

Minerálne vody v Košiciach

MÁRIA BURČOVÁ¹, ONDREJ FRANKO¹ a PAVEL TKÁČIK²

¹GEO Slovakia, s. r. o., Rampová 4, 040 01 Košice

²Bajzova 20, 010 01 Žilina 1

Venované pamiatke Jozefa Frankoviča a Milana Halušku Dedicated to the memory of Jozef Frankovič and Milan Haluška

Mineral water at Košice town (Eastern Slovakia)

Article evaluates the occurrence of mineral water at the town Košice. Water is fixed on Triassic dolomites. The aquifers were verified by hydrogeological boreholes and amount of water by pumping tests. The occurrence represents a thermal type of calcium-magnesium-hydrogencarbonate water, with increased concentration of Na, Cl and SO₄.

Mineral water at the town Košice is springing on crossing of longitudinal Hornád fault trending N-S and transversal fault of NW – SE trend. In the past, the water was verified by boreholes G-1 and G-2, G-4 as well as G-5. The deepest borehole G-4 (310.0 m) verified efficiency 4.9 l · s⁻¹ with temperature 26 °C. Water is captured in dolomites in the depth of 72 – 273 m. Prevailing amount 3.24 – 3.83 l · s⁻¹ of carbonated water outflowed from the borehole by eruption.

Dolomites have middle flow capacity ($T = 1.35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) and wealish permeability ($k = 1,08 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). The water from the borehole G-1 was used for drinking until 1995. According to water type ($A_2 > 50 \%$) and rHCO_3/rCl (2.58; 2.16) factor the meteoric water is concerned being saturated by mantle CO₂ (1.37–1.80 g · l⁻¹). According to indicators rMg/rCa (0.74); rCl/rNa (0.71; 0.74), Cl/Br (2 230.0) and rSO_4/rM (0.06) the mineral water has carbonato-halo-sulphatogenic dissolved solids.

The factors rMg/rCa (0.74) and Cl/Br (2 230.0) suggest the solution of dolomites and halogenic dissolved solids which come from the Neogene sedimentation area.

The carbon-dioxide mineral water from borehole G-5 is recently used for drinking.

Key words: mineral water, boreholes, pumping tests, recovery test, chemical composition of water

Úvod

Augustín Rebro (1996) uvádza, že v 20. storočí vznikli v Košiciach kúpele, pričom nevie, či vznikli v nadväznosti na kúpele, ktoré sa uvádzajú v balneografiách z 19. storočia. Analýzu minerálnej vody (MV) z prameňa v týchto kúpeľoch dielo *Balneografia Slovenska* (Hensel, 1951) neobsahuje. Podobne sa zmienka o tejto vode nenachádza ani v práci Mahela (1952) a diele Hynieho (1963). Prvá konkrétna informácia o MV v kúpeľoch je v *Balneografii a krenografii 2* (Krahulec et al., 1978). Prameň Kiosk v tom čase predstavoval razenú studňu hlbokú 3 m. Voda sa z nej čerpala ručnou pumpou. Podľa analýzy uverejnenej v tomto diele (označenie KE-6, IGHP Žilina, 1962) je to nevýrazný základný kalciovo-magnéziovo-hydrokarbonátový typ vody ($A_2 = 62,4 \text{ mval } \%$), studenej ($t = 11,5 \text{ }^\circ\text{C}$), slabo mineralizovanej ($\text{CMV} = 3,56 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), silno uhličitej ($\text{CO}_2 = 1,7 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), stredne sírovodíkovej ($\text{H}_2\text{S} = 2,63 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). V práci používame klasifikáciu MV podľa Franka et al. (1975). Vyhláška 100 MZ SR z r. 2006 sa týka len uznaných prírodných liečivých a prírodných MV. V publikácii *Balneografia Slovenska* sa odporúča lokalitu hydrogeologicky preskúmať a zistiť možnosti využitia týchto vôd.

Prieskumné práce

Na základe objednávky Východoslovenských vodární a kanalizácií z marca 1976 sa v oblasti kúpeľov zisťoval plošný rozsah výskytu MV v súvislosti so zámerom získať pitnú a úžitkovú vodu z kvartérnych náplavov Hornádu, prípadne z podložného mezozoika (Frankovič a Szabová, 1978).

Plynová prospekcia CO₂ v pôdnom vzduchu preukázala 3 oblasti s významným obsahom tohto plynu, aj keď jeho prítomnosť sa v rôznej koncentrácii zistila v celom skúmanom území. Do zisteného výverového centra MV bol situovaný vrt G-1 a do miesta maximálnej plynovej koncentrácie vrt G-2. Vrt G-3 overil možnosť vybudovať zdroj pitnej vody v areáli ZDŠ Ťahanovce.

Na základe objednávky útvaru výstavby všešportového areálu Košice Franko a Zakovič v r. 1979 vypracovali *Štúdiu o možnostiach získania termálnej vody v oblasti Košíc*. Odporučili pomocou geofyzikálnych meraní a plytkých mapovacích vrtov zistiť hĺbku uloženia a rozšírenia triasových dolomitov a v nich prebiehajúce poruchové zóny. Do nich sa potom mali situovať prieskumné hydrogeologické vrty.

Geofyzika Bratislava v r. 1980 následne realizovala geofyzikálny prieskum v území výskytu MV (Tkáč, 1980). Medzi štátnou cestou a Hornádom sa urobili 4 profily

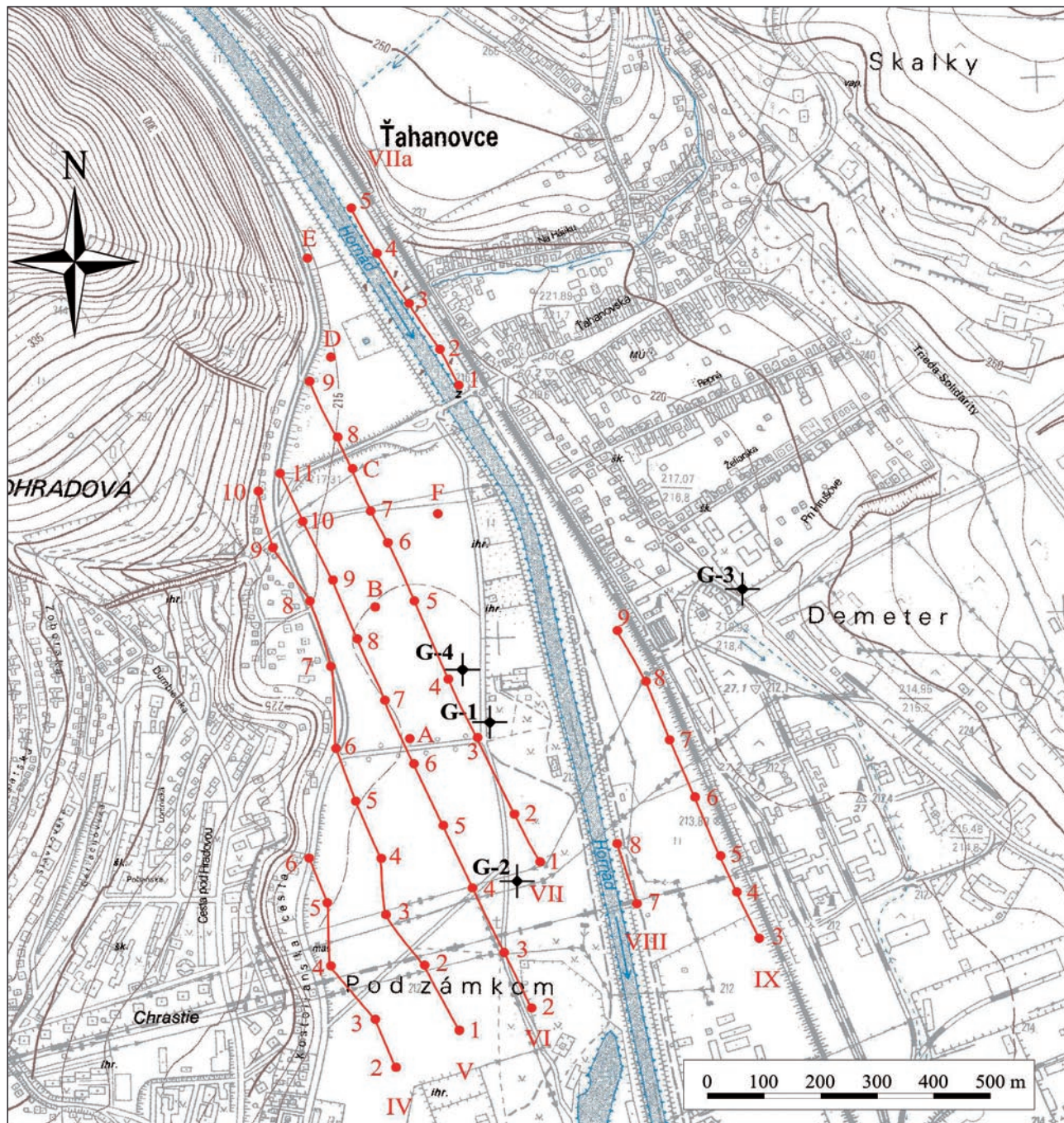
VES s rozstupom AB/2 = 200 m a 500 m. Profil č. VII ide v smere vrto G-2 a G-1. Výsledkom bolo vymedzenie najvhodnejšieho miesta nasýteného minerálnou vodou na situovanie vrtu.

V štúdiu z r. 1980 P. Tkáčik syntetizuje výsledky dovtedy urobených prác a navrhuje realizáciu ďalších prác, predovšetkým geofyzikálne merania.

IGHP, závod Košice, na základe objednávky Parku kultúry a oddychu v Košiciach z apríla 1981 uskutočnil

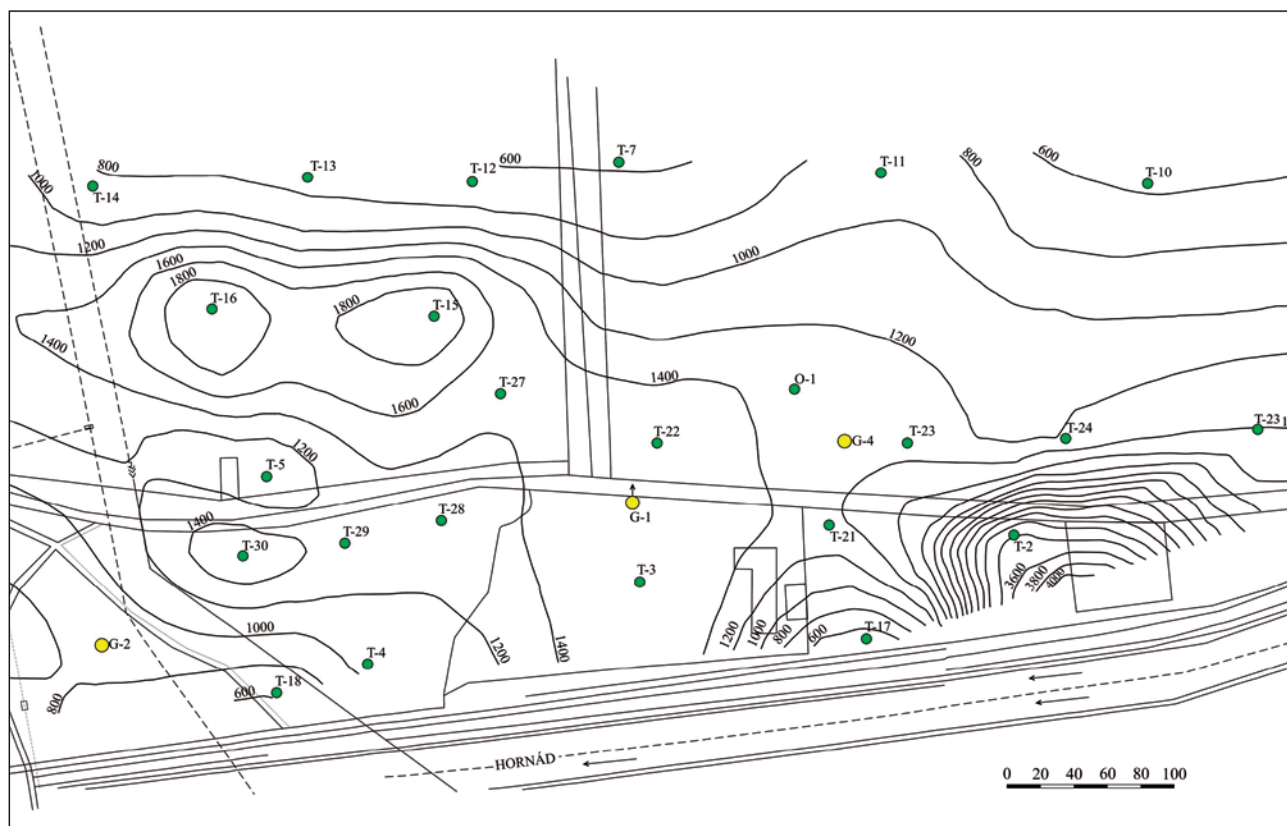
na realizovaných plytkých vrtoch (T-1 až T-33) hlbokých v priemere 6 m hydrochemickú prospekciu. Podľa jej hydrogeologickej analýzy po zohľadnení poznatkov z geofyzikálnych prác a plynometrickej prospekcie sa realizoval hlboký vrt G-4. Vrt bol situovaný v miestach predpokladanej zlomovej línie, po ktorej vystupujú minerálne vody na povrch (Haluška a Petrvaldský, 1982).

Geoconsult Košice na základe objednávky Správy mestskej zelene Košice v r. 1995 vybudoval nový zdroj



Obr. 1. Lokalizácia geofyzikálnych profilov (IV – IX) a hydrogeologických vrto (G-1 – 4).

Fig. 1. Location of geophysical profiles (IV–IX) and hydrogeological boreholes (G-1 – 4).



Obr. 2. Izolínie vodivosti (S). Prieskumné vrty (T-22), hydrogeologické vrty (G-2, 4), prameň a vrt minerálnej vody (G-1).

Fig. 2. Isolines of conductivity (S). Prospector wells (T-22), hydrogeological boreholes (G-2, 4), spring and well of mineral water (G-1).

minerálnej vody, pretože voda z využívaného vrtu G-1 bola hygienicky nevhodná. V blízkosti tohto vrtu bol vyhlbéný vrt G-5 hlboký 32,0 m (Haluška a Petrivaldský, 1995). Z neho sa MV využíva na pitie v súčasnosti (obr. 7, foto 1).

Výverová oblasť

Minerálne vody sú rozšírené severne od Košíc na pravom brehu Hornádu oproti mestskej časti Ťahanovce (obr. 1). Podľa izochar vodivosti je oblasť výverov MV pretiahnutá viac-menej v s.-j. smere. Jej dĺžka je asi 1 100 m a šírka 300 m (obr. 2). Na mape izolínií zdanlivého merného odporu (obr. 3) sú vymedzené dolomity a fylonity v podloží neogénnych a kvartérnych sedimentov. Na geoelektrickom profile VII (obr. 1) sú v podloží kvartéru interpretované dolomity a na SZ (sondy 7, 8, 9) fylonity (obr. 4). Na vertikálnom reze izoohm sú najnižšie hodnoty odporu medzi sondami 4 a 5. V geofyzikálno-geologickom reze je tento priestor s minimálnymi hodnotami zdanlivého merného odporu interpretovaný ako porušené dolomity nasýtené minerálnou vodou. Pretiahnutý (s.-j.) tvar výverovej oblasti MV sa zhoduje s priebehom hornádskeho zlomu, po ktorom sa z plášťa privádza CO₂ (Franko a Kolářová, 1985). Uvedený hlbinný zlom oddeľuje rudohorsko-pilíšsky blok od potiského bloku (Fusán et al., 1987). Prírodné vývery MV sa obvyčajne viažu na križovanie pozdĺžnych a priečných zlomov. V tomto prípade sa vývery viažu

na košickú kryhu, ktorá je obmedzená sz.-jv. zlomami (Elečko et al., 2007). Na JZ je to severný, myslavský zlom a na SV ruskovský zlom. Túto kryhu pretiahnutú v smere SZ až JV košický zlom jz.-sv. smeru rozčleňuje na sz. a jv. časť. V severozápadnej časti v podloží mladších sedimentov, resp. kvartéru je zastúpené klčovské súvrstvie (neskorý bádén) a v jv. časti stretavské súvrstvie (spodný až stredný sarmat) (Kaličiak et al., 1996). V severozápadnej časti tejto kryhy v podloží kvartéru vystupujú už spomínané dolomity s MV. Z orientácie obr. 4b vidieť, že minerálne vody sa viažu na križovanie hornádskeho s.-j. zlomu a lokálneho priečného zlomu, ktorý prebieha lokálnou dolinkou.

Vrty

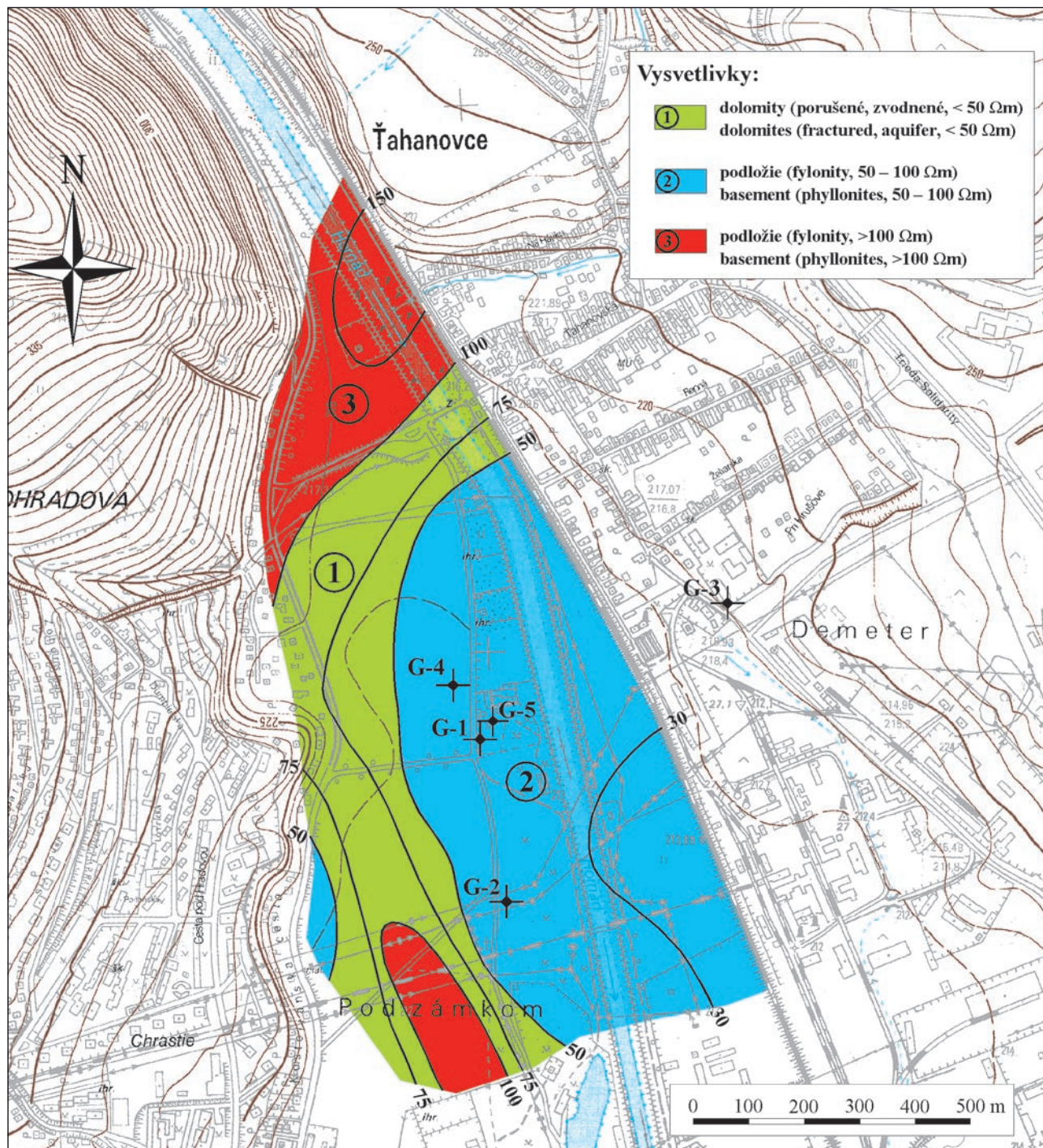
Ako sme už spomenuli, minerálnu vodu overili vrty G-1, G-2, G-4 a G-5 (tab. 1). Kvartérne sedimenty sú hrubé 10,0 – 11,0 m. V ich podloží sú stredno- až vrchnotriasové sivé dolomity patriace k obalu Čiernej hory. Vo vrte G-4 majú hrúbku 185 m. V každom vrte bol úsek dolomitov vystrojený perforovanými rúrami, vo vrte G-1 sa použil kremíť štrčík a vo vrte G-5 Johnsonov filter.

Čerpacie skúšky

Na vystrojených vrtoch G-1, G-2, G-4 a G-5 sa realizovali čerpacie skúšky (ČS) (tab. 2). Po ich skončení

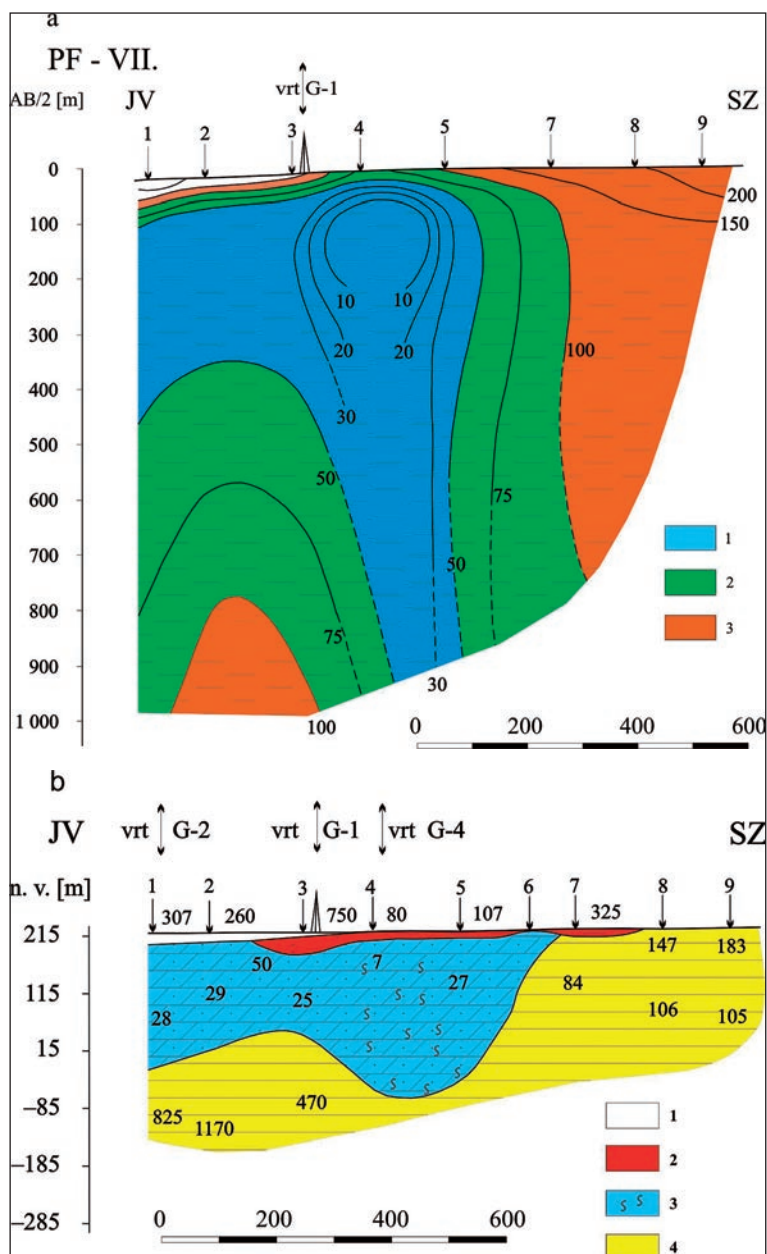
sa na využívanie odporučila MV z vrtu G-1 v množstve $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení hladiny o 1,0 m. Po skončení ČS na vrte G-2 sa konštatovalo, že v mieste vrtu je možné získať $1,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ MV novým vrtom, pretože tento vrt bol zanesený jemným materiálom (slabý výnos jadra, dolomitový piesok). Preliv na vrte sa neobnovil ani po 2 mesiacoch od skončenia ČS.

Prv než sa začala ČS, na vrte G-4 sa zmerali erupcie MV (tab. 3). Z 5 meraní vidieť, že erupcie trvali prevažne 2,25 hod. a ich výdatnosť sa pohybovala v rozmedzí 2,37 až $3,83 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Čerpacou, viac-menej prevádzkovou skúškou (31 dní) sa preukázalo, že z vrtu G-4 je možné trvale odoberať $4,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ MV. Podľa výsledkov ČS na vrte G-5 je možné z neho využívať $15 - 20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ($0,25 - 0,33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$).



Obr. 3. Mapa izolíní zdanlivého merného odporu ($50 \Omega\text{m}$). Hydrogeologické vrty (G-2 – 4).

Fig. 3. Isolines map of apparent resistivity ($50 \Omega\text{m}$). Hydrogeological boreholes (G-2 – 4).



Obr. 4. Geoelektrické rezy: **a** – vertikálny rez izoohm Ωm ; 1 – $< 50 \Omega\text{m}$, 2 – $50 - 100 \Omega\text{m}$, 3 – $> 100 \Omega\text{m}$. **b** – Geofyzikálno-geologický rez; 1 – povrchová vrstva, 2 – hlinité a piesčité štrky, 3 – dolomity (porušené, zvodnené, 4 – fylonity (podložie).

Fig. 4. Geophysical cross-sections: **a** – vertical cross-section at isohm Ωm , 1 – $< 50 \Omega\text{m}$, 2 – $50 - 100 \Omega\text{m}$, 3 – $> 100 \Omega\text{m}$. **b** – Geophysical-geological cross-section. 1 – surface layer, 2 – loamy and sandy gravels, 3 – dolomites (fractured, aquifer), 4 – phyllonites (basement).

Stúpacia skúška

Vrt G-4 je jediný vrt, ktorým sa overila celá hrúbka dolomitov a ktorý zastihol aj ich podložie – fylonity (tab. 1). Výsledky stúpavej skúšky na tomto vrte zobrazuje graf závislosti hladiny od času (obr. 6), jej vyhodnotenie je v tab. 4. Popri hydraulických parametroch sú v tabuľke uvedené aj približné porovnávacie parametre (Jetel, 1982).

Z hľadiska klasifikácie prietochnosti horninových telies (Krásný, 1993) je možné zaradiť skúmané dolomity do III. triedy – stredná prietochnosť. Priepustnosť týchto hornín z hľadiska klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) je slabá – VI. trieda.

Tvorba chemického zloženia MV

Výsledky chemického rozboru vody z vrtu G-1 (Altánok Anička), ktorá sa využívala do r. 1995, je v tab. 5. Hydrochemické faktory, resp. charakteristiky vody a CO_2 sú v tab. 6. Podľa typu vody (A_2) a faktora rHCO_3/rCl (2,58 a 2,16) ide o meteorickú vodu s karbonátogénno-halogeno-sulfátogénnou mineralizáciou z otvorenej hydrogeologickej štruktúry. Jej chemické zloženie sa tvorí rozpúšťaním karbonátov, sulfátov a halitu. Podľa faktorov rMg/rCa (0,74) ide prevažne o rozpúšťanie dolomitu a podľa faktora Cl/Br (2 230,8) o rozpúšťanie halogénnej mineralizácie vsiaknutej z neogénneho sedimentačného prostredia. Na vplyv neogénnej mineralizácie poukazuje

Tab. 1
Hydrogeologické vrtý
Hydrogeological boreholes

Vrt	Rok	Hĺbka (m)	Geologický profil (m)	Hl. vody (m p. t.)	Zabudovanie (φ mm) Perforácia (φ mm)
G-1	1976	13,0	0,0 – 3,3 hlina, piesčitá hlina, hlina so štrkom 3,3 – 6,3 hlinitý piesčitý štrk 6,3 – 9,5 piesčitý štrk 9,5 – 11,0 ílovitá hlina s obliakmi 11,0 – 13,0 sivý dolomit	3,3	φ 273 0,0 – 8,0 m plná rúra 8,0 – 10,0 m perforácia 10,0 – 13,0 m kremitý štrčík
G-2	1977 – 1978	171,0	0,0 – 3,5 piesčitá hlina, hlina so štrkom 3,3 – 5,0 hlinitý piesčitý štrk 5,0 – 10,8 piesčitý štrk 10,8 – 171,0 sivý dolomit	3,5	0,0 – 20,0 m plná rúra, φ 229 20,0 – 70,0 m plná rúra, φ 160 70,0 – 117,0 m perforovaná rúra, φ 160
G-4	1981 – 1982	310,0	0,0 – 0,3 piesčitá hlina 0,3 – 10,0 piesčitý zahlinený štrk 10,0 – 195,0 svetlosivé dolomity 195,0 – 310,0 fylony	–	0,0 – 30,0 m plná rúra, φ 219 30,0 – 72,0 m plná rúra, φ 216 72,0 – 243,0 m perforovaná rúra, φ 146 243,0 – 273,0 m perforovaná rúra, φ 133 273,0 – 310,0 m plná rúra, φ 133

Tab. 2
Čerpacie skúšky
Pumping tests

Vrt	Stupeň	Hladina vody ± terén (m)	Zníženie (m)	Výdatnosť (l · s ⁻¹)	Dĺžka stupňa (dni)	Volný CO ₂ (g · l ⁻¹)	Teplota vody (°C)
G-1	1.	–2,53	0,5	0,32	1	1,24	13,0
	2.		1,0	0,61	1	1,58	14,0
	3.		1,5	0,9 – 0,8	7	1,47	14,0
	4.		1,0	0,55	5	1,48	14,0
G-2	1.	+0,488	5,1	0,58	2	–	21,8
	2.	preliv	10,1	0,98	9	1,36	17,0
	3.	0,056 l · s ⁻¹	14,1	1,43	10	1,45	16,1
G-4	1.	+3,0	5,0	2,0	2	1,25 – 1,45	26,0
	2.		10,0	3,0	3		
	3.		18,5	4,9	26		
G-5	1.	–1,12	2,5	0,2	12	1,48	15,2

Tab. 3
Erupcie minerálnej vody na vrte G-4
Eruption of mineral water on borehole G-4

Dátum r. 1982	Erupcia od – do (hod.)	Erupcia (hod.)		Množstvo MV	
		Predchádzajúce prerušenie	Trvanie	(m ³)	(l · s ⁻¹)
3. 3.	10:08 – 12:59	2,39	2,51	32,2	2,56
4. 3.	10:35 – 13:00	2,18	2,25	30,9	2,81
5. 3.	16:40 – 19:05	2,45	2,25	19,2	2,37
6. 3.	8:10 – 10:30	3,03	2,20	25,7	3,24
7. 3.	10:10 – 12:35	2,54	2,25	31,1	3,83

Tab. 4
Hydraulické parametre dolomitov vo vrte G-4
Hydraulic parameters of dolomites in borehole G-4

b, M (m)	Q (l · s ⁻¹)	Δs (m)	S (m)	T (m ² · s ⁻¹)	k (m · s ⁻¹)	q = Q/S (l · s ⁻¹ · m ⁻¹)	q' q' = q/M	Y Y = log(10 ⁶ q)	Z Z = log(10 ⁶ q')
125,0	4,9	6,5	18,5	1,35 · 10 ⁻⁴	1,08 · 10 ⁻⁶	0,264	2,21 · 10 ⁻³	5,42	2,67



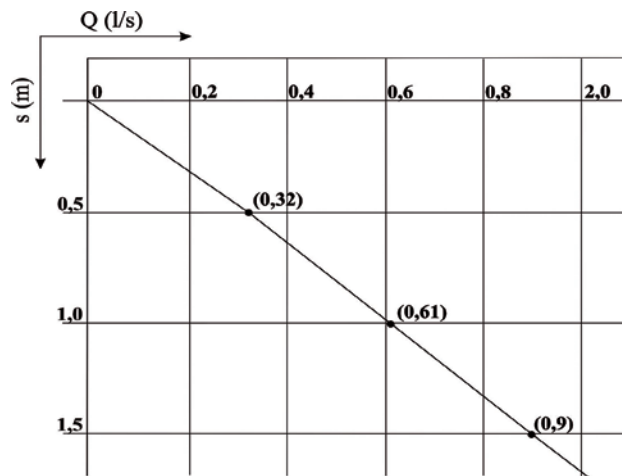
Foto 1. Odberný objekt na vrte G-5.

Photo 1. Water intake object on the borehole G-5.



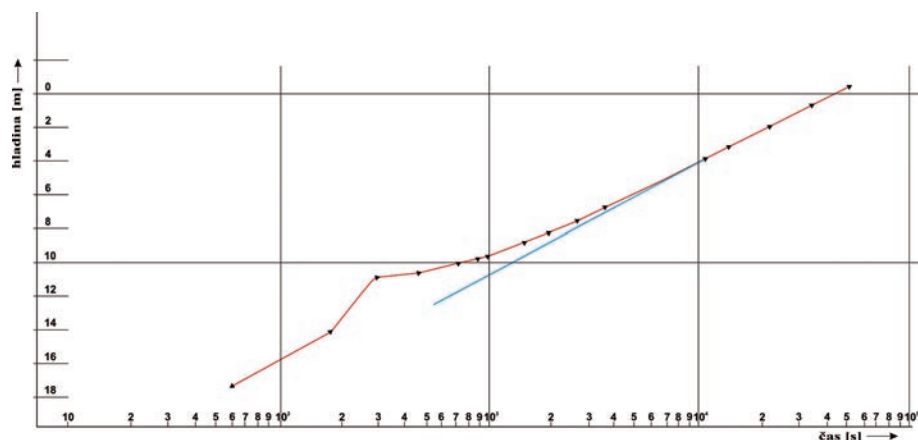
Foto 2. Odberný objekt na vrte G-5, naľavo vidieť altánok s vrtom G-1.

Photo 2. Water intake object on the borehole G-5. The object on the left side is located on the borehole G-1.



Obr. 5. Krivka výdatnosti vrtu G-1.

Fig. 5. Discharge-drawdown curve of borehole G-1.

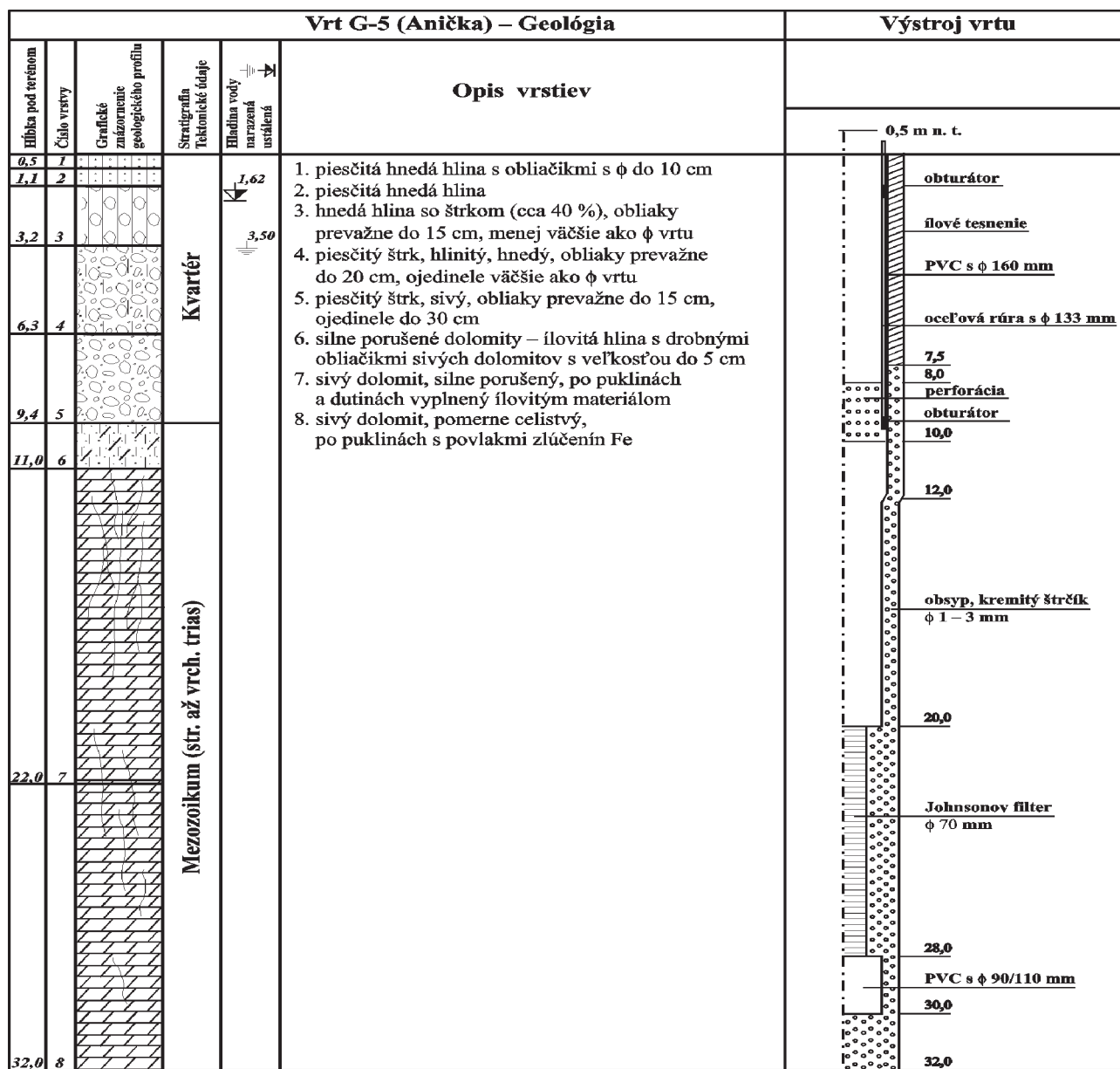


Obr. 6. Graf závislosti hladiny od času (vrt G-4).

Fig. 6. Time dependency of ground-water-level graph (borehole G-4).

Tab. 5

1. LOKALIZÁCIA A ÚDAJE O ODBERE/LOCATION AND DATA ABOUT OFFTAKE											
Lokalita		Dátum odberu				Zdroj			Množstvo vody		
Košice		9. – 11. 9. 1980				Vrt v altánku KE – 6a			10,250 l		
2. FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ VLASTNOSTI/PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS											
t °C	CO ₂ mg/l	pH	H ₂ S mg/l	rH	HBO ₂ mg/l	Ra · 10 ⁻¹² Ci/l	o-SiO ₂ mg/l	Rn · 10 ⁻¹² Ci/l	Celková miner. mg/l	org. C mg/l	
13,0	804,0	5,9	8,0	–	3,0	10,0	29,44	–	3 318,64	–	
3. IÓNOVÉ ZLOŽENIE/IONIC COMPOSITION											
Katióny		mg/l	mval/l		mval %		Anióny		mg/l	mval %	
Li ¹⁺		1,00	0,144		0,16		Cl ¹⁻		395,09	11,154	
Na ¹⁺		360,00	15,652		17,29		Br ¹⁻		0,45	0,005	
K ¹⁺		33,40	0,854		0,94		J ¹⁻		0,35	0,003	
NH ₄ ¹⁺		0,00	0,000		0,00		F ¹⁻		0,32	0,017	
Mg ²⁺		147,38	12,120		13,39		NO ₂ ¹⁻		2,10	0,046	
Ca ²⁺		328,66	16,400		18,12		NO ₃ ¹⁻		3,80	0,061	
Sr ²⁺		1,49	0,034		0,04		SO ₄ ²⁻		253,89	5,289	
Ba ²⁺							HPO ₄ ²⁻		0,00	0,000	
Mn ²⁺		0,37	0,013		0,01		HCO ₃ ¹⁻		1 756,80	28,800	
Fe ²⁺		1,00	0,036		0,04		CO ₃ ²⁻			31,74	
Al ³⁺		0,10	0,011		0,01		OH ¹⁻				
Súčet		873,40	45,264		50,00		Súčet:		2 412,80	45,375	
4. STOPOVÉ PRVKY (. 10 ⁻⁶ g/l)/TRACE ELEMENTS											
As	<10	Ni	<2	Cu	13	Pb	5				
Mo	<20	Co	<20	Zn	17	U	1,8				
Cr	<5	Ti	<20	spektrochemicky dokázaná prítomnosť Na, Ca, Mg, K, Sr, B, Si, Li, Ba, Rb, Fe, Al, Cu a Mn							
5. PLYNY (objem %)/GASES											
	CO ₂	H ₂ S	O ₂	N ₂	He	H ₂	Ar	CH ₄	Celkové množstvo plynov (ml/l)		
1	98,55	0,546	0,016	0,865 5	0,000 1	0,001 1	0,017 6	0,000 4	960,80		
2	–	–	1,786	96,49	0,005 6	0,117 2	1,958 0	0,042 0	8,70		
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
6. HYDROCHEMICKÉ FAKTORY A KLASIFIKÁCIA/HYDROCHEMICAL FACTORS AND CLASSIFICATION											
S ₁ (NO ₃)	0,24	S ₂ (SO ₄)	0	A ₂	63,1	Mg/Ca	0,74	Sr/Ca · 10 ³	2	SO ₄ /M	0,06
S ₁ (Cl)	24,6	S ₃	0	A ₃	0,12	Na/K	18,33	HCO ₃ /Cl	2,58	Cl/Br	2 230,8
S ₁ (SO ₄)	1,66	A ₁	0,26	S (SO ₄)	31,91	Ca/Na	1,05	Cl/Na	0,71		
S ₂ (Cl)	0,00										
Základný nevýrazný kalciovo-magnéziovo-bikarbonátový typ A ₂ .											
7. PLYNOVÉ FAKTORY A KLASIFIKÁCIA/GAS FACTORS AND CLASSIFICATION											
Spontánny plyn				Nekyslý plyn							
He/Ar	–	(Ar · 10 ⁴)/(N ₂ · 1,19)	–	K ^{N₂} O ₂	54,02	(Ar · 10 ⁴)/(N ₂ · 2,5)				81,17	
Silno uhličitá, stredne sírovodíková, dusíková voda.											
8. HORNINY/ROCKS											
dolomity											



Obr. 7. Vrt G-5.

Fig. 7. Borehole G-5.

faktor rCl/rNa (0,71; 0,74). Na pôvod síranov a sírovodíka môžu poukazovať izotopy síry. Podiel síranov na mineralizácii je veľmi malý ($SO_4/M = 0,06$; v Sobrancech je 0,035; Mlynarčík a Petrivaldský, 1985). Prítomnosť morských vôd je nepravdepodobná.

Vrt G-5 je situovaný v blízkosti vrtu G-1 (foto 1 a 2). Na základe klasifikácie minerálnych vôd bola podzemná MV z tohto vrtu zaradená k slabo mineralizovaným ($3,696 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), slabo kyslým ($pH = 6,42$) a studeným ($15,2^\circ \text{C}$) vodám. Prítomnosť sírovodíka ($5,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) zaraduje vodu k stredne sírovodíkovým vodám. Z hľadiska chemického zloženia je táto podzemná voda podľa upravenej Palmerovej klasifikácie (Gazda, 1971) základného vápenato-horečnato-hydrogenuhličitanového typu.

V roztoku vody sú však do značnej miery zastúpené aj chloridy ($482,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) s alkáliami. Hydrochemický koeficient rCl/rNa (0,75) poukazuje na metamorfnú infiltragénnu vodu s vplyvom neogénnych sedimentov. Mikrobiologicky a biologicky bola skúmaná podzemná voda vyhovujúca (Haluška a Petrivaldský, 1995).

Záver

Výsledky realizácie vrtu G-4 poukazujú na možnú existenciu termálnych vôd v študovanej oblasti. Overeným kolektorom minerálnych vôd sú triasové dolomity obalu Čiernej hory. Vo vzdialenosti 1 000 m východne od vrtu G-4 je možné z vrtu hlbokého asi 500 – 600 m získať

Tab. 6
Hydrochemické faktory
Hydrochemical factors

Vrt	Dátum Laboratórium	T vody (°C)	pH	CMV (g · l ⁻¹)	CO ₂ (g · l ⁻¹)	H ₂ S (mg · l ⁻¹)	S ₁ (Cl)	S ₁ (SO ₄)	A ₁	A ₂	A ₃	Plyny (obj. %)			
												CO ₂	kyslé N ₂	nekyslé N ₂	O ₂
G-1	11. 9. 1980 GÚDŠ Bratislava	13,0	5,9	3,32	1,80	8,0	24,6	11,66	0,26	63,10	0,12	98,5	0,86	96,5	1,78
G-4	9. 4. 1982 IGHP Žilina	26,0	6,5	4,46	1,37	11,42	28,0	11,73	0,50	59,66	0,08	–	–	–	–
	rHCO ₃ /rCl	rMg/rCa	Cl/Br	rCl/rNa	rSO ₄ /rM	Pôvod		CO ₂	Klasifikácia vody (typ)		Tvorba chemického zloženia Vody (mineraliz.)				
						Vody									
G-1	2,58	0,74	2 230,0		0,71	0,06	meteorická	plášťový	základný nevýrazný A2	stredne uhličitá CO ₂		karbonátogénno- -sulfátogénno- -halogénna	chemický termometeo- morfny		
G-4	2,16	0,74	–		0,74	0,06									

vodu s teplotou okolo 40 °C. Pred vrtaním odporúčame urobiť geofyzikálne merania rovnakou metodikou ako pred realizovaním vrtu G-4.

Literatúra

- ELEČKO, M., VASS, D., KONEČNÝ, V. & KALIČIAK, M., 2007: Štruktúrne-tektonická schéma východoslovenskej panvy, list Michalovce. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*, 197 s.
- FRANKO, O., GAZDA, S. & MICHALÍČEK, M., 1975: Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. *Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra*, 230 s.
- FRANKO, O. & KOLÁŘOVÁ, M., 1985: Vysvetlivky k mape minerálnych vôd ČSSR 1 : 500 000. *Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra*, 24 s.
- FRANKO, O. & ZAKOVIČ, M., 1979: Štúdia o možnosti získania termálnej vody v oblasti Košíc. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*, 14 s.
- FRANKOVIČ, J. & SZABOVÁ, A., 1978: Košice-sever – doplnenie vodných zdrojov. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*, 18 s.
- FUSAN, O., BIELY, A., IBERMAYER, J., PLANČÁR, J. & ROZLOŽNÍK, L., 1987: Podložie terciéru vnútorných Západných Karpát. *Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra*, 102 s.
- GAZDA, S., 1971: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. In: *Hydrogeol. Ročenka 1969 – 1970 (Praha – Brno)*, s. 122 – 126.
- HALUŠKA, M. & PETRIVALDSKÝ, P., 1982: Košice – areál PKO Anička – hydrogeologický prieskum minerálnych vôd. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*, 28 s.
- HALUŠKA, M. & PETRIVALDSKÝ, P., 1995: Košice – Anička – Zdroj minerálnej vody G-5. *Manuskript. Košice, archív Geoconsult*.
- HENSEL, J., 1951: Balneografia Slovenska. *Bratislava, Slov. Akad. Vied*, 456 s.
- HYNIE, O., 1963: Hydrogeologie ČSSR II. – Minerálne vody. *Praha, Nakl. Čsl. Akad. věd*, 797 s.
- JETEL, J., 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. In: *Knih. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, 58, 248.
- KALIČIAK, M. et al., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť. *Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra*, 206 s.
- KRAHULEC, P., REBRO, A., UHLIARIK, J. & ZEMAN, J., 1978: Minerálne vody Slovenska – Krenografia 2. *Martin, Osveta*, 1 035 s.
- KRÁSNÝ, J., 1993: Classification of transmissivity magnitude and variation. In: *Ground Water (Columbus)*, 31, 2, pp. 230 – 236.
- MAHEL, M., 1952: Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu. In: *Práce Št. geol. Úst. (Bratislava)*, 17, 84.
- MLYNARČIK, M. & PETRIVALDSKÝ, P., 1985: Sobranecké kúpele – ochranné pásma. Záver. správa. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*.
- REBRO, A., 1996: Vzácné a obdivované vody Slovenska. *Piešťany, Balneologické múzeum*, 182 s.
- TKÁČ, J., 1980: Ťahanovce a VŠA. Geofyzikálny prieskum hydrogeologických pomerov. *Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra*, 15 s.
- TKÁČIK, P., 1980: Problematika získania minerálotermálnej vody v Košiciach. *Manuskript*.

Rukopis doručený 24. 2. 2009
Revidovaná verzia doručená 25. 3. 2009
Rukopis akceptovaný red. radou 12. 11. 2009