

Využitie podzemnej vody pre tepelné čerpadlo v Kalnej nad Hronom

Ladislav Tometz¹

Utilization of groundwater energy for a heat pump at the Elementary school in the Kalná nad Hronom village

In the present, time the alternative energy sources are used for its saving also in Slovakia. One of the most important sources of this kind of energy is a groundwater, utilised by heat pumps. The basic fundamental of its utilisation for the mentioned purposes consists in a sufficient quantity and a good quality of groundwater. The elementary school in Kalná nad Hronom village is a very good example from the above mentioned point of view. It is possible to obtain there a significant amount of qualitative groundwater with a required temperature, which is bound on gravel alluvia of the Hron River.

The heating of the elementary school building from the alternative energy source was brought into effect in the framework of the reconstruction of school objects; it was ensured by searching of sufficient amount of good quality groundwater. The hydrogeologic exploration was executed for this purpose in the area of elementary school; its results and the following groundwater utilisation are given in this paper.

Keywords: groundwater, fluvial deposits, heat pump, house heating

Úvod

Tepelné čerpadlá sú alternatívne zariadenia pre výrobu tepelnej energie voči klasickým zariadením vyrábajúcim energiu spaľovaním fosílnych palív. Princíp ich funkcie je založený na termodynamickom obehu strojného chladiaceho zariadenia.

Jedným z najvýhodnejších energetických zdrojov tepla je podzemná voda s teplotou 7 až 15 °C bez výraznejšieho teplotného kolísania. Pre otvorené systémy je ale potrebná, vzhľadom na vodohospodárske predpisy, reinjektáž použitého prietoku do ďalšieho podzemného vrtu. Hlavnou nevýhodou takéhoto systému sú pomerne vysoké investičné náklady pre získanie predmetného vodného zdroja tepelnej energie, na druhej strane sa však pri dlhodobom využívaní ušetrí viac ako 60 % nákladov v pomere k využitiu tradičných zdrojov energie.

Na príklade realizácie projektu rekonštrukcie, vrátane zateplenia a vykurovania základnej a materskej školy v Kalnej nad Hronom, možno poukázať na využitie miestnych hydrogeologických pomerov pre dané účely.

Všeobecná charakteristika hodnoteného územia

Kalná nad Hronom je v zmysle územného a správneho usporiadania Slovenskej republiky súčasťou Nitrianskeho kraja a okresu Levice. Územie je zobrazené na liste základnej mapy Slovenska 45 – 22 (Levice) v mierke 1:50 000 (Obr. 1). Situované je do údolnej nivy Hrona vo vzdialenosti asi 1 km od jeho pravostranného brehu.

Z geomorfologického hľadiska (Mazúr a Lukniš, 1986) hodnotené územie patrí k oblasti Podunajská nížina, celku Podunajská pahorkatina a podcelku Hronská niva. Klimaticky je súčasťou mierne teplej oblasti, okrsku teplého, mierne suchého, s miernou zimou (Lapin et al., 2002).

Priemerný dlhodobý ročný úhrn zrážok tu predstavuje hodnotu okolo 550 mm. Hydrologicky spadá územie do povodia Hrona, s dlhodobým priemerným ročným prietokom v oblasti Kalnej n/H. okolo 50 m³.s⁻¹.

Záujmové územie je z hľadiska regionálneho geologického členenia (Vass et al., 1988) súčasťou rozsiahlej jednotky Podunajskej panvy. V rámci detailnejšieho členenia sa záujmové územie nachádza vo východnej časti uvedenej jednotky, v čiastkovej jednotke nižšieho rádu – trnavsko-dubnickej panve. Želiezovská (čiastková) prehlbenina sa takmer úplne svojou rozlohou kryje s geomorfologickou jednotkou východnej časti Podunajskej nížiny. Na geologickej stavbe územia sa zúčastňuje neogén a kvartér.

V zmysle hydrogeologickej (HG) rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) spadá územie do HG rajónu QN59 Kvartér Hronských terás v Podunajskej nížine. Zvyšky kvartérnych terás Hrona sú zakryté sprašami a rôznymi hlinami, hrúbky 4 až 15 m a nemajú hydrogeologický význam. Podzemná voda je tu viazaná na hlbšie uložené terasové štrky, ktorých hrúbka dosahuje v Kalnej nad Hronom 20 m. Výdatnosť, pripadajúca na jeden vrt tu môže presiahnuť 10 l.s⁻¹. Južne od Kalnej nad Hronom sú polohy piesčitých štrkov menej hrubé (2 až 8 m) a narastá v nich aj podiel hlinitej frakcie. V podloží štrkov sa nachádza

¹ Ing. Ladislav Tometz, PhD., Katedra geológie a mineralógie, Ústav geovied, F BERG TU v Košiciach, Slovenská Republika
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 4. 2007)

komplex neogénnych hornín s výskytom vrstiev piesku a štrku. Jedným vrtom, hlbokým niekoľko desiatok až stoviek metrov tu možno získať výdatnosť okolo 0,5 až 3,5 l.s⁻¹ vody.



Obr. 1. Situovanie hodnoteného územia.
Fig. 1. Localisation of evaluated area.

Rozsah, metodika a výsledky prieskumu

S cieľom overiť vhodnosti územia pre zabezpečenie zdrojov podzemnej vody slúžiacej pre prevádzku tepelných čerpadiel v Kalnej nad Hronom, boli vykonané práce v rozsahu 4 hydrogeologických vrtov, hydrodynamických skúšok, odberov vzoriek vody a ich analýzy.

Úlohou týchto prác bolo v areáli základnej a materskej školy v Kalnej nad Hronom overiť možnosť vybudovať miestne zdroje podzemnej vody pre predmetné účely. Realizované boli dva typy vrtov – čerpacie a vsakovacie, ktorých základné technické parametre sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách:

Tab. 1. Technické parametre čerpacích vrtov.

Tab. 1. Technical parameters of water-taking wells.

Označenie vrtu	Hĺbka [m]	Filtračná časť výstroja od – do [m p.t.]	Priemer a typ výstroja [mm]
KH-1	32	5 – 30	PVC rúra Ø 200
KH-1A	32	5 – 30	
KH-2	30	5 – 28	
KH-2A	30	5 – 28	

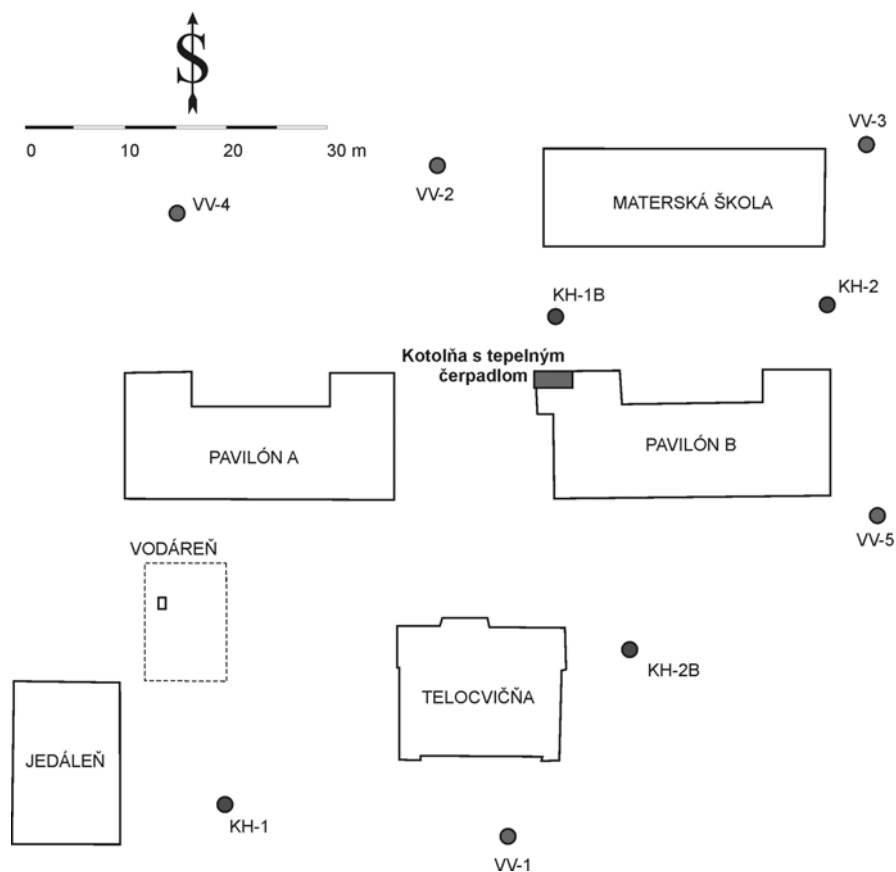
Tab. 2. Technické parametre vsakovacích vrtov.

Tab. 2. Technical parameters of disposal wells.

Označenie vrtu	Hĺbka [m]	Filtračná časť výstroja od – do [m p.t.]	Priemer a typ výstroja [mm]
VV-1	7,5	2 – 7,5	PVC rúra Ø 200
VV-2	7,5	2 – 7,5	
VV-3	7,5	2 – 7,5	
VV-4	7,5	2 – 7,5	
VV-5	4,5	2 – 4,5	

Vrty označené ako KH –1 a 2 majú slúžiť pre priame využitie tepelným čerpadlom a vrty s označením KH-1A a KH-2A sú ich záložnými vrtmi. Objekty označené ako VV-1 až 5 boli realizované pre overenie možnosti vsakovania využitej vody tepelnými čerpadlami, resp. zrážkovej vody zachytenej na strechách objektov školy (obr. 2).

Z hydrogeologického hľadiska prešli vrty od povrchu spravidla 4 až 5 m hrubou vrstvou sprašových hlin, pod ktorými sa nachádza hrubá (18 – 20 m) vrstva zvodneného piesčitého štrku. Na jeho báze bola vo vrtoch KH-1 a 2 zistená 1 až 2 m hrubá poloha jemnozrnného piesku. Konečné hĺbky vrtov v rozmedzí 28 – 32 m zachytili podložné neogénne sedimenty vo forme ílu. Vsakovacie vrty VV-1 až 4 boli realizované len do hĺbky 7,5 m (VV-5 do 4,5 m) a rovnako zachytili z povrchu do hĺbky 4 až 5 m vrstvu sprašových hlin, pod ktorými sa nachádzajú zvodnené piesčité štrky. Vrty boli vystrojené ako rúrové studne s osadením účinnej časti (štrbinovej perforácie) v úrovni od 5 do 30 m, s použitím PVC rúr s priemerom 200 mm. Účinná časť výstroja bola obsypaná triedeným štrkom a ústie vrtov opatrené ílovým tesnením.



Obr. 2. Plán rozmiestnenia hydrogeologických vrtov (KH – čerpanie, VV – vsakovacie).

Fig. 2. Situation plan of hydrogeologic wells (KH – pumping, VV – disposal wells).

Ako je to zrejmé z opisu geologických profilov vrtov, kolektorské horniny v daných podmienkach tvorí piesčitý štrk s veľmi dobrou priepustnosťou ($k = 1,69 \cdot 10^{-4}$ až $2,91 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$). Hladina podzemnej vody sa nachádzala v čase prieskumu na úrovni okolo 4,5 m p.t. a má charakter voľnej (nenapätej) hladiny.

Pri zisťovaní hydraulických parametrov nenasýtenej nadložnej vrstvy sprašových hlin, boli vsakovacími skúškami na vrtoch VV-1 až VV-5 overené možnosti vypúšťania zužitkovanej vody do tejto časti geologického prostredia. Stanovený parameter koeficientu filtrácie k pre tieto zeminy sa pohybuje v rozmedzí $2,62 \cdot 10^{-6}$ až $1,26 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Čerpacími skúškami v dĺžke trvania 5 dní bola preukázaná možnosť trvalého odberu podzemnej vody z hydrogeologickej štruktúry zachytenej realizovanými vrtmi nasledovne (tab. 3):

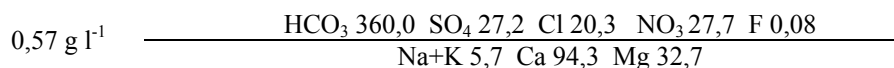
Tab. 3. Parametre pre odber podzemnej vody z realizovaných čerpacích vrtov.

Tab. 3. Parameters for pumping of groundwater from used wells.

Vrt	Výdatnosť $Q [\text{l.s}^{-1}]$	Zníženie $s [\text{m}]$	Hladina podzemnej vody pod terénom [m]
KH-1	10,5	0,95	6,05
KH-1A	12,8	0,75	6,25
KH-2	12,0	1,35	7,05
KH-2A	12,0	0,63	5,83

Na dotácii podzemných vôd sa v daných podmienkach podieľajú zrážky a prietochné množstvo podzemnej vody v Hrone. V čase predchádzajúcom hydrodynamickým skúškam, ako aj v ich priebehu, prevládalo zväčša suché počasie bez výraznejších zrážok. Táto skutočnosť poukazuje na to, že zásoby podzemných vôd neboli klimatickými podmienkami ovplyvnené (nadhodnotené). Preto možno uvažovať s predmetnými exploatačnými parametrami aj pre dlhodobý odber.

Na základe fyzikálnych a chemických rozborov vzorky podzemnej vody odobratej z vrtu KH-2 bola zistená celková mineralizácia 586,0 mg.l⁻¹. V molárnej klasifikácii patrí k subfácii C-Ca-S a predstavuje Alekinov typ C^{Ca}₁. V Gazdovej klasifikácii ide o základný výrazný typ Ca- HCO₃. Chemické zloženie vyjadruje schéma



Tvrdosť vody vyjadruje hodnota 3,7 mmol.l⁻¹ Ca+Mg. Z fyzikálnych parametrov bola zisťovaná teplota, jej hodnota je 12,8°C a vodivosť 62,6 mS.m⁻¹. Z hľadiska kvality voda vyhovuje požiadavkám pre dané využitie.

Využitie podzemnej vody tepelným čerpadlom

Parametre tepelného čerpadla a jeho príslušenstva pre vykurovanie pavilónu B Základnej školy a Materskej škôlky (obr. 2) v Kalnej nad Hronom (pavilón A, jedáleň a telocvičňa sú vykurované plynom) sú nasledovné:

- tepelné čerpadlo DS 5194.4, výkon 125 až 194 kW - príkon 40,1 kW,
- čerpadlo vo vrte (studni) v hĺbke 25 m WILO TVU 4 - príkon 4,0 kW,
- obehové čerpadlá 2 ks, typ GHN 652 AR 2 x 1 kW - príkon 2,0 kW.

Dodaný elektrický príkon dáva spolu hodnotu 46,1 kW. Spotreba vody pre požadované výkony predstavuje min. 4,35 a max. 6,6 l.s⁻¹. Získaný minimálny tepelný výkon je 125 a maximálny 194 kW.

Systém práce tepelného čerpadla je plne automatizovaný s diaľkovým sledovaním a ovládaním cez GSM modul na mobilný telefón, resp. Internet, ako aj automatickou reguláciou tepelného čerpadla (podľa vonkajšej teploty) a nadväzujúcich okruhov. V ZŠ Kalná nad Hronom sa druh prípadnej poruchy zasiela automaticky SMS-kou na mobilný telefón riaditeľa a školníka. Kontrolu chodu a základnú reguláciu tepelného čerpadla Waterkotte (foto 1) pre prípad ZŠ a MŠ (obr. 2) v Kalnej nad Hronom zabezpečuje regulátor Resumat, ktorý je osadený priamo v kryte tepelného čerpadla. Okrem kontroly vlastných prevádzkových hodnôt tlakov a teplôt dokáže na základe meranej vonkajšej teploty a určenej ekvitermickej krivky pripravovať vodu s teplotou vhodnou priamo pre okruh ústredného vykurovania. Ak je požiadavka na teplú úžitkovú vodu, táto má vyššiu prioritu a čerpadlo ide na plný výkon, bez stráženia vratnej vody sekundárneho okruhu. Po vyhriatí zásobníka teplej úžitkovej vody (TUV) sa prevádzka znovu prepne

na vykurovanie. Regulačná časť tepelného čerpadla je doplnená o elektrický rozvádzač s obslužnými a ochrannými obvody čerpadiel primárnych a sekundárnych hydraulických okruhov a kompresora tepelného čerpadla. Rozvádzač pritom môže obsahovať aj obvody pre doplnkový elektrokotol, ako prídavný zdroj pre požiadavku vyššieho tepelného výkonu, resp. záložného zdroja (Bartko, 2006).



Foto 1. Tepelné čerpadlo typu Waterkotte.
Photo 1. The Waterkotte heat pump.

V prípade Kalnej nad Hronom majú budovy ZŠ a MŠ ako záložný zdroj plynovú kotolňu, ale nakoľko pre ďalšie obdobie je potrebné kombinovať viac druhov prípravy TUV, je tu použitý voľne programovateľný riadiaci systém Honeywell Excel, ktorý spolupracuje s regulátorom tepelného čerpadla a dokáže sklbiť všetky horeuvedené požiadavky a zároveň vykonávať ďalšie funkcie ako je kontrola výšky hladiny vody vo vrte, kontrola teploty vsakovanej vody ako ochrany proti zamrznutiu, aj keď v danom prípade

je to vylúčené, nakoľko teplota podzemnej vody čerpanej z hĺbky 25 m je stála v rozmedzí od 11,2 do 12,8 °C a vo vsakovacom vrte sa ani pri práci tepelného čerpadla nemení a dlhodobo stabilná na úrovni okolo 11°C.

Záver

Na príklade využitia podzemnej vody pre vykurovanie objektov základnej a materskej školy v Kalnej nad Hronom tepelným čerpadlom pracujúcim v režime voda – voda je demonštrovaná perspektíva predmetného systému ekologického využívania alternatívneho zdroja energie. Zásoby podzemných vôd viazané na súvrstvie piesčitých štrkov (fluviálnych náplavov Hrona), predstavujú pri zachovaní prirodzeného hydrologického režimu (zrážky, výpar a odtok) nevyčerpatelný zdroj energie. Ich regionálny význam je natoľko potenciálny, že sa javia ako perspektívny zdroj pre zásobovanie ďalších jednotiek. Okrem základnej a materskej školy je podzemná voda v Kalnej nad Hronom využívaná aj v prípade niekoľkých rodinných domov a perspektívne sa uvažuje s takýmto vykurovaním aj pre miestne sídlisko s viac ako sto bytovými jednotkami.

Literatúra -References

- Bartko, M.: Špeciálne oprávnenia, Tepelné čerpadlá. *Intergeo, a.s., Bojnice, 2006.*
http://www.intergeo.sk/tepelne_cerpadla.htm.
- Lapin, P., et al.: Klimatické oblasti Slovenska. In: Miklós, L., Atlas krajiny Slovenskej republiky. *MŽP Bratislava a SAŽP Banská Bystrica, 2002, s. 75.*
- Mazúr, E., Lukniš, M.: Geomorfologické členenie Slovenska, 1986. In: Miklós, L., Atlas krajiny Slovenskej republiky. *MŽP Bratislava a SAŽP Banská Bystrica, 2002, s. 68.*
- Šuba, J., et al.: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska – II. vydanie. *Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, 1984, 308 s.*
- Tometz, L.: Kalná nad Hronom – Základná škola, hydrogeologický prieskum. *Manuskript – Geoarchív Ústavu geovied, Fakulta BERG TU Košice, 2006, 13 s.*
- Vass, D., et al.: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR, 1:500 000. *SGÚ, GÚDŠ Bratislava, 1988.*