce pramene boli vyhľadávané aj starými

Rímanmi, Turkami alebo Maormi na Novom Zélande. Prvé záznamy o priemyselnom využití tejto energie siahajú do roku 1810, kedy sa začalo s ťažbou minerálov nachádzajúcich sa v horúcich vodách v Larderello v Taliansku. Od roku 1898 sa využívala geotermálna energia na Islande pre vykurovanie 95 tisíc m² skleníkov a od roku 1928 na vykurovanie 45 tisíc domov v meste Reykjavík. Vo forme pary bolo využité teplo zeme na pohon generátora s výkonom 250 kW v Taliansku. Medzi krajiny s najväčším inštalovaným výkonom geotermálnej energie patria napr.: Filipíny, Taliansko, Mexiko, Island, USA a Japonsko [1].



Legenda: 1 – litosféra, 2 – astenosféra, 3 – vrchný plášť, 4 – spodný plášť, 5 – Gutenbergova diskontinuita, 6 – vonkajšie jadro, 7 – diskontinuita, 8 – vnútorné jadro

Obr. 2 Planéta Zem [2]

Dnes je súčasťou technikou vrtných súprav prístupná asi 10 km hĺbka pod povrchom. Teplota v tejto hĺbke je asi 200 °C. Naakumulované teplo je asi 6.1026 J. Zásoby geotermálnych vôd poznáme obnovované a neobnovované. Pri obnovovaných sa ťažba realizuje cez jeden vrt a ochladená voda je

vypustená do vodných tokov. Pri neobnovovaných zásobách vody sa musia pravidelne dopĺňať, preto okrem ťažobného vrtu sa musí navŕtať aj tzv. reinjektážny vrt, cez ktorý je geotermálna voda po odovzdaní tepla vo výmenníku spolu so škodlivými plynmi a soľami zatláčaná späť do podzemia. Je to spôsob, ktorý zodpovedá dnešným environmentálnym kritériám.

V SR je tepelno-energetický potenciál geotermálnych vôd stanovený na 5538 MW tepelného výkonu. Geotermálne vody na území SR majú nižšiu teplotu 45 až 130 °C, preto sú vhodné iba na vykurovanie. Geotermálne vody sa využívajú v 36 lokalitách a ich celkový využívaný inštalovaný výkon predstavuje asi 131 MW tepelného výkonu. Treba však povedať, že sa nejedná o koncentrovaný zdroj energie, ale jedná sa o pomerne nepravidelne rozložený druh energie na celom území Slovenska. K hlavnej nevýhode patrí vysoká mineralizácia (zanášanie potrubí) a nemožnosť vypúšťať ochladenú vodu do tokov pre ich oteplenie – tu je možným riešením vrátenie druhým vrtom naspäť. [4]

Pokrytie energetických potrieb Slovenska závisí predovšetkým na odbere energií zo zahraničia (prevážne z Ruskej federácie). Aj preto sa štát prikláňa k zásadnejšiemu využívaniu obnoviteľných zdrojov energie, ktoré sú zároveň aj ekologicky menej agresívne. Energetický potenciál z týchto zdrojov predstavuje asi 4 % z primárnych energetických zdrojov využitelných v r. 2005 až 2010, t.j. okolo 40 000 TJ/ročne.

Geotermálna energia predstavuje 18 % z týchto netradičných zdrojov energie. Energetická koncepcia Slovenskej republiky predpokladá využitie 5 200 MW tepelného výkonu celkového potenciálu využitelných geotermálnych zdrojov energie. Súčasný stav znalostí o geotermálnej energii je zhrnutý v [4]. Využitelné energetické zdroje predstavujú 5 553 MW tepelného výkonu.

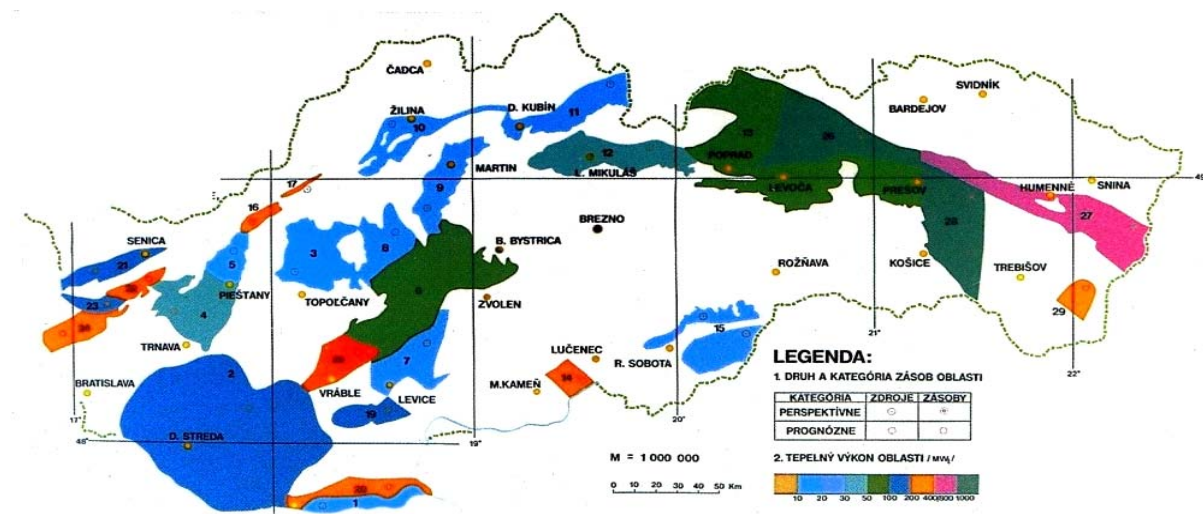
SPÔSOBY VYUŽITIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

Sumárna plocha územia, ktorú zaberá 26 vymedzených oblastí tvorí viac ako jednu štvrtinu (27 %) z celkovej rozlohy SR. Geotermálnu energiu je možné využiť:

- v poľnohospodárstve (vykurovanie skleníkov, fóliovníkov a maštali, sušiarne poľnohospodárskych plodín, rybné hospodárstvo), kde sú vhodné geotermálne vody s teplotou od 25 – 90 °C,
- vo vykurovaní budov, čo si vyžaduje teploty geotermálnych vôd v intervale 50 – 100 °C, v špeciálnych prípadoch to môže byť aj 40 °C teplá voda; tepelné čerpadlá rozširujú tento spôsob využitia geotermálnych vôd až do teploty 4 °C,
- pre chladiarenské, mraziarenské účely a iné typy priemyselného využitia, kde sú vhodné vody s teplotou nad 100 °C.
- na výrobu elektrickej energie (princíp Rankinovho cyklu), čo pre tieto účely umožňuje využívať strednoteplotné zdroje geotermálnej energie, ale aj vody od 85 °C až do 170 °C; taktó je možné zostaviť elektrárne s modulmi s výkonom od 0,2 do 120 MW; elektrickú energiu priamo je možné vyrábať iba z vysokoteplotných zdrojov geotermálnej energie,
- v rozvoji rekreácie pre geotermálne vody s teplotou od 25 °C a viac (vznik nových termálnych kúpalísk a aquaparkov),
- v rozvoji nových kúpeľných lokalít na Slovensku (obce, mestá), a to po preukázaní liečivých vlastností nízkoteplotných zdrojov geotermálnej energie (balneoterapia, balneorekreácia).

GEOTERMÁLNE ZDROJE NA SLOVENSKU

Územie Slovenska je v porovnaní s inými krajinami relatívne bohaté na geotermálne zdroje. Na základe geologického prieskumu bolo už v roku 1993 vyčlenených 26 perspektívnych oblastí (obr. 3)



Obr. 3 Rozloženie perspektívnych oblastí geotermálnych vôd na území Slovenska [14]

Celkový potenciál využiteľných zdrojov aj s vodami s nízkou teplotou (okolo 30°C) je odhadovaný na 5200 MW termálneho výkonu. Potenciál geotermálnych vôd s teplotou vôd 75-95 °C využiteľný napr. na vykurovanie budov predstavuje asi 200 MW termálneho výkonu (200MW_t).

V súčasnosti sa na Slovensku využíva geotermálna energia hlavne na:

- Rekreačné účely - 90,9 MW_t (68,7 %)
- Na vykurovanie skleníkov- 22,5 MW_t (17,0 %)
- Na vykurovanie budov - 15,2 MW_t (11,5 %)
- Pre rybné hospodárstva - 2,3 MW_t (1,7 %)
- Tepelné čerpadlá - 1,4 MW_t (1,1 %)

Od roku 1998 sa na Slovensku využíva geotermálna energia asi v 35 lokalitách. Celková výdatnosť týchto zdrojov je cca 110 l teplej vody za sekundu, pričom tepelný výkon využívaných zdrojov predstavuje zhruba 132 MW_t. Okrem väčšieho počtu geotermálne vykurovaných kúpalísk (tab. 1) bolo u nás vybudované prvé zariadenie využívajúce geotermálnu energiu na vykurovanie sídliska a nemocnice v meste Galanta.

Mesto Galanta je situované v južnej časti Slovenska, v Gabčíkovskom geotermálnom systéme, ktorý je centrom Dunajskej oblasti. Geotermálna voda v čiernohorských a Panónskych pieskoch sa nachádza v hĺbke 900 – 3 000 m. Teplota geotermálnej vody je v rozsahu 40 - 90 °C, výdatnosť zdroja je 7 - 20 l/s. Geotermálne vody tejto oblasti sú využívané pre rekreačné účely – kúpaliská a taktiež v poľnohospodárskom sektore

pre vykurovanie skleníkov, menej pre energetické účely (obr. 4).



Obr. 4 Pohľad na geotermálne kúpalisko v Galante [10]

Na báze dvoch geotermálnych vrtov FGG2 a FGG3 bolo v Galante naprojektované geotermálne vykurovanie. Celková výdatnosť žriedla je 50 l/s a teplota vody dosahuje cca 78 °C. Žriedla sú využívané sezónne a pri ich využívaní sa používa raz jeden a raz druhý vrt.

V roku 1996 bola skonštruovaná a začala pracovať geotermálna stanica pri Galantaterm s.r.o., ktorá vznikla za podpory firmy SPP a.s., mesta Galanta, firiem Slovegeoterm, NEFCO Helsinky a Hitaveita Reykjavik. Geotermálna energia poskytuje teplo pre 1 236 bytov v mestskej časti Sever, v komplexe budov regionálnej nemocnice a Domove pre mentálne postihnutých.

90 km východne od Bratislavy v severovýchodnej časti dunajskej kotliny je situovaná Podhájska.

Tab.1 Vybrané kúpaliská a aquaparky s využívaním geotermálnych zdrojov pre rekreačné účely

Lokalita	Teplota zdroja	Hĺbka vrtu
Thermal park Bešeňová	60,5 °C	1987 m
Termálne kúpalisko - Rajec	27 °C	1308 m
AQUATHERMAL Senec	48 °C	2000 m
Aquapark Tatralandia - Liptovský Mikuláš	60,7 °C	2498 m
AquaCity Poprad	49 °C	1400 m
Termálne kúpalisko - Vrbov	56 °C, 59 °C	1700 m, 2000 m
Meander Park Oravice, Dolný Kubín	58 °C	1611 m
Termálne kúpalisko - Rajecké teplice	37,2 °C	24 m
Termálne kúpalisko - Bojnice (Čajka)	28 - 52 °C	1200 – 1500 m
Termálne kúpalisko - Dudince	27,2 °C	60,65 m
Termálne kúpalisko - Santovka	27 °C	75 m

Tab. 1 Pokračovanie

Termálne kúpalisko - Komárno	54 °C	1224 m
Termálne kúpalisko - Kováčová	48,5 °C	536 m
Termálne kúpalisko - Liptovský Ján	28,2 °C	95 m
Termálne kúpalisko - Podhájska	80 °C	1900 m
Termálne kúpalisko - Nové Zámky	52 °C	1506 m
Termálne kúpalisko - Štúrovo	39 °C	130 m
Wellness Patince	26,2 °C	160 – 200 m
Termálne kúpalisko - Dunajská Streda	54 - 56 °C	1600 m
Termálne kúpalisko - Veľký Meder	72 °C , 56 °C	1626-1675 m, 1073-1438 m
Termálne kúpalisko Horné Saliby	67 °C	1559 m
Termal park Širava - Kaluža	40 °C	940,15 m

V Podhájskej bol vo vrte Po-1 v r. 1973 vytiažený neobyčajný Na-Cl typ geotermálnej vody s 19 g/l TDS (hodnota celkovej mineralizácie). Od r. 1973 sa tento vrt využíva pre skleníky a rekreačné účely. Kvôli environmentálnym smerniciam a nízkym tlakom bol starý vrt prestrekovaný a bol vyvrtaný nový vrt GRP-1. Sezónny voľný prúd zo žriedla Po-1 je 45 l/s 82 °C horúcej vody, ale priemerná ročná výdatnosť žriedla je 20 l/s. Hodnota získanej energie je 102,9 TJ/ročne a získané teplo zo žriedla je 12 MW. Predpokladaný potenciál tepelnej energie geotermálnych vôd v Levickom bloku je 126,14 MW_t. Projekt v Podhájskej je zameraný na vykurovanie skleníkov na ploche 2 ha prostredníctvom výmenníkov tepla a na využívanie geotermálneho tepla pre kúpalisko (obr. 5).

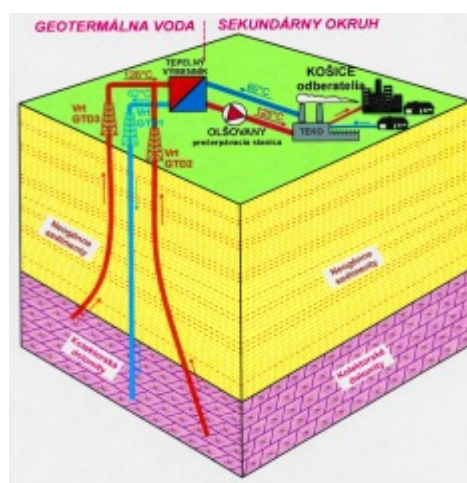


Obr. 5 Pohľad na termálne kúpalisko Podhájska [9]

Košice a okolie

V súčasnosti sa jedná o najväčší geotermálny projekt v strednej Európe s inštalovaným tepelným výkonom 110 MW_t, je situovaný na východnom Slovensku, neďaleko mesta Košice pri obci Ďurkov (obr. 6). Tieto

geotermálne energetické zdroje sú veľmi vhodne situované, hlavne z hľadiska využitia predmetného geotermálneho potenciálu v CZT pre mesto Košice. Geotermálna energia z tohto zdroja je možnou ekonomickou náhradou existujúcej teplárne Košice – TEKO, ktorá pracuje ako kogeneračný zdroj tepla o tepelnom inštalovanom výkone 875 MW a inštalovanom elektrickom výkone 121 MW. Podľa výsledkov zo skúšok žriedla bolo zistené, že teplota geotermálneho zdroja v Ďurkove je okolo 125°C, výdatnosť zdroja je cca 60 - 65 kg/s a teplota vratnej vody je max. 55 - 60°C. Každý z vrtovej je schopný dodať tepelný výkon 16 MW_t. Ďurkovská geotermálna štruktúra leží v Neogénnom podklade a je situovaná cca 15 km východne od mesta Košice. Výsledky troch geotermálnych výskumných vrtovej realizovaných v r. 1998 - 1999 potvrdili prítomnosť geotermálneho jazera s teplotným potenciálom najmenej 100 MW_t.



Obr. 6 Pohľad na geotermálny zdroj v Ďurkove pri Košiciach [11]

Oblasť bola preskúmaná prostredníctvom troch prieskumných ropných vrtov Ďurkov 1, 2 a 3 vyvrtaných v r. 1968 - 1972. Hlavný prítok geotermálnej vody pochádza z trhlín a krasovej priepustnej zóny v hĺbke 2 100 – 2 600 m.

Potenciál geotermálnej energie

Geotermálny výskum územia Slovenska začal v 70 rokoch, na základe jeho výsledkov bolo vymedzených 26 perspektívnych oblastí vhodných pre získavanie geotermálnej energie. V 90 rokoch začal regionálny geologický výskum a prieskum jednotlivých perspektívnych oblastí, vrátane výpočtov množstiev geotermálnych vôd a geotermálnej energie.

Košický kraj má vďaka svojim prírodným podmienkam významný potenciál geotermálnej energie, ktorý je na základe doterajších výskumov a prieskumov ohodnotený na 4 153 MW_t, čo predstavuje 75% celoslovenského potenciálu. Zdroje geotermálnej energie sú zastúpené predovšetkým geotermálnymi vodami, ktoré sú viazané na hydrogeologické kolektory nachádzajúce sa (mimo výverových oblastí) v hĺbkach 200 – 5 000 m.

Doteraz realizovanými vrtmi (hlbokými 160 - 3 616 m) bolo v Košickom kraji overených okolo 389 l/s vôd s teplotou na ústí vrtu 18 - 129 °C, ktorých tepelný výkon predstavuje 104 MW_t (pri využití po referenčnú teplotu 15 °C), čo je cca 34 % slovenského celkového potenciálu geotermálnej energie. Výdatnosť vrtov pri voľnom prelive sa pohybovala v rozmedzí od 4,0 l/s do 65 l/s.

Pre ilustráciu prínosu využívania tohto zdroja energie uvádzame, že pri výrobe 25 MW_t z geotermálnych zdrojov sa v našich podmienkach ušetrí za rok asi 42 600 t domáceho hnedého uhlia z bane Nováky resp. z dovozu z ČR o výhrevnosti od 15 000 - 20 000 MJ/kg (pri 200 dňoch vykurovania), alebo 16 mil. m³ zemného plynu. Nahradením týchto palív sa znižujú oproti spáleniu

hnedého uhlia emisie tuhých látok o 208 t/rok, SO₂ o 790 t/rok, NO_x o 125 t/rok a CO₂ o 42 t/rok, oproti spáleniu zemného plynu predstavuje zníženie emisií tuhých látok 1,5 t/rok, u SO₂ 0,3 t/rok, u NO_x 59 t/rok a u CO₂ 4,3 t/rok [4].

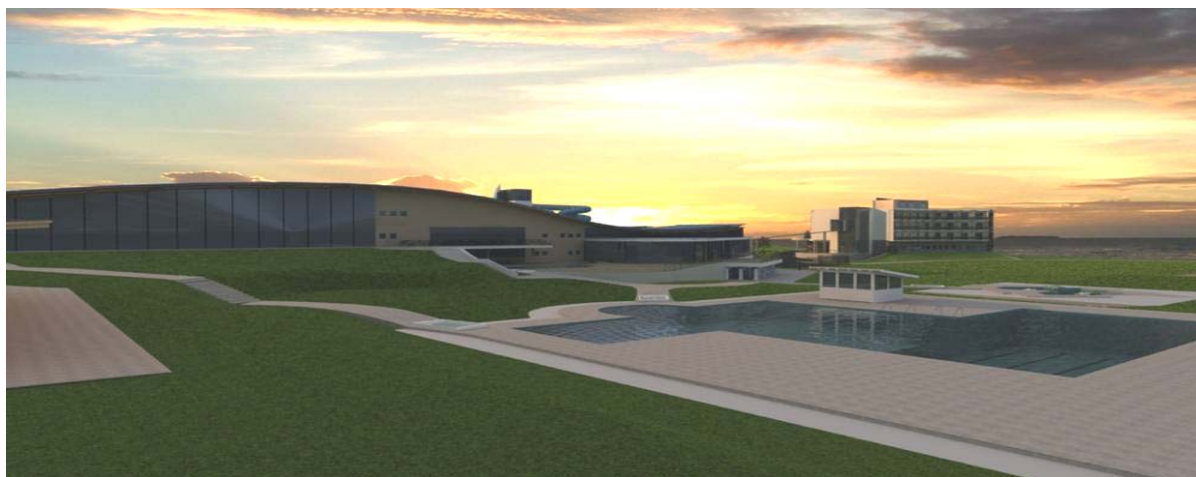
V súčasnosti sa geotermálna energia v Košickom kraji využíva v obci Kaluža, kde v roku 2014 bol otvorený thermal park Šírava (obr. 7). Park využíva geotermálnu energiu z vrtu hlbokého 940,15 m o teplote vody na ústí vrtu 40 °C. Výdatnosť vrtu pri voľnom prelive sa pohybuje v rozmedzí od 0,8 l/s do 4,0 l/s.



Obr. 7 Thermal park Šírava, Kaluža [12]

Na území Košického kraja bol zrealizovaný geotermálny vrt v obci Kechnec. Hĺbka vrtu je 1114 m, teplota vody je 76,6 °C, výdatnosť vrtu pri voľnom prelive sa pohybuje od 0,8 l/s do 1,4 l/s. Výstavba aquaparku, wellness a hotelového komplexu Kechnec je v štádiu projektovej štúdie (obr. 8).

Geotermálna energia v Košickom kraji bola identifikovaná v lokalite kúpeľov Byšta. Ďalší potenciál využívania tohto obnoviteľného zdroja predstavuje projekt v Košickej kotline s elektrickým výkonom 5 MW s očakávanou ročnou výrobou elektriny 40 GWh, avšak tento projekt ešte



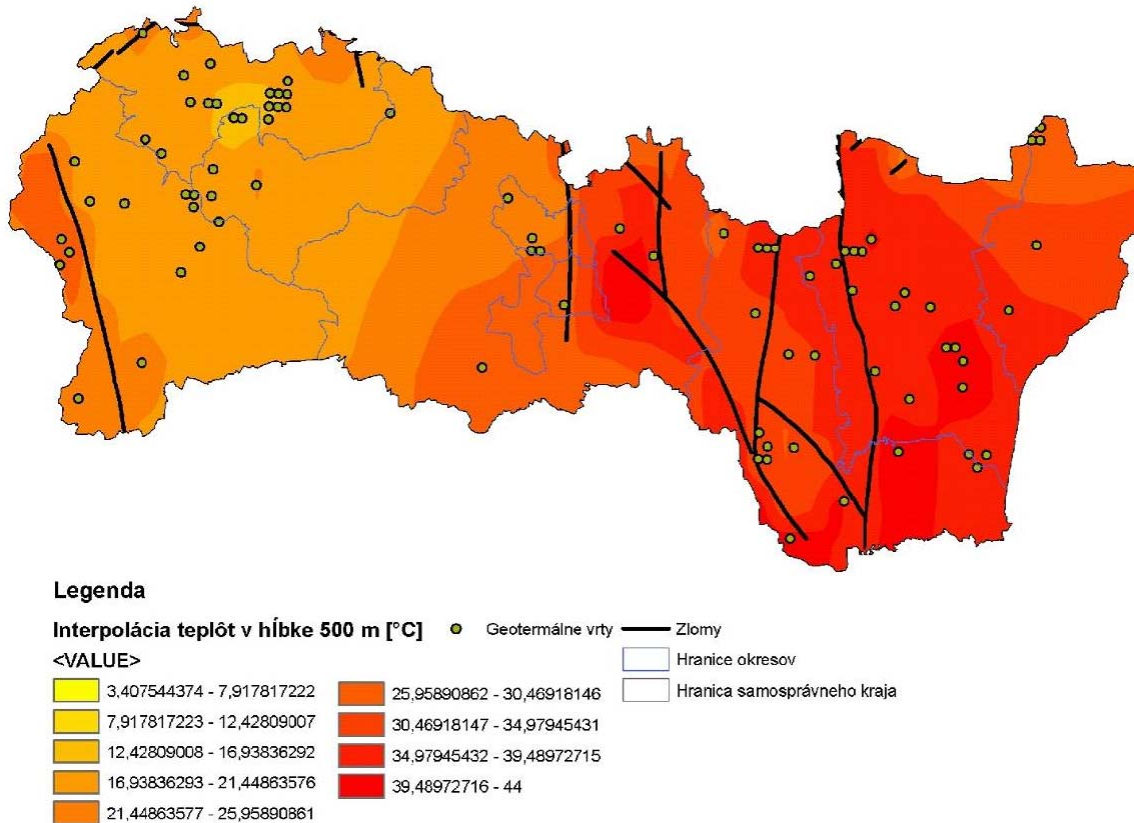
Obr. 8 Projekt aquaparku, wellness a hotelového komplexu Kechnec [8]

nebol zrealizovaný z dôvodu komplikovanej projektovej prípravy.

Územie Košického kraja, najmä Košická kotlina a Východoslovenská nížina, sa vyznačuje najvyššími hodnotami merného povrchového tepelného toku, prítomnosťou perspektívnych kolektorov. Značným potenciálom geotermu aj v oblasti strednotepelných zdrojov vytvára predpoklad na elektrárenské využitie s použitím technológie binárneho organického cyklu. Podľa

doterajších zistení, kalkulácií a odhadov [5] je možné vytvoriť elektrárenské kapacity na úrovni niekoľkých desiatok MW_e (obr. 9).

Ďalšie bohaté zdroje geotermálnej energie je možné – na základe výsledkov prieskumných prác v 70 rokoch – očakávať aj v oblasti Východoslovenskej nížiny, najmä v pásme Beša – Čičarovce, kde v hlbokých vrtoch boli zistené teploty nad 140 °C.



Obr. 9 Mapa potenciálu geotermálnej energie v Košickom samosprávnom kraji [5]

ZÁVER

Slovensko je závislé na dovoze zdrojov energie ako sú zemný plyn a ropa. Má spoločné aj problémy a otázky výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov energie s krajinami EÚ a otázky produkcie škodlivých emisií, resp. ich obmedzovania. Využívanie geotermálnej energie je jednou z možností pokrytia potrieb energie bez produkovania emisií a bez vysokých počiatočných nákladov. Slovenská republika už dlhý čas využíva geotermálny potenciál pre účely vykurovania. So stúpajúcimi cenami jednotlivých foriem energie a zvyšujúcimi sa problémami s emisiami, bola táto alternatíva vybraná pre jej realizáciu v oblasti vykurovania. V období ostatných 5 rokov, odkedy bola realizovaná ekonomicky zaujímavá výroba elektriny z nízkopotenciálnych geotermálnych zdrojov. Nové pilotné projekty EÚ priniesli prvé realizácie a výsledky ako v krajinách EÚ, tak aj na Slovensku. V súčasnosti sú ešte potrebné mnohé

investície do výskumu a vývoja využitia geotermálnej energie a to hlavne pre oblasť:

- hĺbkového vŕtania pomocou plameňa, vysokotlakovej vody,
- elektronického riadenia čerpadiel,
- zvyšovania účinnosti chladiaceho cyklu,
- zvyšovania účinnosti tepelných zariadení,
- skvalitňovania hydraulických procesov v oblasti geotermálnych zdrojov,
- zlepšovania bankových a iných úverov a pod.

V Slovenskej republike existuje celý rad skúseností s využitím geotermálneho resp. zemského tepla. Naproti tomu existuje celý rad skúseností s výrobou elektriny prostredníctvom geotermálnych zdrojov energie. Výsledkom spolupráce vo vývoji a výskume krajín EÚ by mal byť synergický efekt a súčasné využívanie poznatkov viacerých strán súčasne.

Literatúra

- [1] Badida, M. - Ladomerský, J. – Králiková, R. – Sobotová, L. – Bartko, L.: Základy environmentalistiky. Elfa, s.r.o. Košice, 2013. 302 s. ISBN 978-80-8986-219-0.
- [2] Beazley, M.: Anatómie Země. Albatros, Praha, 1981, 121s.
- [3] Faber a kol.: Atlas využívania obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku. Bratislava, 2012. 316 s. ISBN 978-80-9696-462-8.
- [4] Franko, O.: Atlas geotermálnej energie Slovenska. Geologický ústav Dionýza štúra, Bratislava, 1995, 164 s. ISBN 808531438X.
- [5] Boszormenyi, L.: Vývoj predstáv o geotermálnom projekte, Štroffek, Košice, 2001, 114 s. ISBN 80-88896-33-9.
- [6] Pinka, J., Dobra, E.: Najnovšie poznatky o výsledkoch geotermálneho prieskumu v južnej časti Košickej kotliny. Slovgas, 2, 1999, 34-37.
- [7] Remšík, A.: Geotermálne vody, stav a možnosti využitia na Slovensku. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave. 2010.
- [8] <http://www.t-project.sk/aquapark.html>
- [9] <http://www.tkpodhajska.sk>
- [10] <http://hotelgalanta-px.rtrk.sk/galandia.php>
- [11] <http://www.slovgeoterm.sk/index.cfm?s=kosice>
- [12] <http://michalovce.dnes24.sk/images/photoarchive/2014/07/15/thermal-park-sirava-vonkajsi-areal-nepouzivat.jpg>
- [13] <http://www.bgs.ac.uk/research/energy/geothermal/>
- [14] http://www.geoterm-kosice.sk/Images/mapa_geo_sr.jpg

Tento príspevok vznikol za podpory projektu 049TUKE-4/2012 a 032TUKE-4/2012.