

Geotermálne ložisko vo východoslovenskom neogéne viazané na pochovanú vulkanickú štruktúru Beša — Čičarovce

RUDOLF RUDINEC

Moravské naftové doly, k. p., Prieskumný závod, 071 01 Michalovce

Doručené 16. 11. 1987

Геотермическое месторождение в неогене Восточной Словакии связанное со субвулканической структурой Беша-Чичаровце

Из верхней сильно разрушенной части субвулканического комплекса Беша-Чичаровце в юговосточной части Восточнословацкой низменности были обнаружены самоизлияния (0,75—6 л/сек) солённых минерализованных (14,5—20,0 гр/лит) вод с температурой 27—50° цельсия при устьи скважины. Геотермическое месторождение приуроченное зоне дробления самой верхней части субвулканического комплекса находится на глубине в интервале приблизительно 500—1000 м. с температурным диапазоном 47—61° цельсия. Целый стратовулкан на глубине 500—3100 метров представляет важный теплотный объект.

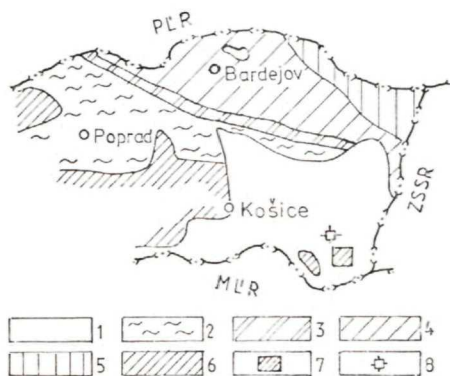
The geothermal deposit in the East Slovakian Neogene bound on the buried Beša — Čičarovce volcanic structure

Flows (0.75—6.0 l/sec) of mineralized salt thermal water (14.5—20.0 g.l⁻¹) with temperatures at the collar of well from 27 to 50 °C have been ascertained in the top, strongly disintegrated part of the buried Beša — Čičarovce volcanic complex in the southeastern part of East Slovakian Lowland. This geothermal deposit, bound on the crushed zone of the top volcanic complex, has about 6×3.5 km dimension at a depth between ca 500—1000 m with temperature interval 47—61 °C. The whole stratovolcano at a depth of 500—3,100 m represents substantially more significant thermal object.

V južnej až JV časti východoslovenského neogénu je v sedimentárnom komplexe pochovaný mohutný vulkanický masív, ktorý Slávik (1972) označil ako zemplínsko-berehový. Z nášho územia pokračuje do zakarpatského vnútorného priehybu a Rumunska. Súčasťou tohto masívu sú aj pochované vulkanické štruktúry Be-

ša — Čičarovce a Malčice (obr. 1). Obe sú výrazne indikované v geomagnetickej mape (Mann, 1960).

Pomerne rozsiahly vrtný prieskum na ropu a zemný plyn (6 hlbokých vrtov od 873—3500 m; Čverčko, 1974; Čverčko, Jung, 1981; Řeřicha, 1977; Jung, Řeřicha, Rudinec, 1979) zistil, že štruktúra Beša —



Obr. 1. Geologická mapa východného Slovenska so situáciou geotermálneho ložiska Beša — Čičarovce. 1 — východoslovenský neogén, 2 — vnútrokarpatský paleogén, 3 — bradlové pásmo, 4 — magurský prikrov, 5 — duklianska jednotka, 6 — predterciérne súvrstvia, 7 — geotermálne ložisko Beša — Čičarovce, 8 — pochovaná vulkanická štruktúra Malčice.

Fig. 1. Geological map of Eastern Slovakia with the situation of the Beša — Čičarovce geothermal deposit. 1 — the East Slovakian Neogene, 2 — the Inner Carpathian Paleogene, 3 — the Klippen Belt, 4 — the Magura nappe, 5 — the Dukla unit, 6 — pre-Cenozoic formations, 7 — the Beša — Čičarovce geothermal deposit, 8 — the Malčice buried volcanic structure.

Čičarovce, ktorá sa nachádza v JV centrálnej časti východoslovenskej neogénnej panvy, predstavuje pomerne rozsiahly pochovaný stratovulkán. Tvoria ho tri samostatné stratigraficky odlišné masívy v hĺbkovom intervale 500—3100 m s rozdielnym plošným rozsahom (obr. 2).

Najspodnejší masív, ako ukazujú výsledky vrtu Čičarovce-3 a susedných vrtov Stretava-21 a Zátin-1, je vrchnobádenského veku a má najväčšie plošné rozšírenie. Druhý masív je spodnosarmatského veku, prerazili ho vrty Čičarovce-1, 3 a 8. Najmladší a najplytšie uložený spadá do obdobia vyššieho a spodného sarmatu. Zachytili ho vrty Čičarovce-1, 2, 3, 5 a 6.

Aj keď sa štruktúra Beša — Čičarovce nachádza v centrálnej časti panvy medzi štruktúrou Zátin a Stretava, merania ukázali, že ustálené teplotné pole je tu znížené (obr. 4). Príčiny tohto javu možno hľadať snáď v hlbšom predneogénnom podloží (Rudinec, 1984). Meranie geotermického stupňa vo vrte Čičarovce-2 ukázalo, že vo vulkanickej štruktúre Beša — Čičarovce je v hĺbke 1000 m teplota 61 °C, v hĺbke 2000 m — 100 °C a v 3000 m — 126 °C (obr. 3).

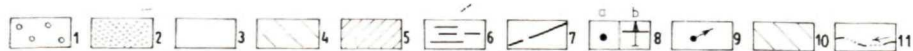
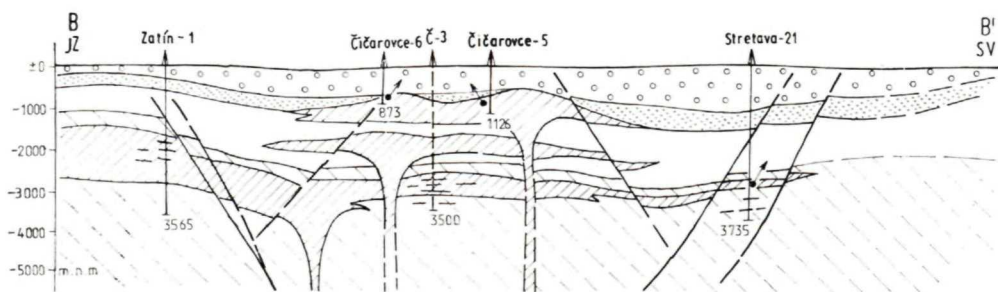
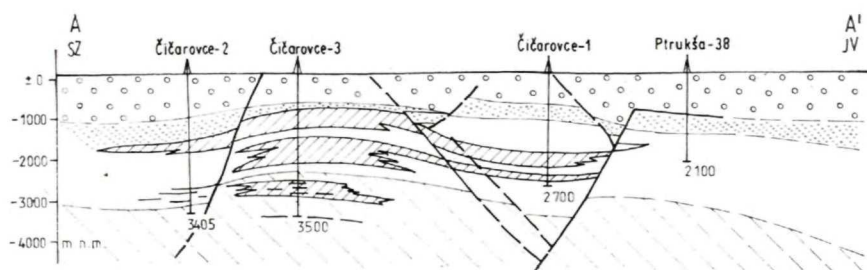
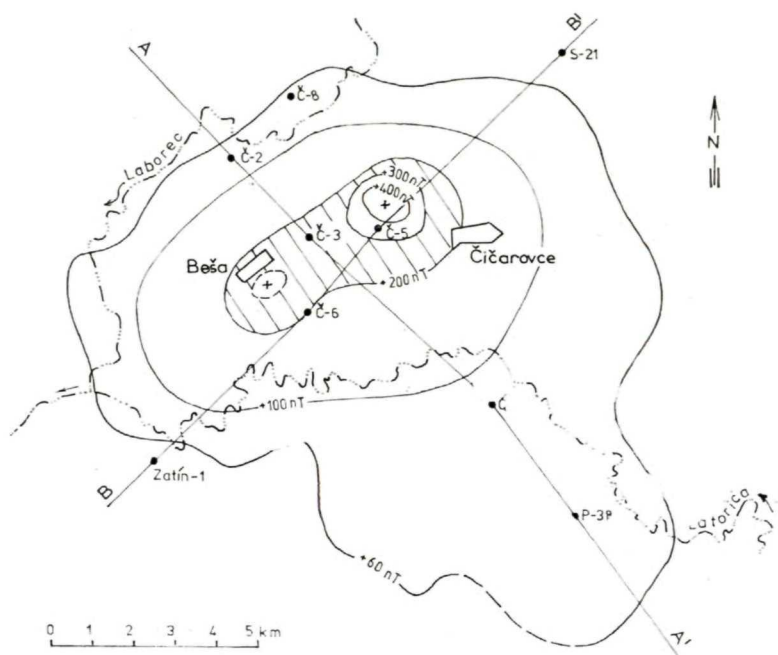
Ropná geológia, ktorej prieskum nie je tu ešte ukončený, zaznamenala, aj keď nie hospodársky využiteľné, ale v každom prípade pozoruhodné plynové indicie (produkcia obzorov do 30 000 m³/24 hod.).

Štruktúra Beša — Čičarovce je vzhľadom na zistenia vo vrtoch Čičarovce-5 a 6 okrem plynových horizontov, ktoré sa tu zistili, a ďalších, ktorých prítomnosť by sa tu mohla preukázať, zaujímavá aj ako zdroj geotermálnej energie.

Vrty Čičarovce-5 a 6 boli realizované vo vrcholovej časti štruktúry, každý v jednej

Obr. 2. Vulkanická štruktúra Beša — Čičarovce s geologickými rezmi (zostavil Rudinec, 1987, s použitím mapy izoanomál vertikálnej magnetickej intenzity Manna, 1960). 1 — pliocén, 2 — vyšší sarmat, 3 — spodný sarmat, 4 — vrchný až stredný bádén, 5 — pochované neovulkanity (andezit a jeho pyroklastiká), 6 — plynové obzory, 7 — zlomy, 8 — hlboké vrty: a) v mape, b) v rezoch, 9 — prítoky termálnych vôd, 10 — predpokladaný plošný rozsah geotermálneho ložiska v mape, 11 — rieky.

Fig. 2. The Beša — Čičarovce volcanic structure with geological profiles (composed by Rudinec, 1987, using Mann's, 1960, map of isoanomalies of magnetic vertical intensity). 1 — Pliocene, 2 — Upper Sarmatian, 3 — Lower Sarmatian, 4 — Upper to Middle Badenian, 5 — buried volcanites (andesite and its pyroclastics), 6 — gas horizons, 7 — faults, 8 — deep boreholes: a) in map, b) in profiles, 9 — thermal water affluents, 10 — assumed areal range of the geothermal deposit in map, 11 — rivers.



TAB. 1

Rozbor vôd z pochovaných neovulkanitov vo vrtoch Čičarovce-5, 6 a Stretava-21
Analyses of water from burried neovolcanites in the Čičarovce-5, Čičarovce-6 and
Stretava-21 boreholes

Označenie vrtu	Perforácia	Katióny mg/l			Anióny mg/l			
		K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	Br ⁻	J ⁻
Stretava-21	2662—2712	199,5	4 299,1	724,4	4,9	7 940,8	29,8	16,5
Čičarovce-5	959—985	7195,8		318,0	118,8	11 397,2	21,3	31,7
Čičarovce-5	798—792	6430,3		260,0	121,5	9 996,9	16,5	34,7
	658—632							
Čičarovce-6	815—873	5260,1		328,0	102,0	8 827,0	11,1	3,5
Čičarovce-6	790—737	5165,8		332,0	82,6	8 508,0	16,1	4,4
Čičarovce-6	579—613	86,1	15 529,7	488,0	189,5	25 169,5	8,8	1,8

Anióny mg/l		PH	Tvrdosť Nmmol/l	Fe ⁺²⁺³	NH ₄ ⁺	SiO ₂ ⁻²	HBO ₂	Minera- lizácia	Chemický typ vody
SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻								
73,7	211,1	6,7	18,7	stopy	42,8	58,3	468,0	14 094,6	vápenato- chloridový
381,0	536,8	7,1	11,5	0,00	29,2	16,1	—	20 035,9	sódnochlori- dový
477,3	634,4	7,1	11,5	0,00	25,0	19,6	—	18 016,2	„
20,7	244,0	7,6	11,35	—	—	19,8	—	14 816,2	„
127,9	317,2	7,8	11,7	0,00	9,1	—	—	14 563,1	„
176,9	195,2	7,2	19,5	0,00	10,6	8,7	—	41 864,7	„

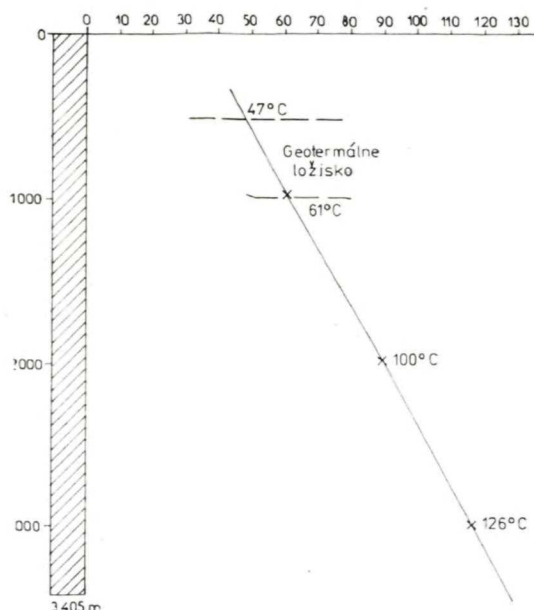
geomagnetickej anomálii (obr. 2). Vrt Čičarovce-5 (Tlumač, Očovský, 1985) v severovýchodnej časti, ktorá je výraznejšia, dosiahol hĺbku iba 1146 m (projekt 1500 m), keď už od hĺbky 570 m dochádzalo k obrovským stratám výplachu, ktoré nebolo možné ani napriek radu technických zásahov (opakované cementácie, vŕtanie bez cirkulácie) zlikvidovať. Obdobné ťažkosti boli aj vo vrte Čičarovce-6 (Tlumač, Jung, 1985) od hĺbky 809 m, takže vrt musel byť už v hĺbke 873 m ukončený.

Podľa dostupných materiálov oba vrty po prevŕtaní pestrých štrkov a zelenosivých ílov v pliocéne, reliktu vyššieho sarmatu, zachytili silne rozpukaný vulkaniko-sedimentárny komplex tufitických ílov, tufov, tufitov a andezitových prúdov, ktoré sú vyhojené kalcitom a kremeňom. Zdá sa, že vulkanický masív bol prestú-

pený postvulkanickými hydrotermálnymi roztokmi, ktoré boli veľmi mladé (pliocénne?). Tieto roztoky rýchlo chladli, čo spôsobilo ich veľmi silné popraskanie, event. popraskanie blízkeho okolia.

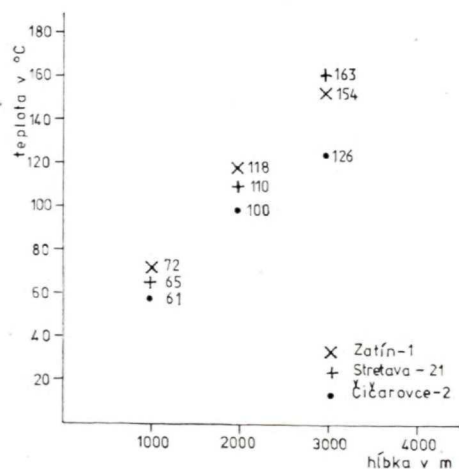
Na analogickej štruktúre Malčice (obr. 1) vrt Malčice-3 zachytil už v hĺbke 62 m veľmi silne rozpukanú, asi posthydrotermálnu žilu (chalcedón, kremeň) a pre veľké straty výplachu, ktoré sa nepodarilo zlikvidovať (bentonit, cement, atď.), musel byť v hĺbke 148,1 m zastavený. Zaujímavá je tu skutočnosť, že 300—400 m v okolí vrtu je sieť vrto- do 200—300 m, ktoré sa s podobnými ťažkosťami nestretli.

Analogické prostredie sa s najväčšou pravdepodobnosťou nachádza aj vo vrchnej časti pochovaného stratovulkánu zachyteného vrtmi Čičarovce-3, 5, 6. Jeho povrch možno celkom dobre rekonštruo-



Obr. 3. Ustálené teplotné pole vo vrte Čičarovce-2.

Fig. 3. Stationary thermal field in the Čičarovce 2 borehole.



Obr. 4. Graf závislosti ustáleného teplotného poľa v hlbokých vrtoch blízko geotermálneho ložiska Beša — Čičarovce.

Fig. 4. Diagram of dependence of stationary thermal field in deep boreholes near the Beša — Čičarovce geothermal deposit.

vať podľa seizmických profilov 533/72-74 a 529/72, ktoré prechádzajú naprieč štruktúrou (obr. 5).

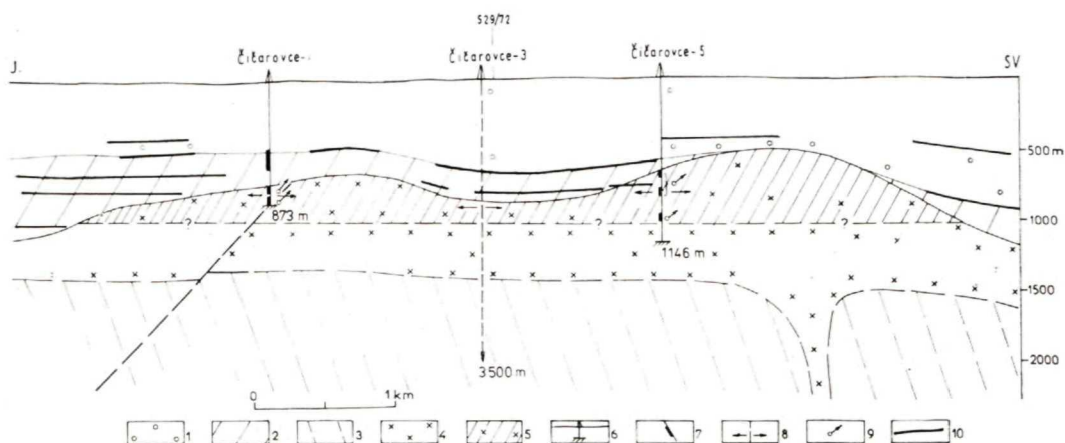
Pri čerpacích skúškach boli z vrchnej, veľmi dobre priepustnej časti vulkanického telesa vo vrtoch Čičarovce-5 a Čičarovce-6 zistené samotoky mineralizovaných slaných termálnych vôd (mineralizácia 14,5–20,0 g.l⁻¹) s výdatnosťou 0,75–6 l/s a s teplotou na povrchu 27–50 °C.

Napr. vo vrte Čičarovce-5 sa v hĺbkach 985–987 a 959–966 m zistil samotok slanej vody so stopami plynu: výdatnosť na stúpadlách 2,06 l/s, na medzikruží 6 l/s, teplota na povrchu 50 °C, ložiskový tlak 9,31 MPa a mineralizácia 20,0 g.l⁻¹. V intervale 792–798 a 632–656 m sa zaznamenal samotok slanej vody s výdatnosťou 1,3 l/s a s mineralizáciou 18,0 g.l⁻¹.

Vo vrte Čičarovce-6 sa v hĺbke 815,0–873,0 m (nezapažená časť) objavil samotok slanej vody: výdatnosť na stúpadlách 0,75 l/s, na medzikruží 4,42 l/s, teplota v ústí 38–39 °C, mineralizácia 14,8 g.l⁻¹. V hĺbke 737,0–790,0 m vrt narazil na pulzujúci samotok s výdatnosťou 1 l/s. Teplota na povrchu bola 27–31 °C, mineralizácia 14,5 g.l⁻¹. V hĺbke 597,0–613,0 a 579,0–591,0 m (Čičarovce-6) sa nad vulkanickým masívom zistil piesčitý komplex s prítokom slanej vody. Hladina bola (sa ustálila) 20 m po povrchu, mineralizácia 41,8 g.l⁻¹.

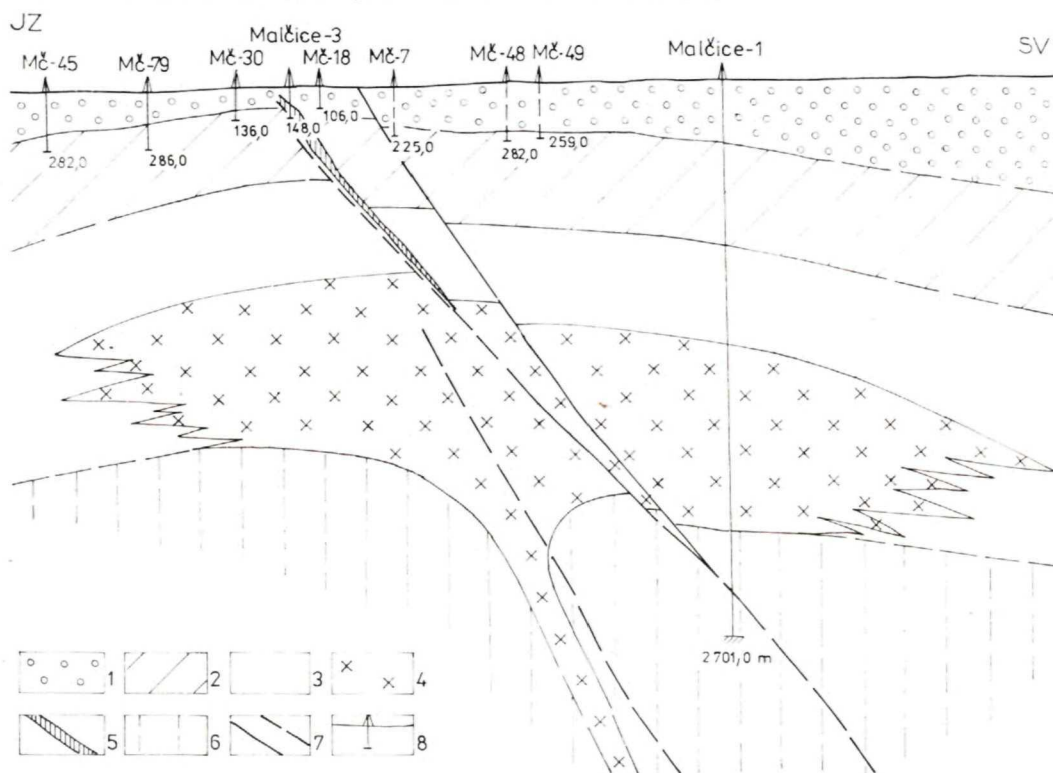
Vo vrte Čičarovce-3 nebol overovaný povrch vulkanického komplexu, hoci v hĺbke 950–965 m sa pri vŕtaní pozorovali straty výplachu (60 m³).

Zníženú mineralizáciu vôd vo vulkanických horninách vo vrtoch Čičarovce-5 a 6, a Stretava-21 (tab. 1) oproti okolným vodám (porovnaj izolovaný obzor 579–613 m vo vrte Čičarovce-6) dávame do súvislosti s možným prepojením týchto obzorov pozdĺž rozpukaných zón a s ich čiastočným prepojením smerom na JZ, kde vul-



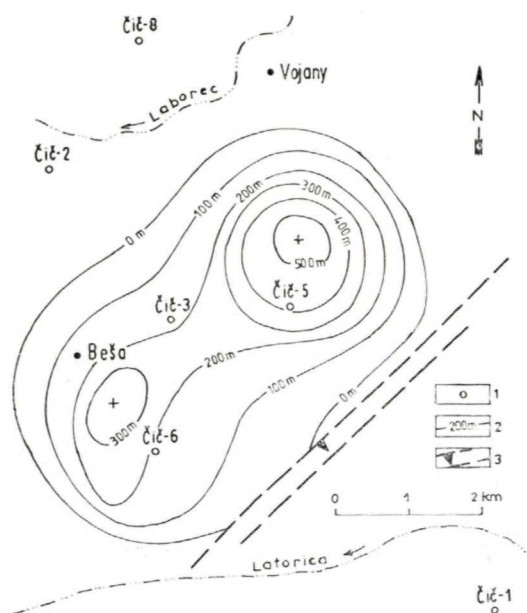
Obr. 5. Detail geotermálneho ložiska Beša — Čičarovce. 1 — pliocén, 2 — vyšší sarmat, 3 — spodný sarmat, 4 — neovulkanity, 5 — predpokladaný rozsah geotermálneho ložiska, 6 — vrty, 7 — overované obzory, 8 — stratové obzory, 9 — prítoky termálnych vôd, 10 — reflexy v seizmickom profile.

Fig. 5. Detail of the Beša — Čičarovce geothermal source. 1 — Pliocene, 2 — Upper Sarmatian, 3 — Lower Sarmatian, 4 — neovolcanites, 5 — assumed area of geothermal source, 6 — borehole, 7 — investigated horizons, 8 — loss-making horizons, 9 — thermal water affluents, 10 — reflections in seismic profile.



◀ Obr. 7. Mapa mocnosti geotermálneho ložiska Beša — Čičarovce v intervale 500—1000 m. 1 — hlboké vrty, 2 — izopachy mocnosti, 3 — zlom.

Fig. 7. Map of thickness of the Beša — Čičarovce geothermal deposit in the depth interval of 500—1000 m. 1 — deep boreholes, 2 — isopachytes, 3 — fault.

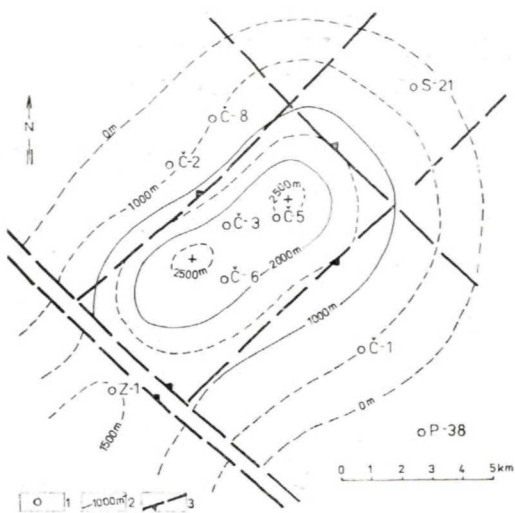


kanity a súvrstvia vyššieho sarmatu vychádzajú na povrch. Na to autor upozornil už pri výskyte termálnej vody pri vrte Stretava-21 (Rudinec, 1972).

Na základe vyššie uvedeného môžeme konštatovať, že v priestore vulkanickej štruktúry Beša — Čičarovce najvrchnejší masív vo vrcholovej časti reprezentujú dva čiastkové vrcholy. V hĺbkovom úseku cca 500—1000 m je veľmi silne rozpukaný a sytený slanými, silne mineralizovanými termálnymi vodami s teplotným rozpätím 47—61 °C (obr. 3, 7).

Keďže ide o dobre priepustný kolektor (s prihliadnutím na výsledky a situáciu vrtov Čičarovce-5 a 6 v geomagnetickej mape Manna), môžeme tu hovoriť o geotermálnom ložisku. Predpokladáme, že má plošný rozmer približne 6×3,5 km (obr. 2, 5, 7).

Vzhľadom na dobré fyzikálne vlastnosti kolektora (bez problémov možno ťažiť aj zatláčať), jeho relatívnu plytkosť a na



◀ Obr. 8. Schéma mocnosti pochovaného vulkanického komplexu Beša — Čičarovce v hĺbkovom diapazóne 500—3100 m. 1 — hlboké vrty, 2 — izopachy mocnosti, 3 — zlomy.

Fig. 8. Scheme of thicknesses of the Beša — Čičarovce buried volcanic complex in the depth interval of 500—3100 m. 1 — deep boreholes, 2 — isopachytes, 3 — faults.

◀ Obr. 6. Priechy geologický rez pochovanou vulkanickou štruktúrou Malčice. 1 — pliocén, 2 — vyšší sarmat, 3 — spodný sarmat, 4 — neovulkanity (andezit a jeho pyroklastiká), 5 — posthydrotermálny produkt, 6 — vrchný báden, 7 — zlomy, 8 — vrty.

Fig. 6. Transverse geological section through the Malčice buried volcanic structure. 1 — Pliocene, 2 — Upper Sarmatian, 3 — Lower Sarmatian, 4 — neovolcanites (andesite and its pyroclastics), 5 — posthydrothermal product, 6 — Upper Badenian, 7 — faults, 8 — boreholes.

druhej strane dosť vysokú teplotu predstavuje štruktúra Beša — Čičarovce zaujímavý objekt z turisticko-rekreačného hľadiska, ako aj z hľadiska geotermálnej energie. Atraktívnosť územia zvyšuje skutočnosť, že sa nachádza blízko obcí Beša a Čičarovce a blízko pomerne dobrých recipientov — riek Laborec a Latorica (obr. 2). Zvýšený obsah jodidov (31,7—34,7 mg/l) vo vode z vrtu Čičarovce-5 zaujme balneológov.

Čo sa týka komplexného využívania zemského tepla, pochovaný vulkanický masív Beša — Čičarovce predstavuje v celom svojom diapazóne 500—3100 m podstatne významnejší teplotný objekt (obr. 8) s teplotou cca 47—130 °C.

Literatúra

Čverčko, J. 1974: Projekt geologických prác štruktúry Čičarovce na r. 1974. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

Čverčko, J., Jung, F. 1981: Dodatok k projektu geolog. prác „Pioniersky prieskum štruktúry Čičarovce“. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

Jung, F., Reřicha, M., Rudinec, R. 1979: Projekt geologických prác „Pioniersky prieskum na elevácii Čičarovce“. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

Mann, O. 1960: Závěrečná správa o magnetickém průzkumu ve Východoslovenské neogenní pánvi v r. 1960. *Manuskript — archív Geofyzika Brno, 25 s.*

Reřicha, M. 1977: Zhodnotenie geologických a geofyzikálnych podkladov v oblasti bešansko-čičarovskej vulkanickej štruktúry s návrhom na ďalší prieskum. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

Rudinec, R. 1972: Výskyt termálnej vody vo východoslovenskom neogéne. *Geol. Průzk., 14, 7, 205—206*.

Slávik, J. 1972: Pochované vulkanické pohorie. *Geol. Práce. Spr., 58, 45—56*.

Tlumač, C., Očovský, J. 1985: Závěrečná vrtno-geologická správa z vrtu Čičarovce-5. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

Tlumač, C., Jung, F. 1986: Závěrečná vrtno-geologická správa z vrtu Čičarovce-6. *Manuskript — archív MND Michalovce*.

The geothermal deposit in the East Slovakian Neogene bound on the buried Beša — Čičarovce volcanic structure

Buried neovolcanic body (Fig. 1) has been ascertained in sedimentary complex in the southeastern part of East Slovakian Lowland (Beša — Čičarovce). Three horizons of volcanites occur at a depth of ca 500—3,100 m (Fig. 2). These volcanites are a part of the extensive Zemplín — Berehovo massif, which continues from our country farther towards SE to the Transcarpathian foredeep.

Strongly crushed zone (Fig. 2, 5) has been ascertained by the Čičarovce 5 and 6 boreholes at a depth of ca 500—1000 m in the top part of the upper volcanic horizon. This is probably due to tectonic and posthydrothermal processes. Analogic conditions have been ascertained in the Malčice volcanic structure, where the Malčice 3 borehole discovered strongly broken up vein (chalcedone, quartz) at a depth of 62 m. The borehole had to be finished at a depth of 148.1 m for the loss of drilling fluid (Fig. 1, 7). The Čičarovce 5 (1,146 m) and Čičarovce 6 (873 m) boreholes, (Fig. 5) have been untimely finished for analogic difficulties.

Geological facts (possible tectonic connection with the surface, the presence of the Mesozoic rocks, ...) probably caused that the stationary thermal field in the Čičarovce 2 borehole is lower than those in the adjacent Zátin 1 and Stretava 21 boreholes (Fig. 3).

Flows of thermal, strongly mineralized water (14.5—20.0 g.l⁻¹) with a yield from 0.75 to 6.0 l/sec and the temperature at the surface from 27 to 50 °C (Tab. 1) have been ascertained in the Čičarovce 5 and 6 boreholes during the pumping test. We judge that the area of the geothermal deposit could be approximately 6×3.5 km at a depth of 500—1000 m with the temperature interval 47—61 °C (Fig. 4). Considering the high content of iodides (31.7—34.7 mg.l⁻¹) thermal water is attractive not only for recreation and tourism, but for balneology as well.

The buried Beša — Čičarovce volcanic complex represents, from the point of view of complex use of earth's heat, at a depth of 500—3,100 m substantially more significant object (Fig. 8).