

GEO spol. s r.o. Nitra, Tehelná 48, 949 01 N I T R A

Obchodný Register OS Nitra, oddiel Sro, vložka č. 3283/N, ev.č.geologického oprávnenia :378/93 MŽP SR

P R O J E K T

Názov geologickej úlohy: HGP - *Poľný Kesov – geotermálna energia*

Číslo geologickej úlohy:

...GEO2012

Dátum vyhotovenia:

09.2012

Druh geologických prác:

Hydrogeologický prieskum

Etapa geologického prieskumu:

Podrobný prieskum

Názov obstarávateľa:

ThermalKesov s.r.o.

Vykonávateľ geologických prác:

GEO spol. s r.o. Nitra

Zodpovedný riešiteľ

RNDr. Ján Laurenčík

Vypracoval:

doc.Marian Fendek,CSc

RNDr. Ján Ostrolucký

Konateľ spoločnosti : RNDr. Ján Laurenčík

1 ÚVOD

Projekt geologickej úlohy „*Poľný Kesov – geotermálna energia- prieskumné územie*“, je spracovaný v zmysle štúdie : „*Revitalizácia ThermalKesov* „v rozsahu možnosti architektonického a urbanistického dotvorenia existujúceho areálu jednak výstavbou nových objektov, ako aj úpravou existujúcich tak, aby po ich dobudovaní bol areál schopný poskytovať kvalitné komplexné služby v oblasti krátkodobej rekreácie na báze termálneho kúpaliska. Jednou z priorít je odvrátenie nového geotermálneho vrtu v areáli kúpaliska.

GEO, spol. s r.o. Nitra na základe objednávky a zmluvy č.500GEO2012 spoločnosti ThermalKesov,s.r.o.Poľný Kesov 252 vypracovala projekt geologickej úlohy pre určenie prieskumného územia.

V roku 1982 bola na lokalite Poľný Kesov záverečnou správou ukončená realizácia dvoch geotermálnych vrtov BPK-1 do hĺbky 847 m a BPK-2 do hĺbky 1 200 m (Klago, 1982).

V roku 1982 bola na lokalite Poľný Kesov záverečnou správou ukončená realizácia dvoch geotermálnych vrtov BPK-1 do hĺbky 847 m a BPK-2 do hĺbky 1 200 m (Klago, 1982). Tieto zachytávajú geotermálne vody z hĺbok 350 až 1 190 m. Hydrodynamickými skúškami dokumentovaná výdatnosť voľného prelivu pre vrt BPK-1 bola 0,5 – 0,7 l/s a pre vrt BPK-2 to bolo 3,4 – 4,0 l/s. Odporúčanú výdatnosť 7 – 8 l/s čerpaním z oboch vrtov vzhľadom na ich technický stav už nie je možno dosiahnuť. Súčasná výdatnosť vrtov (4,8 l/s) nepostačuje pre potreby rekreačného zariadenia. Existencia a ďalší rozvoj rekreačného zariadenia je, okrem iného, limitovaný využiteľným množstvom, teplotou a mineralizáciou geotermálnych vôd v záujmovom území.

Spoločnosť ThermalKesov,s.r.o., so sídlom v Poľnom Kesove, plánuje využitie geotermálnej energie na rekreačné účely a vykurovanie objektov. Jej zdrojom majú byť geotermálne vody zachytené prieskumným geotermálnym vrtom FGPK-1. V zmysle platnej legislatívy projektované geologické práce predstavujú hydrogeologický prieskum podzemných vôd na účely zistenia a overenia geologických podmienok na zriaďovanie a prevádzku zariadení na priemyselné využívanie geotermálnej energie. Preto v zmysle zákona č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon) podľa §21 ods. 2 písm. b)3. patria medzi vybrané geologické práce, ktoré možno vykonávať len na prieskumnom území.

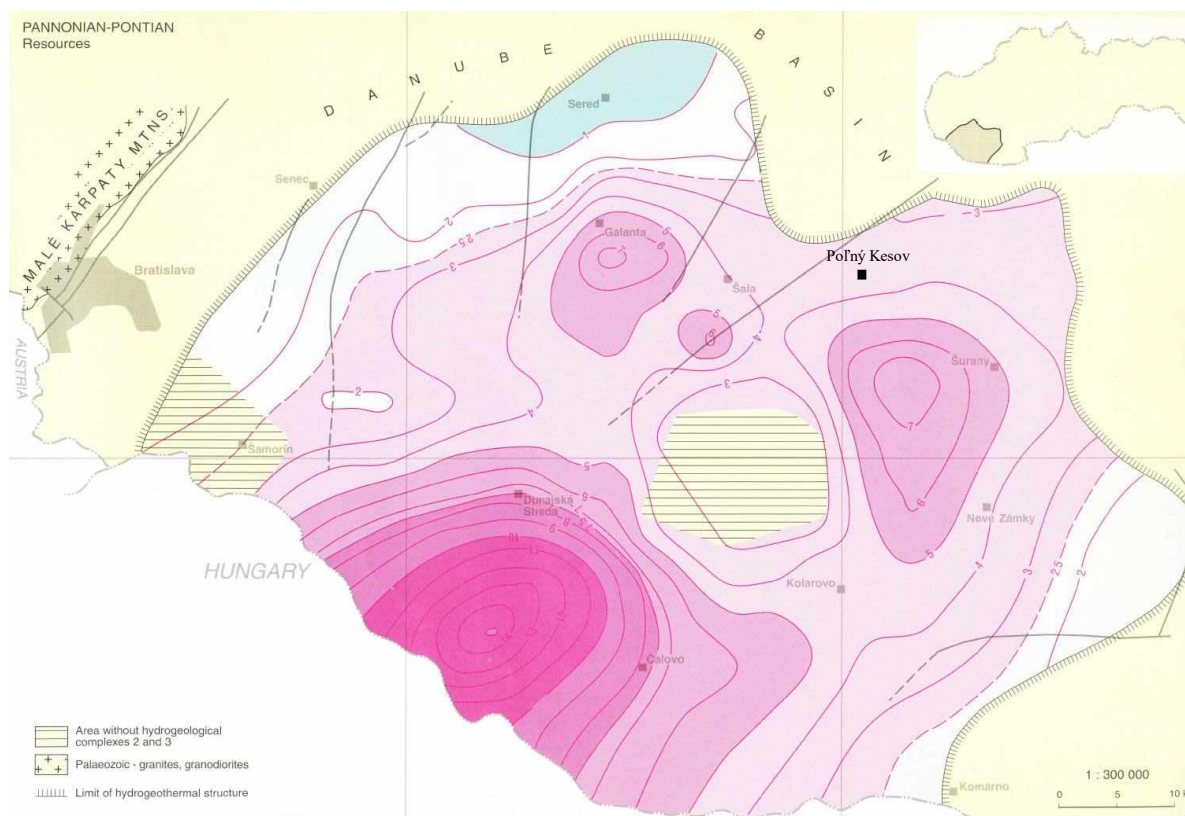
Projekt geologickej úlohy *Prieskumné územie Poľný Kesov – geotermálna energia* je vypracovaný v súlade s ustanoveniami zákona č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach

(geologický zákon) a vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon. Projekt geologickej úlohy v zmysle § 12 ods. 1 zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) vyjadruje cieľ geologickej úlohy, navrhuje a odôvodňuje vybrané druhy geologických prác na riešenie geologickej úlohy a určuje metodický a technický postup ich odborného a bezpečného vykonávania.

2 VYMEDZENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Predkladaný projekt sa realizuje v rámci etapy podrobného hydrogeologického prieskumu (§ 5 ods. 4 písm. b Vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z.z.), pričom podľa ods. 4 písm. b ods. 2 sa ním určujú využiteľné množstvá podzemnej vody na úrovni požadovanej na povolenie na odber podzemnej vody v kategórii B a podľa ods. 6 sa spracúvajú podklady na zriaďovanie a prevádzku zariadení na priemyselné využívanie geotermálnej energie a zneškodňovanie odpadových vôd.

Projekt nadväzuje na výskumnú etapu v rámci prác pre úlohu „Geologický výskum vybraných oblastí SSR z hľadiska využitia geotermálnej energie“ a čiastkovú úlohu „Hydrogeotermálny výskum vybraných oblastí SSR“ (Franko et al., 1984). Ďalej nadväzuje na úlohu „Atlas of Geothermal Resources in Europe“ (Remšík et al., 2002), ktorá v rámci centrálnej depresie podunajskej panvy zdokumentovala prognózy tepelno – energetický potenciál (TEP) predmetného územia (obr.1). Priame hydrogeotermálne údaje zo záujmového územia boli čerpané z úlohy „Poľný Kesov – hydrogeologický prieskum“ (Klago, 1982).



Obr. 1 Tepelno-energetický potenciál (GJ/m^2) geotermálnych zdrojov centrálnej depresie podunajskej panvy (Remšík et al., 2002)

Cieľom geologickej úlohy je hydrogeotermálne zhodnotenie navrhovaného prieskumného územia pre účely lokalizácie prieskumného geotermálneho vrtu FGPK-1, realizácia prieskumného geotermálneho vrtu do hĺbky 1 800 m za účelom overenie možnosti zabezpečenia geotermálnej vody s predpokladanou teplotou $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ na ústí vrtu, výdatnosťou okolo 8 l/s, s celkovou mineralizáciou do 7,5 g/l, chemického typu Na-Cl-HCO₃, zistenie množstva a kvality plynnej zložky viazanej na geotermálnu vodu pre jej následné možné využitie, navrhnutie spôsobu likvidácie využitej geotermálnej vody z vrtov v Poľnom Kesove a celkové vyhodnotenie výsledkov. Prieskumný geotermálny vrt má slúžiť na zachytenie geotermálnej vody v neogénnych sedimentoch, v ktorých kolektory geotermálnych vôd sú tvorené pieskami a pieskovecami panónu.

V rámci podrobného hydrogeologického prieskumu sa uvažuje s nasledovným druhom geologických prác:

- hydrogeotermálne zhodnotenie prieskumného územia,
- návrh lokalizácie prieskumného geotermálneho vrtu FGPK-1,
- technické práce – vrtné práce,
- geofyzikálne práce – karotážne merania,

- poloprevádzkové hydrodynamické skúšky,
- hydrogeochemické terénne a laboratórne práce,
- geologický dozor, zahrňujúci sled a riadenie, geologickú dokumentáciu a vyhodnotenie vrtu, dokumentáciu a vyhodnotenie hydrodynamických skúšok, výpočet využiteľných množstiev podzemnej vody, návrh exploatačných podmienok pre geotermálny vrt, návrh ochranných opatrení pri prevádzke zdroja a návrh ochrany zdroja.

Zhotoviteľom geologických prác bude GEO, spol. s r.o. Nitra zodpovedným riešiteľom úlohy je RNDr. Ján Laurenčík. Projektované geologické práce budú realizované v období rokov 2012 – 2017. Objednávateľom geologických prác je spoločnosť ThermalKesov s.r.o..

3 SPÔSOB RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY – GEOLOGICKÁ ČASŤ

3.1 Východiskové údaje o území

3.1.1 Údaje o územnom začlenení

Navrhované prieskumné územie Poľný Kesov o rozlohe 1,88 km² patrí do Nitrianskeho kraja (č. kódu 4), do okresu Nitra (č. kódu 403) a do katastrálneho územia Poľný Kesov. Ďalšie údaje o územnom začlenení navrhovaného prieskumného územia sú uvedené v tab.1.

Tab. 1 Údaje o územnom začlenení navrhovaného prieskumného územia

Názov katastrálneho územia	Kód IČÚTJ	Názov obce	Kód IČZÚJ	Okres	Kód	Plocha (km ²)	Podiel (%)
Poľný Kesov	848018	Poľný Kesov	500691	Nitra	403	3,71	100

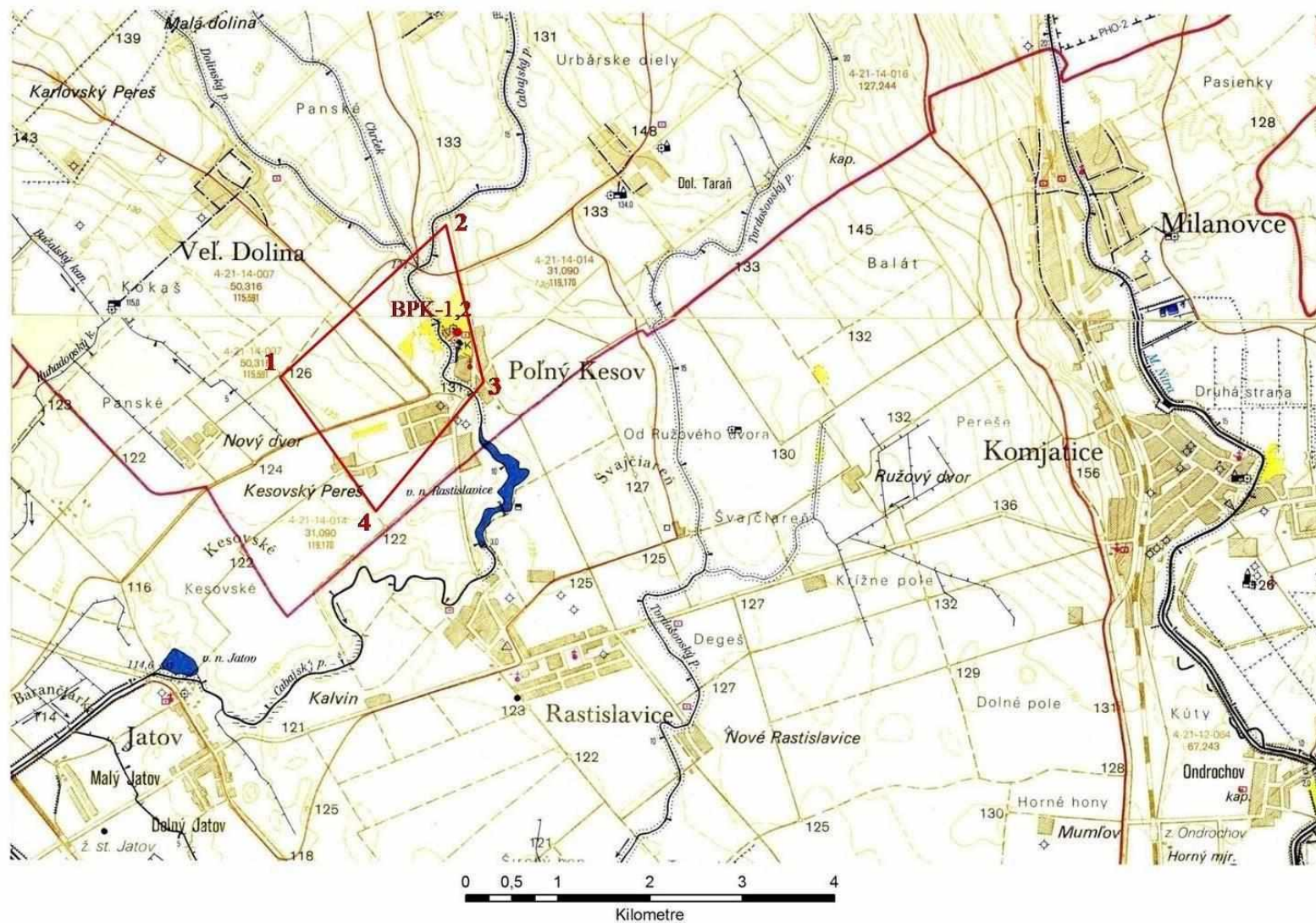
Administratívne začlenenie záujmového územia je uvedené na obr. 2. Vymedzenie navrhovaného prieskumného územia na povrchovej mape v súradnicovom systéme SJTSK je uvedené v tab. 2 a na obr. 3.



Obr. 2 Administratívne začlenenie záujmového územia (Atlas krajiny SR, 2002)

Tab. 2 Vymedzenie navrhovaného prieskumného územia v súradnicovom systéme SJTSK

Lomový bod	X	Y
1	1 285 521,56	502 367,35
2	1 286 579,90	503 663,81
3	1 285 018,85	504 669,23
4	1 283 563,64	502 711,31

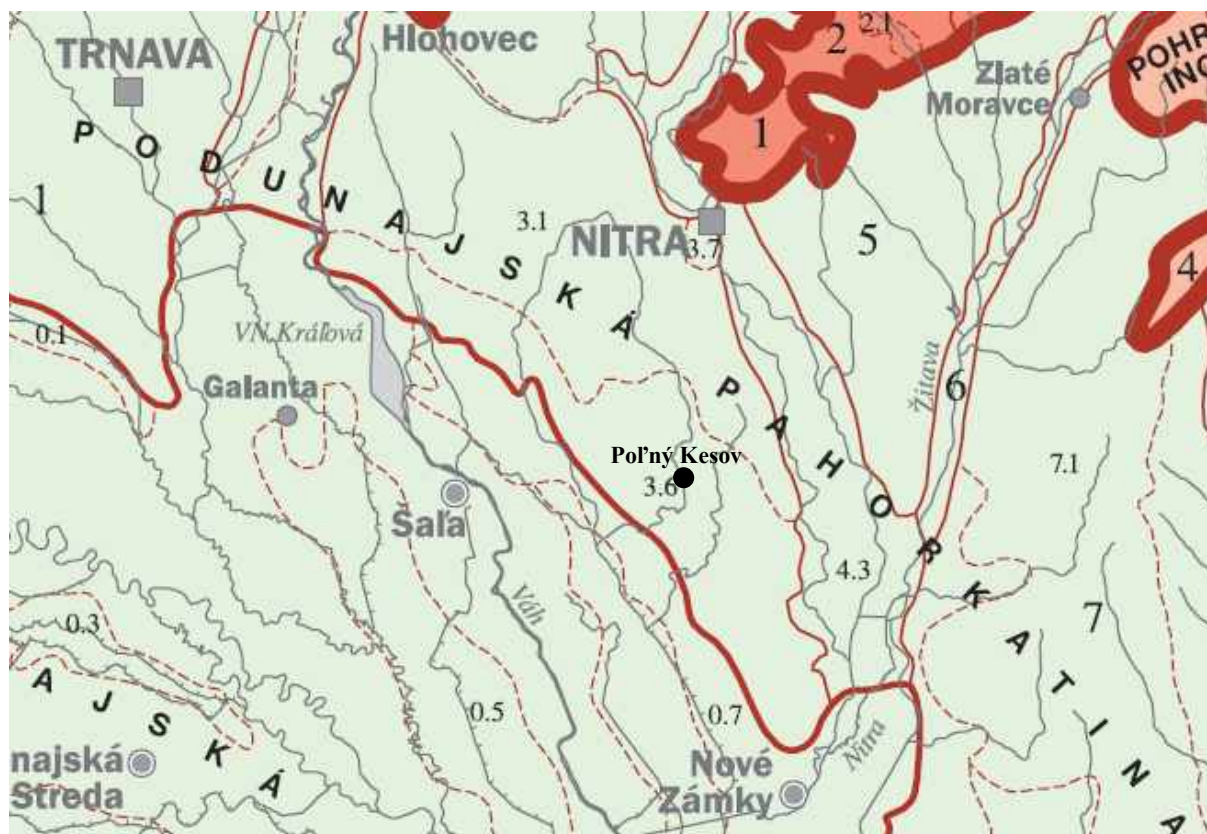


Obr. 3 Prieskumné územie Poľný Kesov

3.1.2 Geomorfologické, klimatické a hydrologické pomery

Záujmové územie z hľadiska geomorfologického členenia Slovenska (Atlas krajiny SR, 2002) patrí do provincie Západopanónska panva, sub-provincie Malá dunajská kotlina, oblasti Podunajská nížina, celku Podunajská pahorkatina, podcelku 3.6 Nitrianska tabuľa (obr. 4).

Územie Podunajskej pahorkatiny má v oblasti Poľného Kesova aj napriek svojmu názvu charakter horizontálne a vertikálne rozčlenenej roviny. Zo západu je ohraničené pohorím Malé Karpaty, zo severu pohoriami Považský Inovec, Strážovská vrchovina a Tribeč. Z východu je ohraničené pohoriami Pohronský Inovec, západnými výbežkami Štiavnických vrchov a Krupinskej planiny. Na juhu susedí s Podunajskou rovinou (obr. 4).



Obr. 4 Geomorfologické začlenenie záujmového územia (Atlas krajiny SR, 2002)

Z pohľadu klimatických oblastí patrí záujmové územie do oblasti teplej (T), okrsku T2: teplého, suchého, s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu v záujmovej oblasti sa pohybuje v rozmedzí 9 – 10 °C, priemerná januárová teplota v rozmedzí -3 – -2 °C, priemerná

júlová teplota v rozmedzí 19 – 20 °C.(tab. 3, obr. 5). Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje v rozmedzí 500 – 550 mm (tab. 4, obr. 6).

Údaje o rozdelení priemernej teploty vzduchu a zrážok v záujmovom území, reprezentované údajmi z klimatologických staníc Nitra a Žihárec pre jednotlivé mesiace, ako aj dlhoročný priemer sú uvedené v tab. 3 a 4.

Priemerný ročný úhrn aktuálnej evapotranspirácie je vyšší ako 450 mm, priemerná hodnota potenciálnej evapotranspirácie dosahuje 700 – 750 mm ročne (Atlas krajiny SR, 2002).

Tab. 3 Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu v °C (1951 – 1980; Petrovič, Šoltís, in Kolektív autorov, 1991)

Stanica		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Nitra 173 m n. m.	1951-80	-1,7	-0,5	4,7	10,1	14,8	18,3	19,7	19,2	15,4	10,1	4,9	0,5	9,7
Žihárec 111 m n. m.	1951-80	-2,1	0,2	4,5	10,0	14,9	18,5	19,7	19,1	15,2	9,8	4,6	0,3	9,6

Tab. 4 Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok v mm (1951 – 1980; Horecká, Valovič in Kol. autorov, 1991)

Stanica		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Nitra 173 m n. m.		48	62	58	75	102	115	116	111	65	91	98	78	692
Žihárec 111 m n. m.		61	68	64	74	83	129	115	104	72	87	97	72	692



Obr. 5 Priemerná ročná teplota vzduchu (Atlas krajiny SR, 2002)



Obr. 6 Priemerný ročný úhrn zrážok (Atlas krajiny SR, 2002)

Z hydrologického hľadiska je záujmové územie odvodňované Cabajským potokom, ktorý patrí do povodia Nitry. Povodie Cabajského potoka patrí do základného povodia č. 4-21-14. Veľkosť plochy povodia je 119,17 km², dĺžka toku 29,2 km, územie obce Poľný Kesov leží

medzi 11. a 12 rkm toku. Pod obcou Poľný Kesov je lokalizovaná vodná nádrž Raslavice, nižšie po toku vodná nádrž Jatov. Cabajský potok juhozápadne od Jatova ústí do Dlhého kanála, ktorý bol pôvodne vybudovaný ako umelý kanál, v súčasnosti slúži ako prirodzený tok – recipient povrchových vôd s plochou povodia 428 km² (Anon, 2000). Režim odtoku je dažďovo-snehový, s obdobím akumulácie v mesiacoch december – január, najvyššie vodnosti sú dosahované v mesiacoch február – apríl s maximom v mesiaci marec. Minimá vodnosti sú typické pre september, podružné zvýšenie vodnosti koncom jesene a začiatkom zimy je výrazné.

3.1.3 Hydrogeotermálne pomery

Hydrogeotermálna preskúmanosť

Prvou prácou zaoberajúcou sa problematikou termálnych vôd neogénu podunajskej nížiny je práca Porubského z roku 1970. Prvé informácie o termálnych vodách zistených pri realizácii vyhľadávania uhl'ovodíkov v centrálnej depresii podunajskej panvy prináša práca Gažu v roku 1972. Základným podkladom pre hydrogeotermálny výskum perspektívnej oblasti alebo štruktúry bolo jej geologické zhodnotenie z hľadiska výskytu a rozšírenia zdrojov geotermálnej energie, ktoré predstavovalo syntézu existujúcich geologických, geofyzikálnych, hydrogeologických, geotermických a hydrochemických poznatkov. Toto zhodnotenie vyústilo do návrhu na realizáciu výskumných geotermálnych vrtov a zároveň slúžilo na vypracovanie geologického projektu na ich realizáciu. Týmto spôsobom boli zhodnotená centrálna depresia podunajskej panvy (Franko – Gaža, 1972) a Zlatomoravecký záliv (Remšík et al., 1989), do územia ktorých rôzni autori zaraďujú navrhované prieskumné územie.

Výsledky dosiahnuté pri realizácii geotermálnych vrtov v Poľnom Kesove sú zhrnuté v záverečnej správe vypracovanej Klagom (1982). Výsledky postupného a systematického regionálneho geologického výskumu geotermálnej energie pomocou vrtov v centrálnej depresii podunajskej panvy priniesli práce Franka et al. (1984, 1989). Hydrogeotermálne zhodnotenie oblasti Galanty podáva práca Bondarenkovej et al. (1998). Súhrnné hodnotenie geotermálnych vôd podunajskej a viedenskej panvy podávajú práce Remšíka (1987) a Remšíka et al. (1990). Všetky tieto práce sa zaoberajú komplexným hydrogeotermálnym vyhodnotením príslušnej oblasti, sú v nich vymedzené štruktúry geotermálnych vôd, poznané je priestorové rozšírenie geotermálnych vôd,

ich chemické zloženie, hydraulické a geotermické parametre, hodnotené je obnovované a neobnovované využiteľné množstvo geotermálnej energie.

Problematike reinjektáže tepelne využitých geotermálnych vôd v centrálnej depresii podunajskej panvy je venovaná práca Fendeka a Bodiša (1988). Tlakové pomery v kolektoroch geotermálnych vôd pre túto oblasť hodnotí práca Fendeka (1993).

Poznatky získané počas viac ako dvoch desaťročí výskumu geotermálnych zdrojov na Slovensku sú komplexne zhrnuté v „Atlase geotermálnej energie Slovenska“ (Franko, Remšík, Fendek, Eds., 1995). V textovej časti atlasu je uvedený súhrn geologických, geofyzikálnych, hydrogeotermických a geochemických poznatkov, ktoré boli získané počas skúmania geotermálnej energie. Základom sú poznatky, ktoré boli získané hlavne základným výskumom, pri ktorom sa podstatne rozšírili poznatky o terciérnej výplni panví a kotlín, o predterciérnom podloží celých vnútorných Západných Karpát a hlavne o teplotnom poli, tepelnom poli a hydrogeotermálnych pomeroch. Geotermálna aktivita územia je znázornená v mapách, ku ktorým patria – tematická geotermálna mapa, mapa tepelného toku na povrchu, mapa tepelného toku na Moho-diskontinuitu, geotermálne mapy Slovenska, mapy geotermálnej aktivity vymedzených oblastí, hydrogeotermálne mapy vymedzených oblastí, mapy technologických vlastností geotermálnych vôd a ich likvidácie po tepelnom využití. Mapy sú doplnené rezmi, karotážnymi profilmi geotermálnych vrtov a tabuľkami s údajmi získanými geologickými prácami.

Poznatky o geotermálnych zdrojoch Slovenska zo základného výskumu sa stali súčasťou „Atlasu geotermálnych zdrojov Európy“ (Remšík et al., 2002). Súčasťou tohto atlasu je stručná hydrogeotermálna charakteristika s hodnotením zdrojov perspektívnych oblastí, pričom detailnejšie sú tu hodnotené Liptovská kotlina a centrálna depresia Podunajskej panvy.

Výsledky geologického výskumu a prieskumu zdrojov geotermálnych vôd na Slovensku boli použité pre zostavenie mapy „Zdroje geotermálnych a minerálnych vôd“ (Fendek et al., 2002), ktorá je súčasťou Atlasu krajiny Slovenskej republiky, vydaného MŽP SR a SAŽP v r. 2002. Na mape je schematicky znázornená geologická stavba územia, hlavné kolektory geotermálnych vôd, perspektívne oblasti alebo štruktúry geotermálnych vôd, výdatnosti a teplota zdrojov, ako aj tepelný výkon geotermálnych vôd. Tieto výsledky tiež umožnili zostavenie

metodiky vyhľadávania, hodnotenia a bilancovania množstva geotermálnej vody a geotermálnej energie (Fendek et al., 2005).

Geologické pomery

Navrhované prieskumné územie podľa niektorých autorov (napr. Klagó, 1982) patrí do komjatickej depresie (Zlatomoravecký záliv). Vzhľadom na to, že projektovaným geotermálnym vrtom FGPK-1 budú vo vzťahu k jeho hĺbke zabudované ako kolektory geotermálnych vôd sedimenty panónu, nebudeme sa venovať geologickej stavbe terciérneho podložia komjatickej depresie, ale iba sedimentom neogénu.

Najstaršie sedimenty sa v komjatickej depresii uložili v strednom bádene (špačinské súvrstvie). Špačinské súvrstvie je litologicky tvorené prevažne vápnitými ílmi a pieskami. Štrkové polohy sú zriedkavé. Komjatická depresia bola v strednom bádene vymedzená zlomami a mala tvar úzkeho morského zálivu, ktorého os bola orientovaná v smere SV - JZ. Rozšírenie sedimentov stredného bádenu je lokalizované na centrum depresie, ktorá dosahuje šírku cca 10 km. Úzky gráben sa smerom na juh resp. juhozápad postupne rozširuje.

Od obdobia vrchného bádenu (pozbianske súvrstvie) bola oblasť postupne vysladzovaná, avšak obdobie sarmatu znamená novú transgresiu (Priehodská, Harčár, 1988). Depresia sa rozširovala od svojej SV - JZ orientovanej osi založenej v strednom bádene na obe strany tak, že na jednotlivé etáže predterciérneho podložia segmentovaného stále mladšími zlomami transgredovali postupne stratigraficky mladšie sedimenty. Litologicky sú horniny vrchného bádenu temer identické so sedimentami stredného bádenu. Na vulkanických horninách Kozmálovských vrškov sú prvým transgresívnym horizontom až klastiká sarmatu.

Sarmat (vrábeľské súvrstvie) znamená novú transgresiu, ale litologicky je temer totožný s pozbianskym súvrstvím. Vrábeľské súvrstvie transgreduje aj na vulkanity na juhovýchodnej strane Kozmálovských vrškov, pričom v jeho nadloží sú sedimenty pliocénu, prítomné len vo vrte GK-6 (Biela, 1978), a pomerne hrubý (40 m – 20 m) pokryv kvartéru. Z hľadiska neprítomnosti sedimentov vrchného miocénu a pliocénu je zrejmé, že táto časť komjatickej priehlbiny má po sarmate odlišný vývoj ako jej centrálna časť.

Panón (ivánske súvrstvie) je v celej oblasti komjatickej priehlbiny vyvinutý vo fácií jemnozrnných sedimentov (íly, silty, jemnozrnné pieskovce) a transgreduje severozápadným

smerom na svahy Tribeča, kým na juhovýchode v oblasti Kozmálovských vrškov boli sedimenty panónu zistené v nepravidelne vyvinutých akumuláciách a pôvodne tu panón sedimentoval len v lokálnych zálivoch medzi neovulkanitmi. Hrúbka sedimentov panónu dosahuje 915 m vo vrte VR-1 a 693 m vo vrte ZLM-1 (Biela, 1978).

Oblasť komjatickej priehlbiny na konci panónu a v ponte (beladické súvrstvie) nadobúda charakter okrajového plytkovodného zálivu, v ktorom postupne prevažuje sladkovodná sedimentácia. Litologicky predstavuje beladické súvrstvie striedanie ílov, uholných ílov, lignitov a pieskov. Výzdvih oblasti v ponte bol spojený s čiastočnou prestavbou štruktúrneho plánu v dôsledku zmenenej orientácie paleonapätia. V zmenenom tektonickom režime sa aktivovali poklesové zlomy SZ - JV až ZSZ - VJV smeru, pričom celá oblasť poklesávala generálne k juhu až k juhozápadu, kde sedimentácia pokračovala v nezmenených podmienkach. Dokladom je vyzdvihnutá kryha v oblasti vrtu ZLM-1 a obmedzenie hnedouholnej panvičky pontského veku v oblasti Žirany – Jelenec – Beladice, ako aj stupňovité poklesávanie Tribeča a Kozmálovských vrškov smerom k juhozápadu. Transgresia pontu postupovala priamo na sedimenty sarmatu v oblasti Mochoviec a Kozároviec pozdĺž zlomov a grábenov orientovaných v smere SZ - JV, pričom sedimentácia neprekročila hrásť Kozmálovských vrškov v smere na juhovýchod.

Pliocén – dák (volkovské súvrstvie) je produktom sladkovodnej limnickej a fluviatilno - limnickej sedimentácie (Priečhodská, Harčár, 1988). Sedimenty dáku vznikali ako súčasť pliocénnej delty rieky Hron, ktorá tiekla z oblasti stredného Slovenska smerom na juhozápad a ústila do jazera v komjatickej priehlbine. V oblasti Vrábel sú zastúpené predovšetkým deltové sedimenty (nemčinianske piesky, striedané so zriedkavými preplástkami ílov. Ďalej k juhozápadu postupne prevládajú typy limnickej sedimentácie. Sedimenty dáku znamenajú rozšírenie sedimentačného priestoru komjatickej priehlbiny do jej okrajových častí a transgredujú tak na juhovýchodný okraj Tribeča, ako aj na severozápadný okraj Kozmálovských vrškov.

Koniec pliocénu a začiatok kvartéru znamená novú štruktúrnu prestavbu komjatickej depresie. Oblasť centrálnej časti priehlbiny medzi Tribečom a Kozmálovskými vrškami je charakterizovaná zdvihom, čím bola podmienená erózia a rozrušovanie starších útvarov a foriem reliéfu, najmä vrchnopliocénnej poriečnej rovne (Priečhodská, Harčár, 1988).

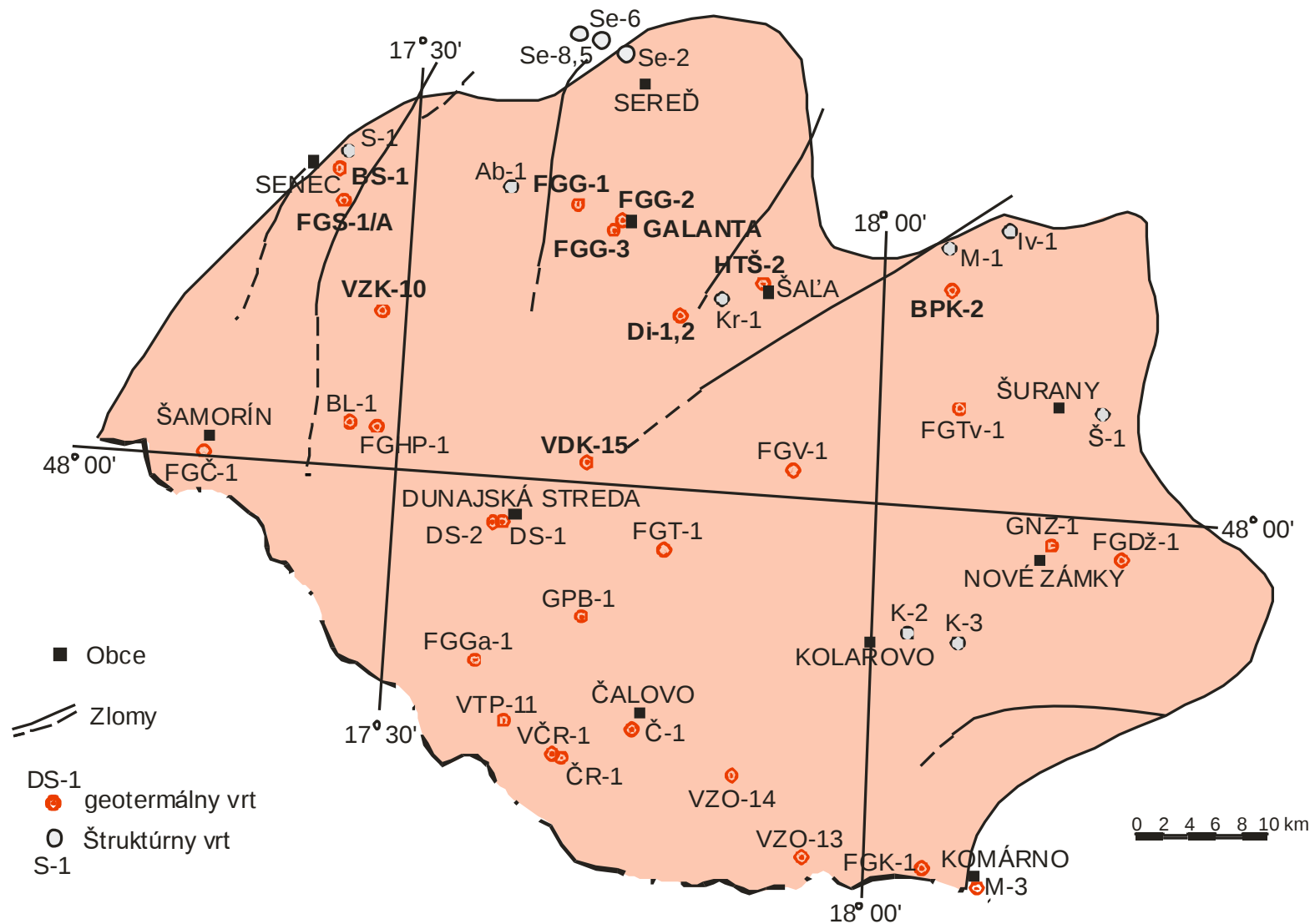
V beladickom súvrství (panón a pont) boli geotermálne vody zachytené vrtom G-1 Komjatice v intervale 1 509 – 1 700 m, s teplotou 78 °C na ústí vrtu, pri výdatnosti 12 l/s

a mineralizáciou 20 g/l a Na-Ca-Cl-HCO₃ chemickým typom. Z vrtov realizovaných za účelom prieskumu na uhľovodíky máme informáciu o hĺbke prítoku a mineralizácii vody. Vo vrte I-1 Ivanka bol z tohto súvrstvia prítok z hĺbkového intervalu 1 425 – 1 452 m s mineralizáciou vody 4,8 g/l a Mg-Na-Ca- HCO₃-Cl typom a z vrtu M-1 Mojmírovce z intervalu 1 518 – 1 531 m s mineralizáciou 18,9 g/l a Na-Cl typom vody.

Vzhľadom k litostratigrafickému vývoju sedimentov, podmienkam výskytu a fyzikálno-chemickým vlastnostiam geotermálnych vôd na lokalite Poľný Kesov, preukázaných realizovanými geotermálnymi vrtmi BPK-1 a BPK-2, prikláňame sa k názoru autorov Franko et al. (1984) resp. Franko, Remšík, Fendek Eds. (1995), že predmetné územie z regionálno-hydrogeotermálneho pohľadu patrí do centrálnej depresie podunajskej panvy, ktorá je na juhozápade ohraničená tokom Dunaja medzi Bratislavou a Komárnom, na severozápade Malými Karpatmi, na severovýchode dobrovodským zlomom (ludinská vetva) a na juhovýchode zhruba tokom Nitry. Viacerými vrtmi sa v jej severozápadnej a juhovýchodnej časti v predterciérnom podloží zistilo kryštalínium (kryštalické bridlice, granitoidy). Podľa geologického vývoja podunajskej panvy sa dá predpokladať, že celé predterciérne podložie centrálnej depresie buduje karpatské kryštalínium, takže v predterciérnom podloží niet vhodných kolektorov geotermálnych vôd (Franko et al., 1994). Výplň depresie tvoria sedimenty kvartéru a rumanu (štrky, piesky), dáku, pontu a panónu (striedanie ílov a piesčitých ílov s pieskami až pieskovcami). Depresia sa vyvíjala v panóne až pliocéne a má brachysynklinálnu stavbu s centrom hĺbky v oblasti Gabčíkova, kde bol realizovaný geotermálny vrt FGa-1.

Hydrogeotermálne pomery

V centrálnej depresii boli získané geotermálne vody s teplotou na ústí vrtu 19 – 91 °C pomocou 42 geotermálnych vrtov hlbokých 300 – 2 800 m. Lokalizácia vybraných geotermálnych vrtov je znázornená na obr. 7. Výdatnosť vrtov pri voľnom prelive bola 0,1 – 25,0 l/s, mineralizácia vody 0,5 – 20,1 g/l a tepelný výkon vrtov 0,01 – 6,8 MW_t.



Obr. 7 Lokalizácia vybraných geotermálnych vrtov

Nádrž geotermálnych vôd bola zvrchu vymedzená rovinou v hĺbke 1 000 m (nachádzajú sa tu vody s teplotou okolo 40 °C), zboku a zospodu relatívne nepriepustným podložím (prevaha ílov – izolátor), ktoré upadá zo všetkých strán do stredu, kde leží pravdepodobne v hĺbke okolo 3 400 m (vrt FGa-1). Hlavným kolektorom geotermálnych vôd sú piesky a pieskovce panónu a pontu. V strednej časti depresie sú kolektormi geotermálnych vôd aj piesky až pieskovce dáku. Íly vystupujú vo funkcii izolátora (Remšík et al., 1990).

Maximálna dĺžka rezervoáru v hĺbkovej úrovni 1 000 m v smere SV-JZ je 60 km a v smere SZ-JV 75 km. Maximálna hrúbka nádrže v jej strede je okolo 2 400 m, jej objem tvorí 4 031 km³, z čoho kolektory predstavujú okolo 1 371 km³ (34 %). Zastúpenie kolektorov od okraja depresie smerom do jej stredu klesá, a to zo 40 – 50 % na 20 – 30 %, čo súvisí s vytrácaním sa kolektorov s narastajúcou hĺbkou, resp. hrúbkou nádrže.

Podľa litológie je v nádrži a v jej nadloží vyčlenených šesť hydrogeologických celkov, ktoré predstavujú určité samostatné komplexy s rôznym podielom zastúpenia kolektorov a izolátorov. Tieto hydrogeologické celky nerešpektujú stratigrafiu neogénnych stupňov, lebo vrstvy kolektorov a izolátorov sa vo vertikálnom smere nepravidelne striedajú a v horizontálnom smere tiež nepravidelne vyklíňujú, čo odráža zložitost' neogénnej sedimentácie v depresii. Hrúbka jednotlivých celkov sa pohybuje od 5 do 1 174 m a ich stručná charakteristika je nasledovná (Fendek et al., 1988):

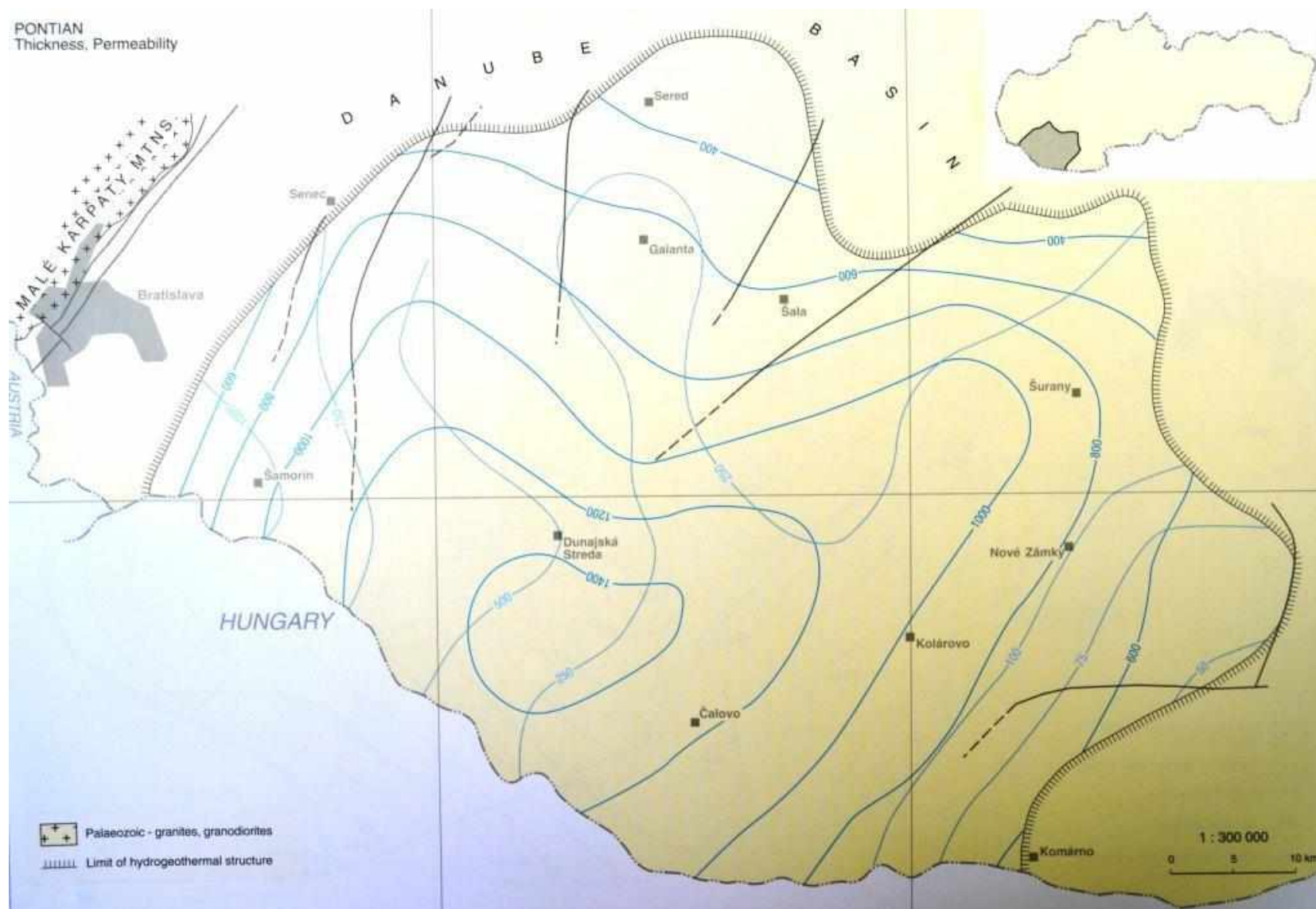
- Komplex kolektorov reprezentovaných vrstvami štrkov, piesčitých štrkov a pieskov (ruman – kvartér). Miestami sú prítomné tenké nesúvislé vrstvy ílov. Hrúbka celku sa pohybuje v intervale 5 – 462 m, pre 60 % prípadov v intervale 5 – 75 m a leží vždy v nadloží druhého hydrogeologického celku.
- Komplex s prevahou kolektorov nad izolátormi, v ktorom sa striedajú hrubé a tenké vrstvy pieskov resp. pieskovcov s tenkými vrstvami ílov a slieňov (sarmat – pont). Celok dosahuje hrúbku 187 – 567 m a vyskytuje sa v hĺbkovom intervale 276 – 1 877 m.
- Komplex s približne rovnakým zastúpením kolektorov a izolátorov (tolerancia ± 13 %) reprezentovaných striedaním vrstiev pieskov, štrkov, ílov a piesčitých ílov (panón – rumán). Celok dosahuje hrúbku 55 – 1 174 m a vyskytuje sa v hĺbkovom intervale 5 – 2 800 m.

- Komplex s výraznou prevahou izolátorov nad kolektormi reprezentovaný striedaním vrstiev ílov hrubých 3 – 88 m a vrstiev pieskov až pieskovcov hrubých 3 – 12 m (pont – dák). Celok dosahuje hrúbku 309 – 924 m a vyskytuje sa v hĺbkovom intervale 124 – 2 130 m.
- Komplex s prevahou izolátorov nad kolektormi reprezentovaný striedaním menej hrubých vrstiev ílov 3 – 17 m a vrstiev pieskov až pieskovcov hrubých 3 – 7 m (sarmat – ruman). Celok dosahuje hrúbku 132 – 1 121 m a vyskytuje sa v hĺbkovom intervale 129 – 2 450 m.
- Komplex izolátorov reprezentovaný absolútnou prevahou hrubých vrstiev ílov nad ojedinelými tenkými vrstvami pieskov resp. pieskovcov (báden – ruman). Celok dosahuje hrúbku 95 – 950 m a vyskytuje sa v hĺbkovom intervale 100 – 3 000 m. Typické pre tento celok je, že vytvára nepriepustné podložie pre ostatné hydrogeologické celky, a tým vlastne aj pre celú hydrogeotermálnu štruktúru.

Centrálna depresia sa vyznačuje zvýšenou aktivitou geotermického poľa. Geotermický gradient pre hĺbkový interval 0 – 2 500 m sa pohybuje v rozmedzí 34,1 – 43,7 °C/km, jeho priemerná hodnota je 39,1 °C/km. Hustota tepelného toku kolíše v rozmedzí 60 – 90 mW/m², priemerná hodnota je 76 mW/m².

Z hľadiska teploty sa tu nachádzajú hlavne nízko teplotné zdroje, v hlbších častiach i stredne až vysoko teplotné zdroje. Hydrogeologicky ide o štruktúru pravdepodobne s medzivrstvovým pretekaním, medzizrnovou priepustnosťou a napätou hladinou geotermálnych vôd. Zo štruktúrneho hľadiska je to polootvorená hydrogeotermálna štruktúra (má prirodzenú infiltračnú a akumuláciu a nemá výverovú oblasť). Zdrojom dotácie je nádrž obyčajných podzemných vôd v sedimentoch kvartéru a rumanu.

Na geotermálnych vrtoch boli realizované hydrodynamické merania z úsekov hrúbky 87 – 592 m, pričom zistená efektívna hrúbka kolektorov geotermálnych vôd sa pohybovala v intervale 34 – 192 m. Koeficient prietochnosti kolektorov geotermálnych vôd sa pohybuje v intervale od $3,6 \cdot 10^{-3}$ do $4,9 \cdot 10^{-6}$ m²/s a koeficient filtrácie v intervale $3,8 \cdot 10^{-5}$ – $6,1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Kolektory geotermálnych vôd s najvyššími hodnotami hydraulických parametrov sa nachádzajú v strednej časti depresie, ich hodnoty klesajú severným až severovýchodným smerom k jej okraju (obr. 8). Piezometrické výšky geotermálnych vôd sú na obr. 9.



Obr. 8 Hrúbka sedimentov pontu a ich priemerná priepustnosť (Remšík et al., 2002)



Obr. 9 Hĺbka uloženia stropu sedimentov pontu a piezometrické výšky geotermálnych vôd

Z komplexného vyhodnotenia tlakových pomerov centrálnej depresie podunajskej panvy vyplynulo, že piezometrický gradient sa v tejto hydrogeotermálnej štruktúre pohybuje v intervale $1,2 \cdot 10^{-4} - 5,9 \cdot 10^{-4}$, pričom nižšie hodnoty sú charakteristické pre východnú časť štruktúry. Z obr. 9, na ktorom sú piezometrické výšky geotermálnych vôd vidíme, že prirodzený smer prúdenia geotermálnych vôd za statických podmienok v západnej časti je sever-juh a vo východnej časti je to severozápad-juhovýchod.

Vzhľadom na nízke hodnoty piezometrického gradientu a priemerné priepustnosti kolektorov, na ktoré sú viazané geotermálne vody v centrálnej depresii podunajskej panvy, je efektívna rýchlosť pohybu geotermálnych vôd v priemere okolo 0,3 – 1,8 m za rok, čo svedčí o značnej stagnácii geotermálnych vôd za takých prírodných podmienok, aké boli dokumentované realizovanými geotermálnymi vrtmi (Fendek, 1993).

Základnou zákonitosťou priestorového rozdelenia chemického zloženia geotermálnych vôd centrálnej depresie je jeho úzky vzťah ku hĺbke pod povrchom, ktorý však má v tejto oblasti špecifické črty. Môžeme pozorovať zákonité hĺbkové zmeny chemického zloženia vôd z týchto hľadísk (Franko et al., 1984):

1. Rast hodnoty celkovej mineralizácie s hĺbkou. Treba však poznamenať, že gradient mineralizácie na okrajoch depresie je vyšší ako v jej centrálnej časti, čo je spôsobené misovitou geologickou stavbou panvy. Možno predpokladať, že v centre depresie by gradient mineralizácie bol podobný ako na jej okrajoch od hĺbky cca 300.
2. Pokles nátriovo-hydrogénuhličitanovej zložky A_1 s hĺbkou.
3. Rast nátriovo-chloridovej zložky $S_1(Cl)$ s hĺbkou.
4. Pokles pomeru HCO_3/Cl s hĺbkou.

V súlade s týmito zákonitosťami možno geotermálne vody centrálnej depresie podunajskej panvy podľa chemického zloženia rozdeliť do piatich skupín, ktoré predstavujú kontinuálne hydrogeochemické pole, ktorého charakter sa nemení skokom, ale plynule a závisí od štruktúrno-litologických, hydrodynamických, paleohydrogeologických, tektonických a iných faktorov, ktoré ho ovplyvňujú.

Prvú skupinu predstavujú geotermálne vody výrazného nátriovo-chloridového typu s mineralizáciou nad 10 g.l^{-1} . Sú typické pre hlbšie uložené kolektory bádenu, sarmatu a panónu. Hodnota ich celkovej mineralizácie sa pohybuje od 11,65 g/l do 126,4 g/l. Sú charakterizované výraznou $S_1(Cl)$ zložkou a pomerne nízkou hodnotou, resp. absenciou A_1 zložky. Pomer $HCO_3(Cl)$ je veľmi nízky, jeho najvyššia hodnota je 0,271, čo poukazuje na hydrochemickú

uzatvorenosť štruktúr v súčasnosti. V rámci tejto skupiny možno vyčleniť vody, ktoré majú zastúpenú zložku $S_2(Cl)$ a sú bez A_1 zložky.

Druhú skupinu predstavujú geotermálne vody výrazného natriovo-chloridového typu s mineralizáciou od 5 g/l do 10 g/l. Sú geneticky viazané na piesky až pieskovce panónu a pontu. V modeli hydrogeochemického poľa ležia v kolektoroch uložených vyššie ako vody prvej skupiny.

Prechod medzi druhou a štvrtou skupinou vôd tvoria geotermálne vody natriovo-chloridového typu s prítomnosťou zložky A_1 nad 30 c.z.%, resp. natriovo-hydrogénuhličitanového typu s prítomnosťou zložky $S_1(Cl)$ nad 30 c.z.%. Sú geneticky prevažne viazané na kolektory pontu v hydrogeochemicky polozatvorených štruktúrach, čomu nasvedčuje ich samotné chemické zloženia, a z toho vyplývajúce hodnoty HCO_3/Cl vyššie ako 1. Ich celková mineralizácia sa pohybuje od 2,72 g/l do 8,73 g/l a závisí hlavne od stupňa ich degradácie (čím vyšší je podiel $S_1(Cl)$ zložky, tým je vyššia celková mineralizácia), resp. od množstva CO_2 , ktorý intenzívne pôsobí na dva mineralizačné procesy a to rozpúšťanie karbonátov a iónovýmenu, ktorú niekoľkonásobne zvyšuje vplyvom H^+ iónov.

Geotermálne vody natriovo-hydrogénuhličitanového typu s mineralizáciou od 1 g/l do 5 g/l sú charakteristické hlavne pre kolektory pontu a dáku, resp. dobre „premyté“ štruktúry panónu. Natriovo-chloridová zložka týchto vôd je pomerne nízka, jej hodnota je nižšia ako 30 c.z.% a pohybuje sa od 1,2 c.z.% do 24,06 c.z.%. Tejto skutočnosti zodpovedajú aj vyššie hodnoty pomeru $HCO_3(Cl)$, ktoré v mnohých prípadoch naznačujú na hydrogeochemické a zároveň hydrogeologické polootvorené štruktúry.

Napokon môžeme vyčleniť geotermálne vody natriovo-hydrogénuhličitanového chemického typu s mineralizáciou do 1 g/l, viazané prevažne na kolektory pontu a dáku. Hodnota ich celkovej mineralizácie závisí, okrem bežných mineralizačných procesov, hlavne od parciálneho tlaku CO_2 v systéme. Natriovo-chloridová zložka je veľmi nízka a závisí od hĺbky uloženia kolektorov, resp. ich premytosti.

Takto zostavený model hydrogeochemického poľa geotermálnych vôd dovoľuje riešiť otázky priestorového rozloženia a genézy jednotlivých chemických typov vôd. Základom objasnenia tejto problematiky je vzťah ku chemickému zloženiu pôvodných (iniciálnych) morských vôd bádanskej transgresie. V období bádenu až kvartéru sa prakticky formovali dnešné hydrogeologické pomery. Vznikli priaznivé podmienky pre akumuláciu geotermálnych vôd. Koncom bádenu bolo more oddelené od svetového oceánu a v ďalších obdobiach predstavuje vnútrozemské more, ktoré nemalo konštantné chemické zloženie spôsobené

stacionárnym stavom medzi vstupom a výstupom látok. Salinita sa znižovala v postupnosti: báden(35 %) – sarmat (30–16,5 %) – panón (16,5–8 %) – pont (5–3 %) – dák (3–0,5 %).

Na základe rozdelenia geotermálnych vôd do piatich skupín chemických typov v spojení s geochemickými procesmi, geologicko-tektonickými a hydrogeologickými podmienkami v súčasnosti a geologickej minulosti môžeme geotermálne vody centrálnej depresie začleniť do nasledovných genetických typov (Franko et al., 1984):

1. marinogénneorské vody
 - a) reliktnéorské vody
 - b) infiltračné degradované vody
 - c) vysoko mineralizované vody (solanky)
2. petrogénne geotermálne vody
3. geotermálne vody zmiešanej genézy.

Synsedimentárne reliktnéorské vody sú charakteristické pre hlbšie uložené miocénne sedimenty centrálnej depresie podunajskej panvy, kde sa mohli uchovať za podmienok, že sú izolované voči infiltrácii meteorických vôd alebo hlbinného CO₂ v súčasnosti, resp. v geologickej minulosti. Sú metamorfované len v systéme voda – hornina a výsledkom týchto prírodných reakcií je výrazný nátriovo-chloridový chemický typ vôd s charakteristickou kalciovo-chloridovou zložkou, ktorá však už pri minimálnej hodnote A₁ zložky vo vode prítomná nie je. Typickým reprezentantom uvedeného genetického typu geotermálnych vôd je voda vrtov Kolárovo-2,3. Dokumentuje to aj obsah izotopu kyslíka 1,98 ‰ vo vrte Kolárovo-3. Nasvedčuje tomu aj viac menej lineárna závislosť medzi obsahom chloridov geotermálnych vôd centrálnej depresie a zastúpením ťažkého izotopy kyslíka.

Infiltračne degradované marinogénne geotermálne vody môžeme na základe chemického zloženia rozdeliť do dvoch skupín. Prvú skupinu tvoria zachované vody vnútrozemského mora, ktoré sa postupne prínosom a odnosom látok vysladzovalo a v súčasnosti sa nachádzajú v hydrogeologicky uzatvorených štruktúrach. Sú charakterizované nátriovo-chloridovým chemickým typom s mineralizáciou 5–10 g/l, ktorá zodpovedá paleosalinite ich kolektorov. Na rozdiel od reliktnýchorských vôd sú viazané na plytšie uložené sedimenty a do hĺbky 2 000 m vystupujú iba vo východnej časti centrálnej depresie. Od hĺbky 2 000 m sa nachádzajú okolo celej časti centra depresie. Druhú skupinu predstavujú v menšej alebo väčšej miere marinogénne geotermálne vody infiltračne degradované v minulosti, resp. v mnohých prípadoch aj recentne, čo bolo dokázané hydrogeologickým výskumom. Sú v prevažnej miere viazané na kolektory pontu. Medzi marinogénne vody ich zaraďujeme preto, lebo v ich chemickom zložení je

charakteristicky zastúpená „marinná“ zložka $S_1(Cl)$. Ide o geotermálne vody natriovo-chloridového typu s prítomnosťou zložky A_1 nad 30 c.z.%, resp. natriovo-hydrogenuhličitanového typu s prítomnosťou zložky $S_1(Cl)$ nad 30 c.z.%. Sú elipsoidne uložené okolo centra depresie a v úrovni 3 000 m sú viazané len na oblasť Gabčíkova. V týchto vodách sa už pomerne intenzívne prejavuje mineralizačný vplyv horninového prostredia, čo svedčí o celkovo lepšej premytosti kolektorov pontu oproti panónu.

Petrogénne geotermálne vody výrazného natriovo-hydrogenuhličitanového typu sú viazané prakticky na celý profil miocénu centrálnej depresie. Do hĺbok 300–800 m prevládajú nízko mineralizované vody (celková mineralizácia pod 1g/l) a do hĺbky až 2 500 m v oblasti centra depresie pri Gabčíkove geotermálne vody od 1–5 g/l. Najväčšie rozšírenie majú do úrovne 1 000 m. Vo vrte FGa-1 bola pozorovaná inverzia rastu celkovej mineralizácie s hĺbkou, spôsobená nižšou koncentráciou chloridov v chemickom zložení geotermálnych vôd, nachádzajúcich sa v podloží. Vychádzajúc z geochemickej interpretácie môžeme potvrdiť, že hlbšie uložené sedimenty pontu v tomto vrte sú hydrogeochemicky otvorenejšie. Hydraulické parametre svedčia tiež o väčšej hydrogeologickej otvorenosti hlbšie uložených kolektorov geotermálnych vôd v tejto oblasti.

Prognózne zdroje geotermálnych vôd boli pre centrálnu depresiu podunajskej panvy vyčíslené pre hĺbkovú úroveň 1 500 m, sieť vrtov so vzájomnou vzdialenosťou 6 km, priemernú teplotu vôd 60 °C a sezónnu exploataciu (185 dní za rok) voľným prelivom. Ich celková hodnota je 1 027 l/s, čo pri využití ich teploty na referenčnú teplotu (15 °C) predstavuje tepelno-energetický potenciál (súhrnný využiteľný tepelný výkon) 193 MW_t (Fendek, 1988).

Sumárna výdatnosť realizovaných geotermálnych vrtov predstavuje okolo 475 l/s, čo reprezentuje tepelný výkon 100,15 MW_t. Celkový tepelno-energetický potenciál geotermálnych vôd centrálnej depresie podunajskej panvy určený pomocou dvojrozmerného numerického modelu je 150 MW_t.

3.2 Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia

Navrhované prieskumné územie Poľný Kesov spadá v zmysle §12 zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov (zákon č. 454/2007 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov) ako celok pod územia v prvom stupni ochrany, v ktorom sa uplatňujú ustanovenia o všeobecnej ochrane prírody a krajiny. Najbližšie ležiace chránené územie v zmysle Zákona č. 543/2002 Z.z. je chránený areál – Park v Mojmirovciach s rozlohou 3,4 ha, ležiaci vo vzdialenosti približne 5 km od

navrhovaného prieskumného územia Poľný Kesov. Chránený areál Park v Mojmirovciach nebude projektovanými prácami nijako dotknutý.

V záujmovom území nie je vytýčené žiadne prieskumné územie, ani chránené ložiskové územie, nezasahuje doň žiadny dobývací priestor, navrhované prieskumné územie nesusedí, ani nemá spoločnú hranicu so žiadnym iným prieskumným územím. Navrhované prieskumné územie sa neprekrýva so žiadnym ochranným pásmom vodných zdrojov, ani ochranných pásiem prírodných minerálnych vôd a prírodných liečivých vôd.

Počas realizácie geologických prác budú dodržané všetky opatrenia a podmienky na zabezpečenie a ochranu životného prostredia. Vykonávateľ geologických prác zabezpečí dodržiavanie zákonov a predpisov súvisiacich s ochranou životného prostredia, ako aj ostatných záujmov chránených osobitnými predpismi.

3.3 Postup riešenia, jeho odôvodnenie, špecifikácia, počet, rozsah a kvalitatívne požiadavky na vykonávanie geologických prác

Postup a realizácia geologických prác a použitá metodika sú zamerané tak, aby v daných prírodných podmienkach s existujúcim stavom preskúmanosti, bol splnený požadovaný cieľ. S prihliadnutím na geologické, hydrogeotermálne a hydraulické pomery predmetného územia bude v rámci tejto úlohy realizované:

1. *Hydrogeotermálne zhodnotenie prieskumného územia*, ktorého cieľom bude posúdenie možností získania zdrojov geotermálnych vôd a následnej lokalizácie prieskumného geotermálneho vrtu FGPK-1. Pre tieto účely budú prehodnotené výsledky získané doteraz realizovanými geologickými prácami v centrálnej depresii podunajskej panvy, zameranými na výskum a prieskum geotermálnych zdrojov záujmovej oblasti.

2. *Návrh lokalizácie a vytýčenie prieskumného geotermálneho vrtu FGPK-1*, ktoré bude založené na výsledkoch predchádzajúceho hydrogeotermálneho zhodnotenia.

3. *Technické práce – vrtné práce*. Ich realizácia sa predpokladá v areáli termálneho kúpaliska Poľný Kesov vo vzdialenosti 300 m južne od geotermálneho vrtu BPK-2. Terén v bezprostrednom okolí vrtu je rovinatý a dobre prístupný pre vrtnú súpravu. Pri hĺbení vrtu bude použité vrtanie na plnú čelbu (systém Rotary) s použitím ílového výplachu. Vlastnosti výplachu (teplota, hustota, obsah piesku, viskozita) spolu s jeho stratami je potrebné priebežne zaznamenávať. Za straty výplachu považujeme trvalé straty väčšie ako 5 m³/hod.

Vrtnú drvinu požadujeme odoberať v priebehu vrtania každých desať metrov z celého profilu vrtu a treba ju pred uložením do vzorkovnice dôkladne očistiť od výplachu. Vzorky budú

ukladané do normalizovaných vzorkovnic s jasným označením čísla vrtu a hĺbkového intervalu odberu. Počas vrtania na plnú čelbu sa jadro nebude odoberať. Odber jadra nie je požadovaný.

Z pohľadu priestorového priebehu vrtu musí byť vrt hĺbený ako zvislý vrt, čo znamená, že horizontálna vzdialenosť osi vrtu v konečnej hĺbke vrtu od priemetu zarážkového bodu nepresiahne $4^{\circ} 30'$. Priechodnosť vrtu musí odpovedať menovitému priemeru použitého dláta alebo korunky a po zapažení vrtu vnútornému priemeru pažníc. Vrt musí byť priechodný aj po ukončení všetkých skúšok a meraní a po jeho odovzdaní obstarávateľovi.

Inklinometrické prevádzkové merania požadujeme robiť pri každej výmene dláta, nie však častejšie ako po 50-tich metroch. Kontrolné meranie sa bude robiť vždy pred pažením spolu s ostatnými karotážnymi meraniami.

Problémy počas vrtania – zavaľovanie, zachytávanie náradia a straty výplachu, je možné očakávať v pieskoch neogénu po celej dĺžke vrtu. Prejavy ropy sa neočakávajú. V priebehu vrtania predpokladáme výskyt plynov (metán a CO_2) a voľný preliv (erupciu) geotermálnej vody. Z uvedených príčin požadujeme namontovať na riadiacu kolónu protierupčné zariadenie (preventer) na prípadné uzavretie vrtu.

Predpokladaná hĺbka vrtu je 1 800 m. Hĺbkový interval 0 – 250 m požadujeme prepažiť pažnicovou kolónou $13^{3/8}$ ". Požadovaný priemer pažnicovej kolóny pre prípadné umiestnenie ponorného čerpadla je minimálne $9^{5/8}$ " v hĺbkovom intervale 0 – 900 m. Požadovaný priemer ťažobnej kolóny zabudovanej ako liner je 7" v úseku 850 – 1 800 m. Pažnicová kolóna priemeru $4^{1/2}$ " bude slúžiť ako havarijný priemer.

Požadujeme tlakovú pozapažnicovú cementáciu všetkých pažnicových kolón vrátane exploatačnej kolóny s priemerom 7" do hĺbky 1 300 m. Predpokladaná hĺbkový interval osadenia filtra je 1 400 – 1 750 m. V miestach zabudovania kolektorov geotermálnych vôd v úsekoch vybratých na základe karotážnych meraní budú osadené Johnson filtre. Umiestnenie a konečná dĺžka filtrov sa určí na základe komplexného karotážneho diagramu, ale uvažujeme s maximálnou dĺžkou sumárne 200 m.

Po vystrojení vrtu bude vykonané odstránenie výplachu, odpieskovanie a odkalenie vrtu. Použijú sa metódy vhodné pri výskyte prelivu, alebo v prípade zaklesnutej hladiny geotermálnej vody (kompresorovanie). Predpokladáme najprv výmenu výplachu technickou vodou (trikrát cirkulačným obsahom vrtu), následne výmena technickej vody za ložiskovú. V prípade potreby sa otvorené úseky prečistia bočným premývaním. Ak prítok geotermálnej vody do vrtu bude slabý, požadujeme použiť kyselinovanie. Po ukončení kyselinovania sa urobí čerpanie geotermálnej vody z vrtu voľným prelivom, kompresorovaním alebo čerpaním až do jej

vyčistenia. Kvalita vody sa až do vyčistenia od výplachu alebo kyseliny sleduje pomocou merania jej teploty a vodivosti. Nakoniec bude realizované odpieskovanie a odkalenie vrtu čerpaním. Predpokladaná doba čistenia vrtu je 14 dní. Táto sa primerane predĺži, alebo skráti podľa výsledkov merania pieskovania a zakalenia. Ukončí sa keď bude z vrtu vytekať čistá voda.

Ústie vrtu požadujeme upraviť tak, aby sa dali realizovať hydrodynamické a termodynamické merania.

Po ukončení prác na vrte a jeho zameraní dodávateľ za realizované technické práce vypracuje čiastkovú záverečnú správu vo forme technickej správy o realizovaných prácach najneskôr do troch mesiacov.

4. *Geofyzikálne práce – karotážne merania.* Pred pažením každej kolóny požadujeme vykonať nasledovný komplex karotážnych meraní, resp. metód:

- a) Meranie vlastných potenciálov – SP
- b) Gama-karotáž – GK, uviesť ciachovanie (kalibráciu) a údaje o použítom prístroji
- c) Hustotná karotáž – GGK, kompenzovaná, uviesť ciachovanie v jednotkách g/cm^3
- d) Neutrón-neutrón karotáž – NNK, v epitermálnej modifikácii, kompenzovaná, uviesť, v akých jednotkách bolo vykonané ciachovanie
- e) Inklinometria – IM
- f) Kavernometria – KM
- g) Rezistivimetria – RM
- h) Termometria – TM

5. *Poloprevádzkové hydrodynamické skúšky.* Po oživení vrtu požadujeme vykonať jednostupňovú odberovú skúšku pri maximálnej výdatnosti vrtu v trvaní 30 dní, po ktorej bude nasledovať stúpaciu skúška v trvaní 21 dní. Jednostupňová odberová skúška sa uskutoční pri maximálnej výdatnosti vrtu iba zo zabudovaných kolektorov geotermálnych vôd v čase trvania 30 dní. Počas realizácie tejto skúšky požadujeme zabezpečiť meranie:

- výdatnosti vrtu a obsahu voľného plynu,
- elektrickej vodivosti a teploty vody,
- teploty voľného plynu,
- atmosférického tlaku,
- dynamickej hladiny resp. dynamickej hodnoty hydrostatického tlaku,

- vertikálneho rozloženia dynamických hodnôt hydrostatického tlaku a teploty s krokom 10 m, ako aj rozloženia prítokov z otvorených úsekov (reometrie) pred ukončením odberovej skúšky.

Po odberovej skúške bude nasledovať stúpacia skúška v čase trvania minimálne 21 dní, počas ktorej je potrebné merať hladinu resp. hydrostatický tlak. Po jej ukončení sa bude v teplotne stabilizovanom vrte realizovať meranie teplotného a tlakového gradientu s rovnakým krokom ako pri odberovej skúške.

Počas realizácie hydrodynamického odskúšania projektovaného geotermálneho vrtu FGPK-1 bude ako piezometer použitý vrt BPK-2 s rovnakým rozsahom meraní.

6. *Hydrogeochemické terénne a laboratórne práce.* Počas hydrodynamickej skúšky požadujeme zabezpečiť odber 3 ks vzoriek geotermálnej vody, voľného a rozpusteného plynu a ich analýzu.

Prvú vzorku požadujeme odobrať na konci 10. dňa odberovej hydrodynamickej skúšky v rozsahu požiadaviek na základnú analýzu (§ 11, ods. 1 písm. a, b, c) v zmysle Vyhlášky Ministerstva zdravotníctva SR č. 100/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na prírodnú liečivú vodu a prírodnú minerálnu vodu, podrobnosti o balneologickom posudku, rozdelenie, rozsah sledovania a obsah analýz prírodných liečivých vôd a prírodných minerálnych vôd a ich produktov a požiadavky pre zápis akreditovaného laboratória do zoznamu vedeného Štátnou kúpeľnou komisiou.

Druhú vzorku požadujeme odobrať na konci 20. dňa odberovej hydrodynamickej skúšky v rozsahu požiadaviek na rozšírenú analýzu v zmysle Vyhlášky 100/2006 Z.z. s výnimkou mikrobiologických a biologických ukazovateľov (§11, ods. 1, písm. a, b, c a §11, ods. 2, písm. a, b, c).

Tretiu vzorku požadujeme odobrať na konci odberovej hydrodynamickej skúšky v plnom rozsahu požiadaviek na rozšírenú analýzu v zmysle Vyhlášky Ministerstva zdravotníctva č. 100/2006 Z.z.

Okrem troch uvedených vzoriek sa v závere odberovej skúšky uskutoční aj odber vzorky na určenie absolútneho veku vody pomocou rádioizotopu uhlíka ^{14}C a izotopové analýzy O, S, D a C. Odbery plynov na analýzy sa uskutočnia vždy súčasne s odbermi geotermálnych vôd.

7. *Geologický dozor* zahrňujúci sled a riadenie, geologickú dokumentáciu a vyhodnotenie vrtu, odber vzoriek hornín a tekutín, dokumentáciu a vyhodnotenie hydrodynamických skúšok, výpočet využiteľných množstiev podzemnej vody, návrh exploatačných podmienok pre

geotermálny vrt, návrh ochranných opatrení pri prevádzke zdroja a návrh ochrany zdroja, vypracovanie záverečnej správy.

Kontrolu a odsúhlasovanie realizovaných technických prác bude vykonávať geologický dozor priebežne pri ich odobierkach, minimálne jedenkrát mesačne.

4 ZABEZPEČENIE RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY – TECHNICKÁ ČASŤ

4.1 Určenie technologických postupov, technických parametrov a prostriedkov

1. *Technické práce – vrtné práce.* Pre realizáciu prieskumného geotermálneho vrtu FGPK-1 bude použitá vrtná súprava DIR 806 s maximálnou nosnosťou 1 510 kN. Predpokladaný technický profil vrtu je uvedený v tab. 5.

Tab. 5 Predpokladaný technický profil prieskumného geotermálneho vrtu

Kolóna			Zapažený interval (m)	Interval cementácie (m)
Názov	Priemer (mm)	Dĺžka (m)		
riadiaca	530	20	0 – 20	0 – 20
úvodná	340 (13 ^{3/8"})	250	0 – 250	0 – 250
technická	244 (9 ^{5/8"})	900	0 – 900	0 – 900
ťažobná (liner)	178 (7")	950	850 – 1 800	850 – 1 300

Počas vrtania bude odoberaná vrtná drvína v 10 m intervaloch. Pred každým pažením budú realizované karotážne merania. Po ukončení meraní bude vrt prešablónovaný a prepláchnutý výplachom o množstve 1,5 násobku obsahu vrtu. Po zapažení kolóny bude realizovaná cementácia cez vrtné trubky priemeru 5“. Dĺžka cementačnej prestávky bude stanovovaná operatívne v závislosti od zloženia cementačnej zmesi. Po zabudovaní úvodnej kolóny bude na ňu namontovaný preventer na zachytenie erupčného tlaku 35 MPa. Tlaková skúška preventrov sa počas vrtania urobí minimálne jedenkrát za tri mesiace. Po odvrtaní cementu bude realizovaná skúška tesnosti cementácie, po nej bude nasledovať vrtanie pre ďalšiu kolónu. Ťažobná kolóna nebude cementovaná v celej dĺžke, ale iba v intervale 850 – 1 300 m (tab. 5). Johnson filtre budú umiestnené na základe predbežných výsledkov karotážnych meraní a pokynov geologického dozoru. Po zapustení ťažobnej kolóny bude vrt prepláchnutý technickou vodou v objeme minimálne trojnásobku objemu vrtu. V prípade, že nedôjde k voľnému prelivu, bude vrt oživený pomocou kompresorovania a prípadne kyselinovania. Po oživení vrtu bude namontované zhlavie na ústie vrtu. Po jeho montáži budú vykonané tlakové

a funkčné skúšky. V prípade akýchkoľvek komplikácií, resp. nepredvídateľných udalostí bude situácia riešená s geologickým dozorom.

Na vrtanie budú použité vrtné trubky s priemerom 5“ s hrúbkou steny 9,19 mm prenášajúce ťah na háku 1 455 kN a valivé dláta s priemerom 660 – 216 mm v závislosti od druhu kolóny. Pre vrtanie bude použitý bentonitový výplach s mernou hmotnosťou do 1 150 kg/m³. Merná hmotnosť výplachu bude upravovaná pridávaním mletého vápenca. Straty výplachu budú v prvej fáze riešené zátkami z blokátorov. V priebehu vrtania sa minimálne jedenkrát za smenu bude merať hustota výplachu, reologické vlastnosti výplachu, viskozita, obsah piesku, filtrácia, hrúbka výplachovej kôry a hodnota pH výplachu. Vrtmajster bude tieto údaje zaznamenávať do denného hlásenia. Na čistenie výplachu budú používané sitá s tkaninou 110 – 210 Mesh a centrifúga (Flottweg Z-34).

Kontrolu a odsúhlasovanie realizovaných prác bude vykonávať geologický dozor priebežne pri ich odobierkach, minimálne jedenkrát mesačne.

2. *Poloprevádzkové hydrodynamické skúšky.* Počas odberovej skúšky bude geotermálna voda dopravovaná do separátora, kde sa oddelí kvapalná a plynná fáza. Plyn bude následne vedený cez sústavu odkalovačov a filtrov do komína. Meranie odseparovaného plynu bude kontinuálne, zabezpečené plynometri Premagas G-150, resp. meradlom VORTEX. Množstvo vody zbavené plynnej fázy bude merané indukčným prietokomerom KROHE s elektronickým kontinuálnym záznamom spolu s priebežným meraním vodivosti vody. Hlbinné tlakové a teplotné zámery sa uskutočnia dvojicou elektronických hlbinných manometrov. Záznam všetkých údajov a ich spracovanie bude prebiehať v digitálnej forme. Všetky merania budú uskutočňované v zmysle požiadaviek uvedených v geologickej časti projektu, resp. na základe pokynov geologického dozoru.

3. *Hydrogeochemické terénne a laboratórne práce.* Počas hydrodynamických skúšok budú na základe požiadaviek uvedených v geologickej časti projektu a pokynov geologického dozoru odobraté tri vzorky vody a tri vzorky plynu na chemickú analýzu. Odbery geotermálnej vody na analýzu sa uskutočnia z odberného miesta medzi ústím vrtu a separátorom plynu. Pred ukončením odberovej skúšky sa odoberú samostatné vzorky na určenie absolútneho veku vody pomocou rádioizotopu uhlíka ¹⁴C a na izotopové analýzy kyslíka, síry vodíka a uhlíka.

4.2 Príprava pracoviska, likvidačné a rekultivačné práce

Predpokladané miesto lokalizácie vrtu je vo vlastníctve firmy ThermalKesov,s.r.o. Poľný Kesov v súčasnosti je využívané ako parkovisko a odstavná plocha. Príprava pracoviska bude pozostávať zo zemných prác a polozenia panelovej plochy.

Zemné práce budú realizované v označenej ploche, jej označenie bude vykonané zabetónovanými oceľovými trubkami v rohoch plochy. Predpokladaná skrývka ornice v objeme 458 m³ bude uložená na skládke, zarovnanej v korune a na svahoch pre umožnenie kosenia trávy. Maximálna výška skládky je 3 m.

Podložie pre uloženie panelov bude upravené do roviny a zhutnené vibračným valcom. Po okrajoch bude vyhlbený odvodňovací rigol 0,4x0,4 m s celkovou dĺžkou 107 m na zachytenie zrážkovej vody. Svahy zárezu a násypu pracovnej plochy budú upravené v sklone 1:1. V rámci vybudovanej panelovej plochy s rozmerom 76x36(41) m bude vybudovaný základ pre vrtnú súpravu podľa projektovej dokumentácie spracovanej dodávateľom vrtných prác v technickej časti projektu. Pred uložením železobetónových panelov s rozmerom 300x200x18 cm bude urobený podsyp z piesku s hrúbkou 15 cm. Pre plochu, nájazd a zaťaženie kotiev budú použité nové panely.

Montáž vrtnéj súpravy a staveniskového zariadenia bude pozostávať z:

- postavenia vrtnéj súpravy na betónové základy,
- postavenia vrtnéj veže, zakotvenia do betónových pätiiek,
- uloženia výplachových čerpadiel a motorov na základy, zapojenia sacieho a výtlačného potrubia a hadíc,
- uloženia výplachových nádrží na základy a ich pripojenie, zapojenia miešačky na výplach, cyklóny, odpieskovače, sedimentačné nádrže, sitá,
- uloženia kontajnerov na základy, zapojenia elektrickej, vodovodnej a kanalizačnej prípojky, zariadenia osvetlenia staveniska,
- zariadenia skladu materiálu, pažníc, ekologického zabezpečenia skladu PHM a sociálnych zariadení.

V zmysle predpisov a nariadení o ochrane životného prostredia po ukončení všetkých technických prác – vrtné práce – karotážne merania – budovanie vrtu – cementácia a hydrodynamické skúšky, bude vykonaná likvidácia vrtného pracoviska týmto spôsobom:

- vrtná technika, materiál, technické vybavenie, sociálne jednotky budú z lokality odsunuté späť na základňu dodávateľa vrtných prác,
- budú odpojené zdroje elektrického prúdu a vody,

- budú odstránené všetky dovezené materiály, betónové panely, makadan, bentonit, organické polyméry, oplatenie, pletivo a pod.

Po ukončení vrtných prác a odst'ahovaní vrtnej súpravy bude pracovná panelová plocha zmenšená a vykoná sa rekultivácia pozemku z uskladnenej skrývky ornice podľa projektovej dokumentácie spracovanej dodávateľom vrtných prác. O uvedení pracoviska do pôvodného stavu bude s vlastníkom pozemku spísaný odovzdávací resp. preberací protokol.

4.3 Určenie miesta a spôsobu ukladania vrtnej drviny a použitého vrtného výplachu

Vrtná drvina bude ukladaná do sedimentačnej nádrže, ktorá bude pravidelne čistená pri nahromadení vrtnej drviny v objeme 4 – 5 m³. Vrtný výplach bude cirkulovať v uzatvorenom okruhu z vrtu cez čistiace zariadenie, výplachové hospodárstvo a čerpadlo späť do vrtu.

Likvidáciu vrtnej drviny, ako aj použitého vrtného výplachu zabezpečí dodávateľ vrtných prác prostredníctvom svojho zmluvného partnera – špecializovanej firmy SITA a.s.

4.4 Opatrenia na zabezpečenie vstupov na pozemky, záujmov chránených osobitnými predpismi a opatrenia na zamedzenie vzniku škôd pri vykonávaní geologických prác, spôsob náhrady škôd a opatrenia na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky, sociálne a hygienické vybavenie

Podľa §21 ods. 2, písm. b) geologického zákona sú práce definované v tomto projekte vybranými geologickými prácami. Preto sú záujmy chránené osobitnými predpismi riešené v rámci etapy prípravy konania vo veci určenia prieskumného územia. Závěry z prerokovávaní týchto záujmov budú premietnuté v rozhodnutí o určení prieskumného územia a budú v plnej miere realizované.

Počas realizácie vrtných prác je ako pracovisko definovaná pracovná plocha (panelová plocha) prieskumného geotermálneho vrtu. Za bezpečnosť práce na pracovisku zodpovedá vrtmajster. Pred začiatkom prác bude urobené odborné posúdenie stavu a protihavarijnej pripravenosti pracoviska príslušným obvodným banským úradom. Práce budú začaté až po odstránení závad a nedostatkov. Každá vrtná osádka bude pred začiatkom prác preukázateľne zoznámená s geologickou a technickou časťou projektu, havarijným plánom a príslušnými bezpečnostnými a ekologickými opatreniami. Všetci zamestnanci subdodávateľov budú pred začiatkom prác preukázateľne zoznámení s dokumentom obsahujúcim výňatok z havarijného plánu, bezpečnostných a s nimi súvisiacich predpisov dodávateľa technických prác. Pracovisko bude vybavené nasledujúcimi bezpečnostnými zariadeniami:

- detektor metánu – snímač prístroja bude umiestnený nad výplachovým systémom,
- prístroj Triple Plus – na sledovanie koncentrácie výbušných plynov v ovzduší,
- snímač ťahu v lane umiestnený na prvej pracovnej plošine s vyznačeným maximálnym povoleným ťahom na háku,
- manometre tlaku výplachu,
- snímač krútiaceho momentu rotačného stola,
- tenzometer pre zaistenie doťahového momentu,
- preventer.

Pracovníci budú vybavení osobnými ochrannými pomôckami. Na pracovisku budú vybudované sociálne a hygienické zariadenia v zmysle príslušných predpisov.

5 ROZPOČET GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Rozpočet geologickej úlohy je uvedený v tab. 6.

Tab. 6 Rozpočet geologickej úlohy

Číslo položky.	Rozpis prác a materiálu	Celková cena (EUR)
1	Prípravné a rekultivačné práce	204 221
2	Montážne práce – DIR 806	203 612
3	Vrtná súprava, náradie, osádka, palivo	748 771
4	Materiál na prípravu výplachu, cement, pažnice, dláta, príruby, geotermálne zhlavie	1 203 654
5	Cementácia, doprava	96 799
6	Likvidácia odpadov, karotážne meranie, kyselinovanie, hydrodynamická skúška	231 307
7	Geologický dozor – riadenie, sledovanie, vyhodnocovanie, archívna excerpčia, zhodnotenie výsledkov hydrodynamických skúšok, určenie množstva geotermálnych vôd, geologické dokumentovanie vrtu, záverečné spracovanie	109 571
Spolu bez DPH:		2797935

Celková cena geologických prác bez DPH predstavuje 2 797 935 **EUR**, čo pri konverznom kurze 30,126 Sk/EUR predstavuje 84 290 589,81 , - Sk.

6 OSOBITNÉ NÁLEŽITOSTI PROJEKTU

Priamo v navrhovanom prieskumnom území sa v súčasnosti odoberajú geotermálne vody z geotermálnych vrtov BPK-1 a BPK-2 v celkovom množstve 4,8l/s z hĺbky 350 až 1 190 m. V najbližšom okolí navrhovaného prieskumného územia podľa evidencie Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave odbery geotermálnych vôd pre rok 2009 pre

jednotlivé geotermálne vrty (obr. 7) predstavovali tieto množstvá (Vodohospodárska bilancia SR, 2010):

- Vrt FGG-1 Galanta 1,39 l/s
- Vrt FGG-2 Galanta 6,66 l/s
- Vrt FGG-3 Galanta 9,73 l/s
- Vrt Di-1 Diakovce 1,15 l/s
- Vrt Di-2 Hor. Saliby 2,68 l/s
- Vrt Di-3 Hor. Saliby 7,49 l/s

Navrhované prieskumné územie z regionálno-hydrogeotermálneho pohľadu patrí do centrálnej depresie podunajskej panvy, ktorá podľa Rámцovej smernice EU má označenie SK300240 PF Geotermálne vody štruktúry Centrálna depresia Podunajskej panvy. Najbližšie k navrhovanému prieskumnému územiu je časť tohto útvaru geotermálnych vôd označovaná ako Galantská priehľbeň, v ktorej boli doteraz stanovené využiteľné množstvá geotermálnej vody v kategórii C o hodnote 17,7 l/s, v kategórii B o hodnote 52,8 l/s a v kategórii A o hodnote 19,0 l/s.

7 LITERATÚRA

- Anon, 2000: Hydroekologický plán povodia Nitry v úseku od prameňa po zaústenie preložky Nitry. Časť A. Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Banská Štiavnica, 2000. 162 s. + prílohy.
- Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002, Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava; Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica
- Biela, A., 1978: Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútorných Západných Karpát. Záp. Karpaty, Reg. Geol. 10. GÚDŠ Bratislava, 224 s.
- Bondarenková, Z., Vranovská, A., Fendek, M., Král, M., 1998: Centrálna depresia Podunajskej panvy oblasť Galanta – regionálne hydrogeotermálne zhodnotenie. Záverečná správa. Geofond, Bratislava.
- Fendek, M., 1988: Hodnotenie tepelno-energetického potenciálu geotermálnych vôd centrálnej depresie podunajskej panvy. Geologický průzkum, roč. 30, č. 11, Praha, 327-329.
- Fendek, M., 1993: Tlakové pomery v hydrogeotermálnej štruktúre centrálnej depresie podunajskej panvy. Geologické práce, Správy 98, Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 9-20.
- Fendek, M., Bodiš, D., 1988: Hydrogeotermálna štúdia reinjektáže tepelne využitých geotermálnych vôd v Centrálnej depresii Podunajskej panvy. Archív Geofond
- Fendek, M., Franko, O., Remšík, A., 1988: Členenie nádrže geotermálnych vôd a hodnotenie hydrogeologických údajov v centrálnej depresii podunajskej panvy z hľadiska ich výskytu. Zborník príspevkov 9. celoštátnej hydrogeologickej konferencie Pardubice, Eds.: Beneš, V., Herešová, D., Laboutka, M., Pištora, Z., Vrána M., Vrba, J., Stavební geologie Praha, 8-18.

- Fendek, M., Poráziková, K., Štefanovičová, D., Supuková, M., 2002: Zdroje geotermálnych a minerálnych vôd. Mapa 1 : 500 000. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky, Ministerstvo životného prostredia SR a Slovenská agentúra životného prostredia, 214-215.
- Fendek, M., Remšík, A., Fendeková, M., 2005: Metodika vyhľadávania, hodnotenia a bilancovania množstva geotermálnej vody a geotermálnej energie. *Mineralia Slovaca* 37 (2005), 2, 117-121.
- Franko, O., Gaža, B., 1972: Zhodnotenie centrálnej pliocénnej depresie Podunajskej nížiny pre vyhľadávanie vysokotermálnych vôd. Geofond, Bratislava.
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M., Bodiš, D., Priechodská, Z., Vass, D., Král, M., Jančí, J., 1984: Geotermálna energia centrálnej depresie podunajskej panvy - prognózne zásoby. Čiastková záverečná správa. Geofond, Bratislava.
- Franko, O., Bodiš, D., Fendek, M., Remšík, A., Jančí, J., Král, M., 1989: Methods of research on evaluation of geothermal resources in pore environment of Pannonian Basin. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. a Inž. Geol.* 8, GÚDŠ, Bratislava, 165-192.
- Franko, O., Fusán, O., Král, M., Remšík, A., Fendek, M., Bodiš, D., Drozd, V., Víka, K., 1994: Atlas geotermálnej energie Slovenska. Manuskript, Archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, nestr., č. správy 79553
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M., Eds., 1995: Atlas geotermálnej energie Slovenska. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1-267.
- Gaža, B., 1972: Zistenie termálnych vôd v pliocéne centrálnej depresie Podunajskej panvy a možnosti ich využitia. *Mineralia Slovaca*, roč. 4, č. 14, 29-37.
- Klago, M., 1982: Poľný Kesov – hydrogeologický prieskum-. IGHP Žilina, Záverečná správa. Archív Geofondu Bratislava, 53 s.
- Kolektív autorov, 1991: Klimatické pomery na Slovensku, vybrané charakteristiky. In: Zborník prác SHMÚ v Bratislave, zv. 33/I, Alfa Bratislava, 1991, 208 s., ISBN 80-05-00888-0
- Porubský, A., 1970: Termálne vody neogénu Podunajskej nížiny. *Geografický časopis*, č. 22, 39-50.
- Priechodská, Z., Harčár, J., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1: 50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Remšík, A., 1987: Geotermálne vody vápencovo-dolomitických komplexov podunajskej a viedenskej panvy. Dizertačná práca. Archív Katedry hydrogeológie PrifUK, Bratislava.
- Remšík, A., Bodiš, D., Puchnerová, M., Zbořil, L., 1989: Zhodnotenie zlatomoraveckého zálivu pre výskum geotermálnych zdrojov. Geofond, Bratislava.
- Remšík, A., Franko, O., Fendek, M., Bodiš, D., 1990: Geotermálne vody podunajskej a viedenskej panvy. *Mineralia Slovaca*, roč. 22, č. 3, Alfa, Bratislava, 241-250.
- Remšík, A., Fendek, M., Král, M., Mello, J., 2002: National geothermal resource assessments – Slovakia. In: *Hurter, S. and Haenel, R., Eds. 2002: Atlas of Geothermal Resources in Europe*. Publ. No. EUR 17 811 of the European Commission, L – 2985, Luxembourg, European Communities 2002, 182 p.
- Vodohospodárska bilancia SR. Kvantitatívna vodohospodárska bilancia za rok 2009. SHMÚ Bratislava, 2010.