

## Využití geotermální energie pro výrobu elektrické energie a tepla pro městskou aglomeraci Litoměřice

Vlastimil Myslíl<sup>1</sup>, a Václav Frydrych

### *Exploitation of geothermal energy for the production of electric energy and warm for the town agglomeration of Litoměřice*

*The Municipality of Litoměřice is very actively engaged in actions for an improvement of environmental conditions in the town as well as in its surroundings. The most appropriate solution seems to be the exploitation of geothermal energy using a HDR method for which there are good conditions near the town Litoměřice. Due to relatively high uncertainties of deep underground data as well as the innovativeness of the proposed HDR method, a preparatory exploration phase of the project is necessary.*

*The estimated capacity of the drill is 50 MW. It will be used for the electricity generation and the heat production. The proposed power plant design is 4 MWe and 15 MWt for heating. The proposed technology of the power plant is to be decided (Organic Rankine Cycle or Kalina Cycle).*

*The structure is covered with deposits of the Bohemian Cretaceous Basin. Relics of Permian-Carboniferous basins are found beneath the Cretaceous strata. The sedimentary successions are underlain by relics of metamorphic rocks that, in turn, rest on granites. Several structural systems meet in this area. The systems include: southeastern margin of the Stredohori volcanic complex, the main axis of the "syncline" of the Bohemian Cretaceous Basin, north-south oriented relics of the Permian-Carboniferous basins, and SW-NE oriented Ohre rift. The Litoměřice area was affected by four major phases of tectonic deformation: Cadomian, Caledonian, Hercynian, and Alpine phases.*

**Key words:** geothermal energy, HDR method

### Úvod

Studie geotermálních a vrtných aspektů využití geotermální energie pro výrobu elektrické energie a tepla pro městskou aglomeraci Litoměřice zpracovává firma GEOMEDIA s.r.o.

Zpracování využívá nové podklady geologické, geofyzikální a geotermální, hlavně pokud se týká hlubších struktur Českého masívu. Z celkového pohledu na studovanou problematiku jsou pak vytvářeny nadějně oblasti a z nich je dále rozpracován návrh projektu pro nejnadějnější, při čemž je vzato v úvahu i ekonomické hledisko finanční náročnosti nutných průzkumných prací. Předložené zpracování je podkladem pro stanovení geotermálního potenciálu oblastí města Litoměřice.

Předpokládaný geotermální potenciál pro HDR systém hloubky cca 5 km byl stanoven na 4 MWe a 15 MWt.

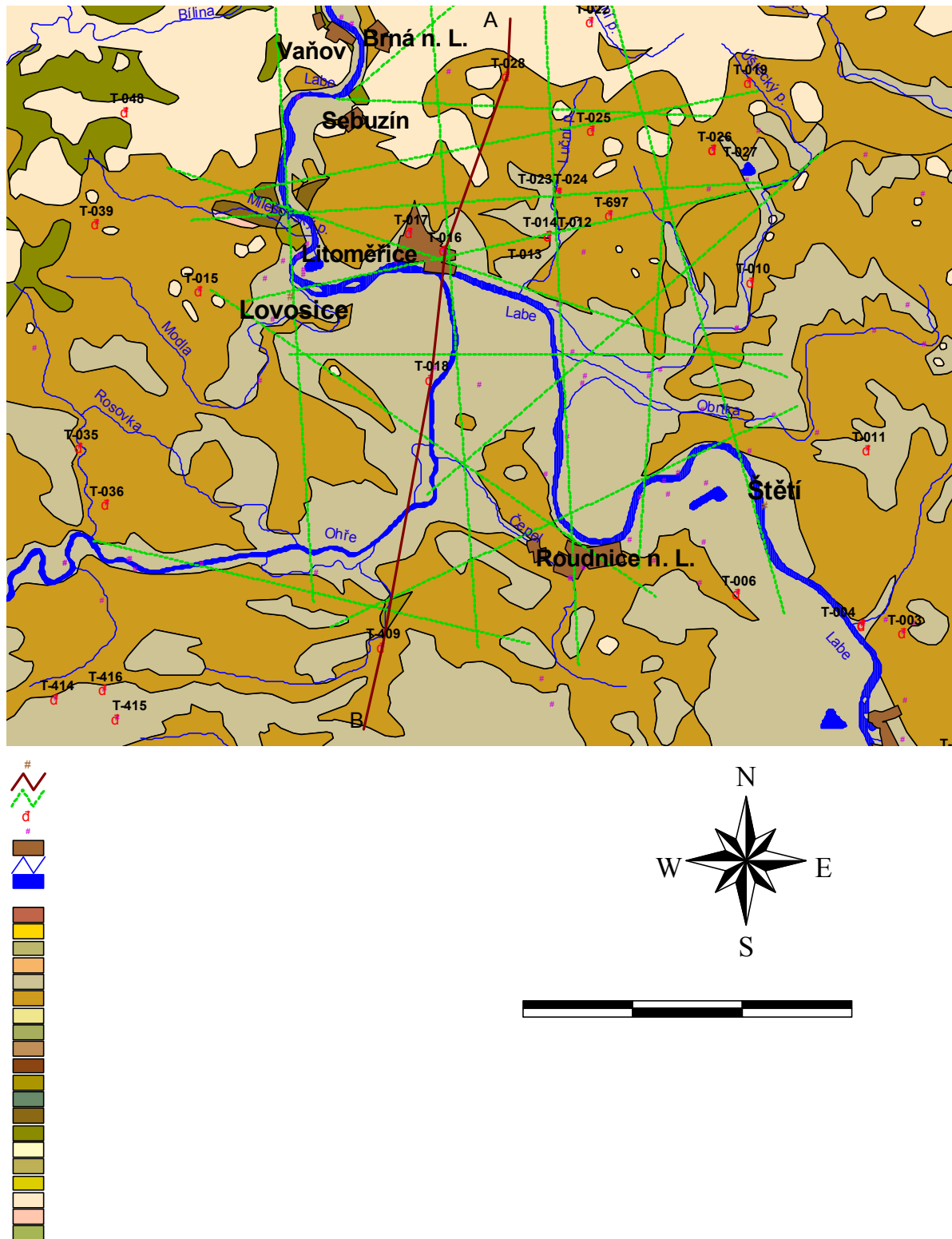
### Základní geologická charakteristika

Struktura je do hloubky několika stovek metrů známá. Je zakrytá křídovými pánevními sedimenty turonského a cenomanského stáří (Obr. 1). Bazální turonské sedimenty a hlavně cenomanské souvrství jsou zvodněné a je zde vytvořena tlaková zvodeň s prohřátou podzemní vodou na cca 30 °C. V jejich podloží je okraj permokarbonské pánve s několika set metrovou mocností sedimentů, převážně vodních a teplotních izolátorů. V těchto horninách velmi stoupá teplotní gradient. Podloží pánevních sedimentů tvoří místy fylity, jinde granodiority či jiné hlubinné vyvřeliny. Mocnost jednotlivých typů těchto hornin není hloubkově ověřena a proto není většinou znám ani teplotní gradient.

Studované území je silně tektonicky porušeno několika systémy, z nichž některé jsou sledovatelné jen v podložních formacích a na povrchu se projevují již jen rozpukáním a menšími výškovými či plošnými posuny. Mladší tektonické projevy využívají a jsou výraznější v místech hlubinných zlomů. Využití hlubšího porušení vytváří složené zlomové struktury, na nichž je v detailu možné identifikovat i více směrů. Tento charakter vykazuje i litoměřický zlomový systém, lužický zlom či okrajový podkrušnohorský zlomový systém, které jsou poskládány ze směrů V – Z, SV – JZ, S – J i SV – JZ, či některých směrů diagonálních. Průběh některých hlubších hlavně V-Z a S-J zlomů je sledovatelný na povrchu většinou jen podle průběhu dnešních vodních toků, které využily rozpukání povrchu sedimentů křídového stáří, nebo i malých pohybů i v terciálních sedimentárních formacích. V různých časových epochách byly bloky zemské kůry posunovány a rotovány, jak vyplývá z paleomagnetických dat a tedy směry ekvatoriální a meridionální se mohou v některých geologických dobách i z části opakovat, nebo změnit i svůj charakter. V permu byl paleomagnetický poledník odchýlen od dnešního zeměpisného poledníku jen asi o 16° a tedy tomuto směru odpovídají prolomy blanická a boskovická brázda

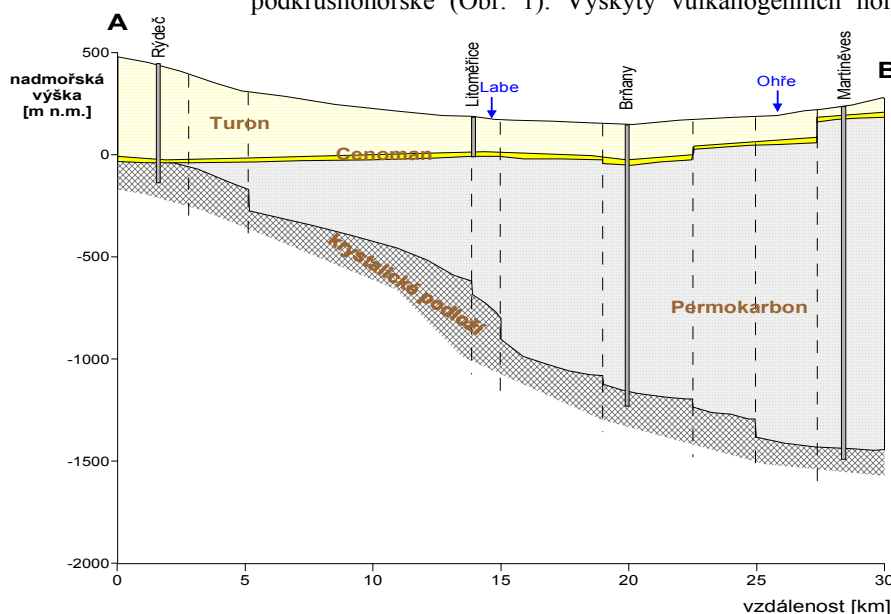
<sup>1</sup> Ing. Vlastimil Myslíl, CSc., Mgr. Václav Frydrych, Geomedia Praha, Česká republika (Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 19. 1. 2007)

v Českém masívu. Permokarbonské pánve v podloží české křídové pánve jsou podle J. Chaloupského (1983) ekvatoriální směru.



Obr. 1. Geologická mapa okolí Litoměřic  
Fig. 1. Geologic map of surroundings of the town Litoměřice

V podloží křídových pánevních sedimentů této oblasti je interpretován a doložen výskyt proterozoických hornin, v nichž jsou ostrovy tektonicky omezených žulových hornin, dioritů a gaber, jakož i bazických vulkanogenních hornin (Malkovský, M., 1979). V podloží křídových sedimentů jsou sledovatelné dva hlavní tektonické systémy: V-Z, S-J staré směry variské a JZ-SV, SZ-JV směry barrandienské a opakované tytéž směry podkrušnohorské (Obr. 1). Výskyty vulkanogenních hornin, žulových masívů a stará

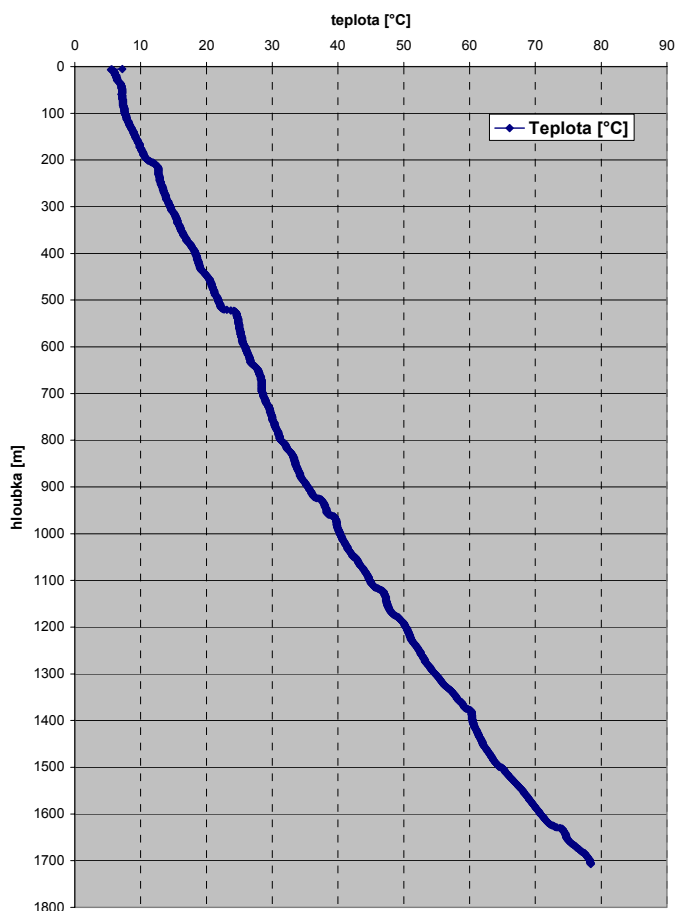


i zmlazená alpská tektonika umožňuje větší výstup zemského tepla. Význam některých tektonických směrů je sledovatelný až do geologicky nejmladší až současné doby průběhem povrchových toků Labe a Vltavy, jejichž průběh toku je v podstatě poskládan ze směrů Z-V, S - J, SZ -JV, případně ze směru sdruženého JZ -SV.

Obr. 2. Schematický geologický řez A-B.  
Fig. 2. The schematic geologic cut A-B.

Studovaná oblast je ještě v úseku, kde probíhá jihozápadně jižní okraj zóny s menší hloubkou kůry k Moho diskontinuitě (Čermák, V., 1980), což je první předpoklad lepšího výstupu zemského tepla z hloubky a významného tepelného potenciálu vrchních částí zemské kůry.

#### T-409 Martiněves - termometrický záznam vrtu



Na řezu severojižního směru (Obr. 2) je konstruováno výrazné starší tektonické porušení území hornin permu a karbonu a tedy také podložního krystalinika, zatímco křídové sedimenty mají tektonické porušení jen méně výrazné.

#### Geotermie

Na níže uvedeném Obr. 3. je zobrazen záznam karotážních teplotních měření na dvou nejhlubším vrtu z okolí Litoměřic. Získaná dokumentace termokarotážních měření a měření teplot v některých vrtech zřetelně dokumentuje vyšší tepelný tok v blízkosti vulkanického bloku Českého Středohoří, který je na jihovýchodě omezen litoměřickým zlomovým pásmem a na severozápadě až severu křížením několika zlomových systémů: podkrušnohorské zlomové pásmo, podélná osa české křídové pánve.

Obr. 3. Termometrický záznam vrtu T-409 Martiněves.  
Fig. 3. Thermometric record of the bore T-409 Martiněves.

Tab. 1. Vrtý v širším okolí Litoměřic s termometrickým měřením.

Tab.1. Bores in the wider surroundings of Litomerice with the thermometric measurement.

číslo	Lokalita	hloubka [m]	geotermální gradient [°C/km]	hloubka rozhraní s podloží [m]	podložní hornina	stáří podložní horniny	teplota [°C]	hloubka měřené teploty [m]
T-001	Střemy	1241	38.195	1220	fylit	proterozoikum	33	809
T-004	Liběchov	1344	44.280	122	jilovec/arkóza	karbon	12.3	124
T-015	Boreč	96	34.500	86	fylit	proterozoikum	12.3	94
T-016	Litoměřice	192	31.200	185	jilovec/arkóza	permokarbon	9.3	192
T-017	Litoměřice	114	24.880	111	pískovec	karbon	11.3	112
T-018	Brňany	1388	39.607	1312	fylit/diorit	proterozoikum	48.3	1250
T-019	Brusov	675	46.28 - 56.14	652	prachovec/jilovec	permokarbon	33.4	650
T-021	Žandov	885	21.113	877	jilovec	permokarbon	26.6	879
T-022	Zubnice	812	45.794	792	arkóza	perm	25.6	389
T-023	Býčkovice	359.3	50.410	56	prachovec	turon	22.7	281
T-027	Habřina	240	56.500	111	pískovec/jilovec	turon	21.5	236
T-028	Rýdeč	584	36.273	525	syenit	proterozoikum	26.3	487
T-030	Těchlovice	598	40.134	542	pískovec	cenoman	29.6	527
T-039	Páleč	139	45.300	128	rula	neznámé	12.5	135
T-114	Svor Rousínov	645	16.670	631	jilovec	permokarbon	10.4	537
T-117	Krásné Pole	645	22.566	633	trachyt	terciér	18.8	510
T-378	Střemy	1128	34.884	1119	fylit	proterozoikum	46.5	1090
T-381	Jelenice	746	29.630	670	fylit	algonkium	26.5	735
T-409	Martiněves	1736	66.180	1679	žula	neznámé	78.4	1707
T-697	Soběnice	345	49.000	341	jilovec	perm	26.1	345

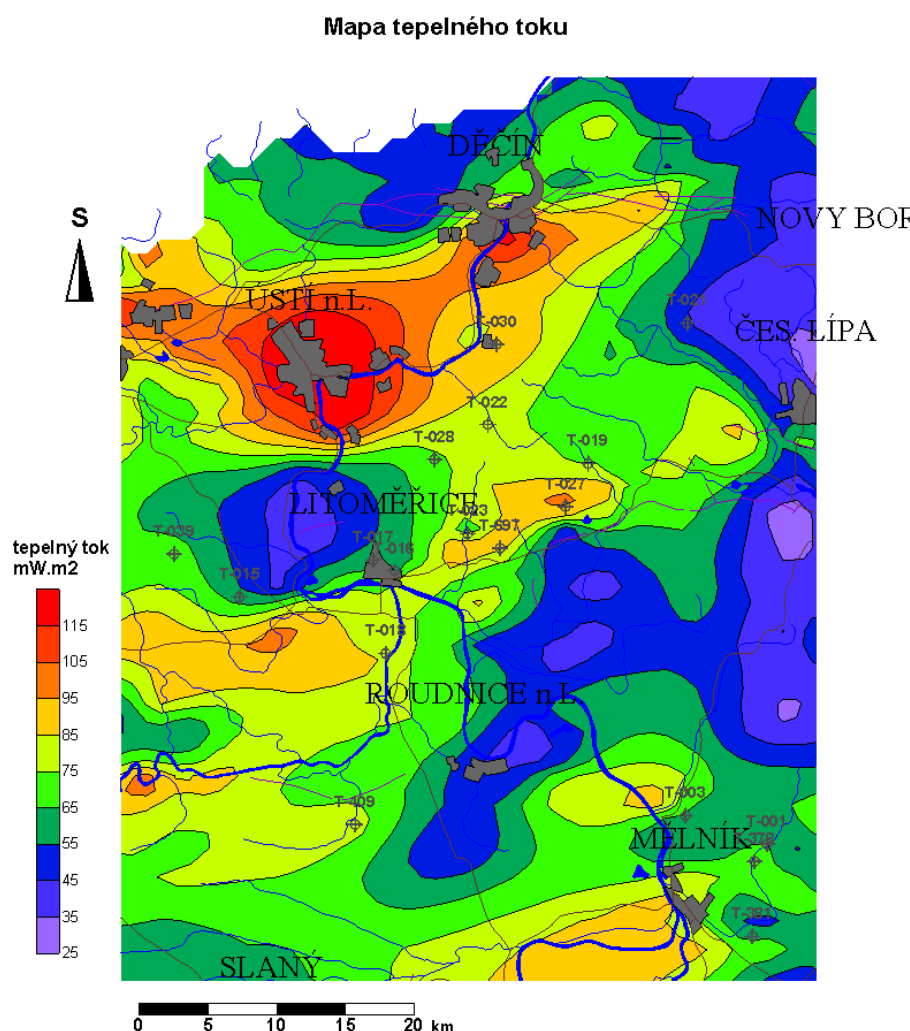
Vrt Martiněves a vrty v Litoměřicích vykazují velmi podobné geotermální charakteristiky vyjádřitelné rovnicí  $y = 4E-6 x^2 + 0,025 x + 8,5$ , z níž lze propočítat předpokládané teploty v hloubce 5 km na  $T = 250 - 270$  °C.

Z geologie a hydrogeologie a po prostudování vrtné dokumentace a její interpretace je možné formulovat základní geotermální charakteristiku nejbližšího okolí Litoměřic:

- překrytí křídovými sedimenty,
- v podloží křídových sedimentů se nacházejí karbonské pánevní struktury, případně permské horniny,
- v podloží sedimentárních hornin jsou hlubinné vyvřeliny žulového typu,
- celková mocnost sedimentárních formací kolem 1000 m,
- stará jízva VVS - ZZJ směru se na povrchu projevuje jako složený litoměřický zlom,
- jižní omezení vulkanitů Českého Středoohoří je V-Z směru,
- jižně od Litoměřic u Braňan je těleso hlubinných vyvřelin – dioritu V-Z směru,
- téměř S-J směr porušení území sledují i průběhy toků Labe a Ohře,
- podélná osa synklinály křídové sedimentární pánve,
- slabé projevy výstupu CO<sub>2</sub>,
- vyšší naměřený tepelný tok až 85 mW·m<sup>-2</sup>.

Na některých vrtech byl zjištěn vysoký teplotní gradient a tedy teplota 130°C by měla být dosažena již v hloubkách od 3 km do 4 km.

Podle současných znalostí je nejperspektivnější území přímo na soutoku Labe a Ohře, kde je křížení zlomů směru V-Z se zlomy sruženými S-J a dále oba hlavní směry Barrandienu, které jsou shodné s mladším směrem podkrušnohorského riftu. K soutokové oblasti Labe a Ohře směřuje také tzv. Lito-měřický zlom, který je poskládaný z několika tektonických systémů. Struktura je tedy velmi příhodná pro využití zemského tepla.



Obr. 4. Mapa tepelného toku širší oblasti Litoměřic.  
Fig. 4. Map of the warm flow in the wide surroundings of Litoměřice.

Na Obr. 4. je zobrazen tepelný tok s uplatněním tepelné vodivosti. Mapa reprezentuje hlavně povrchovou vrstvu do hloubky několik set metrů a jen ojediněle jsou hodnoty vztaženy k hlubším částem struktur, které potom vytvářejí anomální plochy. Tento charakter vykazuje řada hlubších vrtů (vrty Martiněves a Braňany jižně od Litoměřic). Vrty v nejbližším okolí Litoměřic jsou jen mělké do křídových sedimentů a některé ani nezastihly podložní permokarbon.

### Současný stav.

Byl realizován povrchový geofyzikální průzkum, který potvrdil shora uvedené tektonické schema. Seismický průzkum umožnil interpretovat v hloubce cca 2 km rozhraní, které bude ověřeno prvním hlubokým vrtem na okraji litoměřické aglomerace.

Projektovaný vrt do hloubky 2500m je již zahájen a první výsledky potvrzují shora uvedené předpoklady.

### Literatura - References

- Čermák, V.: Geothermal studies and heat-flow map of Czechoslovakia. In: Geodynamic investigation in Czechoslovakia. *Veda, 129-130. Bratislava 1979.*
- Čermák, V.: Mapa tepelného toku v Evropě. Poznámky k její interpretaci, odvozené mapy hlubinných teplot, tepelného toku na rozhraní kůra-plášť a mapa tloušťky litosféry. In: 7. celostátní konference geofyziků. *Sbor. referátů. MS Geofyzika. Brno 1980.*
- Čermák, V., Bodri, L., Rybach, L.: Radioactive heat production in the continental crust and its depth dependence. In: Čermák V., Rybach L. (eds.): Terrestrial heat flow and the lithosphere structure. 23-69. *Springer Verlag. Berlin 1991.*
- Dowgiallo, J.: The Hydrogeothermal Potential of Poland. In: Hydrogeothermics (J.-J. Risler, I. Simmers, Eds.), *IAH International Contributions to hydrogeology, 16, 1 - 19. Verlag Heinz Heise. Hannover 1994.*
- Franko, O., Král, M.: Hydrogeothermics of Czechoslovakia. In: Hydrogeothermics (J.-J. Risler, I. Simmers, Eds.), *IAH International Contributions to hydrogeology, 16, 21 - 42. Verlag Heinz Heise. Hannover 1994.*
- Hazdrová, M., Myslil, V.: Možnosti uplatnění geotermální energie v hlubokých strukturách na území Československa. *ÚÚG. Praha 1977.*
- Hrkal, Z., Myslil, V.: Hydrotermální zdroje v ČR a možnosti jejich využití. *Zpráva ČGÚ 1991. Praha.*
- Jetel, J.: Hydrogeologie a hydrochemie podloží české křídly. *MS Geofond. Praha 1971.*
- Kopecký, L.: Neoidic taphrogenic evolution and young alkaline volcanism of the Bohemian Massif. *Sbor. geol. Věd, Geol. 31, 91-107. Praha 1978.*
- Myslil, V.: Ochrana karlovarských termálních pramenů. *Geol.průzk., 11, 334-335. Praha 1962.*
- Myslil, V., Vaněček, M.: Typizace geologických formací s nízkou tepelnou entalpií geotermálních zdrojů. *Závěrečná zpráva 1995. Praha.*
- Myslil, V., Stibitz, M.: Geothermal Resources of the Czech Republic. *General Overview. Münchner Geol. Hefte, B, 8, 103-107. München 1998.*
- Myslil, V. a kol.: Závěrečná zpráva úkolu VaV, MŽP 630/3/99 – Možnosti využití geotermálních zdrojů pro energetické účely. Využití geotermálních zdrojů v postižených oblastech. *GEOMEDIA Praha 2003.*
- Pačes, T.: Geotermální energie ve světě a možnosti jejího využití v ČSR. *Čas. Mineral. Geol., 28, 1, 103. Praha 1978.*
- Šafanda, J., Čermák, V., Štulc, J.: Geotermika. In: Vrána S., Štědrá V. (eds.), Geologický model západní části Českého masivu ve vazbě na ultrahluboký vrt KTB v SRN. 351-362. *MS Archiv ČGÚ. Praha 1994.*
- Šťovíčková, N.: Hlubinná zlomová tektonika a její vztah k endogenním geologickým procesům. *Československá Akademie Věd. Academia Praha 1978.*