

ANTON PORUBSKÝ

TERMÁLNE VODY NEOGÉNU PODUNAJSKEJ NÍŽINY

The study deals with the occurrence of thermal waters in the Danubian Lowland, which belongs to the system of inner-Carpathian basins. The thermal waters are bound on sand layers in the Pannonian series of strata and, as far, these waters are not exploited. Their existence is proved in the territory of Hungary, where they already are utilized and profited by the agriculture. These waters are slightly mineralized and their temperature depends on the geothermic degree of the geological environment. The occurrence of thermal waters is connected with several water-bearing horizons lying in the depths of 1700–2300 m. Analogically with the experiences from Hungary, one may expect here per bore yields of more than 20 l/s having, at the spillway, temperatures up to 80 °C.

Využívanie termálnych vôd má vo svetovom meradle mnohostranné zameranie, a to nie len zdravotno-hygienické a liečivé, ako je to známe u nás. Termálne vody sa využívajú popri liečebných cieľoch aj na rekreácie, na vykurovanie budov a v poľnohospodárstve aj na vykurovanie skleníkov, parenísk a zimných záhrad, či už kvetinnárskych alebo zeleninárskych. Toto má v poľnohospodárstve ďalekosiahly význam tak pre pracovníkov v rastlinnej výrobe, keďže pomáha odstraňovať sezónnosť, ako aj pre poľnohospodárske organizácie. Pracovníci po skončení jesenných prác nastupujú k prácam do skleníkov, čo im umožňuje trvalé zamestnanie. Toto je samozrejme možné tam, kde sú optimálne podmienky pre využívanie termálnych vôd bez veľkých nákladov. Žiaľ, aj tu sme z moderných štátov medzi poslednými, lebo všestranne nevyužívame prírodné bohatstvá termálnych vôd. Musíme konštatovať, že okrem zdravotníctva doteraz nikto nemal záujem o ich objavenie a poznávanie.

Úlohou tejto štúdie je poukázať na termálne vody Podunajskej nížiny a na možnosti ich využívania v poľnohospodárstve, a to tak, aby prinášali viacnásobný úžitok. V obci Lipót v MLR majú vítanú studňu s výdatnosťou 22,5 l/s. vody, teplej 65 °C. Termálnu vodu využívajú na skleníkové záhradníctvo o celkovej využitej ploche 34 000 metrov štvorcových v dvoch bazénoch — kúpaliskách a aj odpad už využitej vody odvádzajú do starého ramena Dunaja, kde plánujú odchov vodnej hydiny. Podobných lokalít je v Maďarsku až mnoho.

MORFOLÓGIA PODUNAJSKEJ NÍŽINY

Podunajská nížina geograficky a geomorfologicky reprezentuje územie, ktoré je geologicky označované ako „Podunajská panva“. Začleňuje sa do vnútrokarpatských neogénnych panví, ktorej hlavné fázy vývoja spadajú do obdobia paleogénu — miocén a pokračujú v pliocéne i pleistocéne až doteraz. V zmysle geologickom a hydrogeolo-

gickom musíme Podunajskú panvu posudzovať a študovať ako celok spolu s jej maďarskou časťou na pravej strane Dunaja.

Slovenská časť Podunajskej nížiny je geograficky presne vyčlenená a morfológiicky určiteľná. Ohraničená je zo západu Malými Karpatmi, zo severu výbežkami Považského Inovca, zo severovýchodu výbežkami Tribeča a z východu Pohronským Inovcom, Stiavnickými vrchmi a Kremnickou výšinou. Dolinami hlavných riek zasahuje do neogénnych priehlbni Trenčianskej a Hornonitrianskej.

Súčasný reliéf je výsledkom pôsobenia radu činiteľov, ako sú: činnosť mora, jazier, vulkanizmu, vetra a riek. Patrí preto k typu reliéfov polygenetických. H r o m á d k a tu rozlíšil viac morfológiických jednotiek: Podunajskú rovinu, Trnavskú, Nitriansku, Hronskú a Ipeľskú tabuľu — teraz pahorkatiny. L u k n i š a M a z ú r (11), rozdelili územie na tri genetické časti: a) najstaršiu a najjužnejšiu časť, ktorej územie zaberá pleistocénne jadro Žitného ostrova s pokrývkou eolických pieskov medzi Novou Strážou a Komárnom, b) územie severnejšej časti zaberá močaristá depresia rozdelená starším agradačným valom Vážskeho Dunaja, c) strednú časť územia charakterizujú silne zamokrené zníženie s agradačnými valmi a mŕtvymi meandrami. Východnú časť L u k n i š a B u č k o, označujú ako prechodné územie. Územie pleistocénnych terás sa delí na terasy Dunaja a jeho prítokov z ľavej strany a terasy Hrona.

Územie je poľnohospodársky intenzívne obrábané a obilnársky, repársky a zeleninársky je našim najintenzívnejším územím.

GEOLOGICKO-MORFOLOGICKÉ PODKLADY VÝSKYTU TERMÁLNYCH VÔD

Podunajská nížina so svojou morfológiicko-geologickou stavbou, ako ju rozvedieme ďalej, zahrňuje v sebe už oddávna známe možnosti výskytu termálnych vôd. Doteraz však boli známe len v jej okrajových častiach, kde sa prejavovali prírodnými vývermi, ako sú na Slovensku: Štúrovo, Patince, Kalinčiakovo Malinovec, Koplotovce, Piešťany, v Maďarsku: Komárno a Győr. Ich prítomnosť bola neskoršie overená aj vrtnými prácami v Štúrove, Patinciach, Komárne a na mnohých hlbokých vrtoch. Najnovšie výsledky z maďarskej strany dokazujú existenciu termálnych vôd aj v centre panvy, a teda nie len v okrajových častiach.

Nakoľko v tejto štúdii sa budem zaoberať možnosťou výskytu termálnych vôd najmä v centre panvovej stavby Podunajskej nížiny, zameriam sa i pri geologickom hodnotení predovšetkým na túto časť územia.

Podložie Podunajskej nížiny ako celku tvorí komplex hornín paleozoika a mezozoika. Z malého počtu vrtných bodov a na základe geofyzikálnych výskumov poznáme dnes zhruba rozloženie a výskyt jednotlivých stratigrafických komplexov. Vo východnej časti Podunajskej nížiny ako podložie zistili sa horniny mezozoika v Štúrove, v Patinciach (9) v hĺbke 130 m, najďalej na západ v Komárne (Naftový výskum 1967) v hĺbke 1141 až 1224 m. V Komárne je mezozoikum zastúpené svetlosivými až sivými jemnozrnnými slieňitými vápencami triasu. Vápence v Komárne i v Patinciach sú silne zonálne rozpukané. Je to pokračovanie karbonatických hornín ponorného mezozoika Pilis-Ostrihomského pohoria. Ďalej bolo mezozoikum v podloží panvy zistené v okolí Levíc, Nitry a Piešťan. Na západ od Komárna a Kolárova sa zistilo kryštalinikum, ktoré sa lokálne overilo aj vrtnými prácami Naftového výskumu až po svahy Malých Karpát, najmä na lokalitách Trnava, Senec, Bernolákovo, Jur pri Bratislave a Cífer.

V centre panvy v Podunajskej nížine podložie neogénnych hornín nebolo doteraz vrtnými prácami zistené, avšak na základe geofyzikálnych meraní môžeme predpokla-

dať, že je ním kryštalinikum (podobné malokarpatskému), najmä na severozápade, kde prevládajú granodiority. V juhovýchodnej časti je kryštalinikum neznámeho veku a zloženia.

V centrálnej časti neogénnej panvy v okolí Gabčíkova je jej skalné podložie v hĺbke až vyše 5000 m. Toto podložie stúpa pomaly, vcelku dosť rovnomerne, zo stredy najväčšej priehlbne na všetky strany smerom k jej okrajom a v okolí Hamuliakova je v hĺbke cca 3000 m.

Neogénna panva Podunajskej nížiny je v celom svojom vertikálnom profile vyplnená mocnými komplexami sedimentárnych hornín najrôznejšieho petrografického zloženia, litologického a granulometrického charakteru. Táto neogénna výplň má najväčšie mocnosti práve v okolí Gabčíkova a znižuje sa postupne do okrajových častí tak, ako sa podložné skalné horniny približujú k povrchu terénu. Smerom k Bratislave sa mocnosť neogénnych sedimentov rýchlo znižuje v dôsledku vlastného vyklíňovania súvrství na svahoch sedimentačnej panvy a tiež v dôsledku stupňovitej kernej stavby okrajového pásma.

V celkovej mocnosti centrálnej časti neogénnej výplne (10) majú prevahu sedimenty pliocénu — panón, pont a levant, čo vyplýva z toho, že sa hlavné obdobie vývoja Podunajskej neogénnej panvy začína práve pliocénom. Podľa J. J a n á č k a, sarmat je prítomný v úplnom stratigrafickom vývoji, ale jeho mocnosť je značne redukovaná. Na základe výskumných prác a štruktúrneho prieskumu v okolí Komárna platia tie isté uzávery aj pre spodný a vrchný tortón. Burdigal ani karpát nie sú doteraz v centrálnej časti panvy zistené a je pravdepodobné, že nie sú ani prítomné. Ich výskyt sa obmedzuje na trnavskú priehľbeň.

Najrozšírenejšími stupňami v Podunajskej nížine sú panón a pont, ktoré sa začínajú na báze sedimentom brakickej salinity a postupným vysladzovaním. Členenie panónu a vôbec otázka členenia celého pliocénu Podunajskej nížiny je stratigraficky a tektonicky obťažná a ešte stále prechádza veľmi zložitým vývojom. Vznikajú tu problémy spoločného menovateľa pre členenie západnej, strednej a východnej Európy. Pri členení pliocénu sme doteraz vychádzali najmä z našich poznatkov z Viedenskej panvy, ale tie začínajú mnohí geológovia z nedostatku takých stratigraficko-paleontologických a tektonicko-litologických ukazovateľov, ktoré by dovolili presné začlenenie a určenie hraníc jednotlivých litologicko-stratigrafických komplexov a pre pomery Podunajskej nížiny, dosť nejednotne aplikovať a rôznorodo vysvetľovať. V tomto smere nemajú zatiaľ jednotný názor, najmä čo do mocnosti jednotlivých členov, ani naši a maďarskí geológovia.

Pri spracúvaní tejto štúdie vychádzam z členenia československých geológov s vedomím, že pre vlastný problém výskytu termálnych vôd nie je ani tak dôležitá hranica celého komplexu, ako skôr v ňom uložené sypké horniny, ich granulometrická stavba, možnosť doplnovania a akumulácia podzemných vôd.

Podľa najnovšieho členenia v Podunajskej nížine delíme panón na spodný a vrchný (4). V spodnom panóne možno rozlíšiť niekoľko rozličných litologických komplexov. Na báze je vyvinuté súvrstvie bridličnatých ílov, ktoré A. P a p p nazval zónou B. Zóna sa litologicky začína nedostatkom piesku, alebo ho obsahuje len v menšej miere na západnom okraji panvy v medzikryhách a na poklesnutej kryhe. Súvrstvie spevnených slienitých ílov na báze panónu má mocnosť 40 až 60 m a možno ho dobre sledovať podľa elektrokarotážnych kriviek. Na uvedených slienitých íloch je vrstva spodnopanónskeho piesku, ktorá sa stala najstálejším a najmocnejším, litologicky výrazne definovaným, vedúcim obzorom celého miocénu a pliocénu Podunajskej nížiny. V západnej časti panvy je jeho mocnosť, zistená vrtnými prácami, až 100 m.

O spodnopanónskych súvrstviach môžeme všeobecne povedať, že v ich vyšších polohách je viac piesčitej prímеси a na západnej strane majú aj väčšie rozšírenie. Vrtmi v trnavskej i blatenskej priehlbni sa overilo takmer pravidelné striedanie polôh piesku s polohami slienitých ílov a ílov sivozelenej farby.

Doteraz prevrátaná mocnosť spodného panónu bola maximálna na lokalite Komárno a najmä Kolárovo, a to 800 m, v okolí Malých Karpát okolo 100 m a v blatenskej priehlbni 280 m.

Vrchný panón rozdeľujú čs. geológovia na dve série: uhoľnú a modrú. Toto členenie je však možné len tam, kde je vo vrchnom panóne jasne vyvinutá uhoľná séria a sú zastúpené polohy uhoľných ílov. Doteraz bolo zistené iba v okrajových častiach Podunajskej nížiny.

Pre celý vrchný panón je charakteristické veľké striedanie hornín a litologická nestálosť. Vrstvy, ktoré možno navzájom litologicky rozlíšiť, mávajú maximálne mocnosti 10—12 m, ale vo väčšine prípadov iba 2—3 m. Vo vrstvách sa striedajú sivé a zelenosivé, silne piesčité slienité íly a piesky bez pestrých polôh. V porovnaní so spodným panónom má vrchný panón väčšiu piesčitosť. Mocnosť vrchného panónu je v priemere okolo 100 m.

Najrozšírenejším geologickým stupňom a zároveň aj najmocnejšími sedimentami v Podunajskej nížine je pont so svojou prevažne sladkovodnou sedimentáciou. Je to súvrstiev, ktoré sa najčastejšie veľmi ťažko ohraničuje od vrstiev modrej série vrchného panónu, pretože pont v Podunajskej nížine má nedostatok skamenelín.

V litologickom slede pontského vývoja môžeme rozoznávať oblasti so sedimentáciou hlbokovodnou. V centrálnej a východnej časti Podunajskej nížiny sa prejavuje prevládáním pieskov nad pelitmi.

Podľa J. Janáčka (10) prevládajú v pante pestré íly, menej vápnité hnedé a žltohnedé škrvrité íly. Piesky sú zastúpené poriedko a netvoría priebežné obzory, avšak štrkový vývoj formácie s pestrými ílmi je známy zo severnej strany panvy. V pante oddeľuje pestrú sériu o mocnosti až 1300 od uhoľnej série (pontskej) vrchnej mocnej vyše 200 m a piesčitoštrkovitej regresívnej série (gabčikovské piesky) mocnej tiež cca 200 m.

Celková mocnosť pontského komplexu sa dnes udáva na 1500 až 1700 m.

Neogénny vývoj Podunajskej nížiny uzatvára najvrchnejší cyklus neogénnej sedimentácie vrchného pliocénu — levant. Všeobecne tu ide o komplex štrkopiesčitej formácie, mocnej maximálne 300 m, ktorá postupne prechádza do kvartéru, a ktorú J. Janáček (10) pomenoval „dunajské štrky“. Aj keď na väčšine územia nie je možné viesť stratigrafickú hranicu medzi levantom a kvartérom, nemožno toto označenie akceptovať ako „dunajské štrky“ pre celý komplex. Pomenovanie „dunajské štrky“ ako prví použili pracovníci Ústavu stavebnej geológie v rokoch 1953—54: Jakubec, Mach a Porubský, keď sa začal intenzívny výskum dunajského územia pre výstavbu vodných diel. Tento názov použili pre štrky, ktoré možno jednoznačne označiť ako „dunajské štrky“. Piesky a drobné štrky levantu pod nimi, líšia sa od týchto štrkov svojím charakterom a môžeme ich zaradiť skôr z hľadiska hydrogeologického ako geologického do jedného komplexu — do jednej formácie kvartérno-levantskej. Levantské piesky boli už prv dobre známe z okolia Kolárova, odkiaľ dostali aj svoje prvé pomenovanie „kolárovské piesky“, neskôr „kolárovská formácia“. Tam sú hodne premiešané rôznymi pieskami a drobnými štrkami dunajsko-vážsko-nitrrianskej sedimentácie a na základe objektívnych ukazovateľov ich nemožno stratigraficky odčleniť od kvartéru.

Stratigraficko-geologická rôznázornosť na členenie neogénu v Podunajskej nížine medzi čs. a maďarskými geológmi je príčinou, že sa ešte nenašiel presný menovateľ pre spoločné označenie a ohraničenie jednotlivých komplexov hornín. Samozrejme, že tu má dôležitú úlohu aj tektonika a nedostatok paleontologických dôkazov pre jednoznačne vyslovené názory. Rozdielnosť v názoroch možno vidieť aj v stratigrafickom začlenení geologických opisov vrto v československými a maďarskými geológmi z okolia Gabčíkova a Lipótu. Napríklad na vrte 2/VI SV od Horného Baru začleňuje J. Janáček komplex sedimentov do hĺbky 237 m do levantu plus kvartéru, od 237 m sú tzv. gabčíkovské piesky a tie začleňuje už do pontu. Na vrte VOK-42 južne od Horného Baru udáva hranicu kvartéru plus levantu v hĺbke 243 m a od tejto hĺbky popisuje znova gabčíkovské piesky a začleňuje ich do pontu. Naproti tomu však na maďarskej strane vo vrte LVT v Lipóte sa komplex hornín do hĺbky 410,5 m začleňuje do pleistocénu, od 410,5 m do 883,0 m do levantu a od 833,0 m do 2212,5 m, teda do konečnej hĺbky vrtu, do vrchného panónu.

Povrch trefohôr je na území Podunajskej nížiny pokrytý sedimentami kvartéru — štrkami, pieskami, sprašmi a viatymi pieskami. Väčšinou sú to usadeniny fluviaľne a len v menšej miere, najmä v centrálnej časti a na tabuliach, aj sedimenty eolické. Mocnosť kvartérnych sedimentov sa rôzne mení. Najmenej ich je v okrajových častiach nížiny, najviac v jej centre. Napríklad v okolí Bratislavy je ich 8—12 m, naproti tomu v oblasti Gabčíkova až 300 m. O stratigrafii kvartéru sa rozsiahlo diskutuje, najmä o štrkopiesčitých sedimentoch veľkej gabčíkovskej priehlbne. Štrky sa najčastejšie začleňujú do pleistocénu (11).

TEKTONIKA

Dnes je už všeobecne známe, že Podunajská nížina je typickou dilatačnou poklesovou priehlbňou, v ktorej sa poklesávanie harmonicky vyrovnáva bezzlomovým preháňaním, ako aj zlomovou tektonikou rôznych smerov a výšok skoku. V zlomovej tektonike, ktorá je zjavná najmä v okrajových častiach panvy sa nestretávame s typickými okrajovými zlomami, ale s kernými stupňovitými poklesmi. V strednej časti nížiny — v jej ústrednej priehlbni neboli doteraz obdobné zlomy zistené.

Základná tektonická stavba Podunajskej nížiny je určovaná základnou karpatskou tektonikou. Zo zlomov sú najdôležitejšie okrajové zlomové systémy Malých Karpát, Inovca a Tribeča. Ich základným smerom je SV—JZ a tieto sa v juhovýchodnej časti panvy zreteľne skrúcajú do smeru VSV (v oblasti Komárna).

Smerné zlomy karpatského smeru pokračujú do vnútra panvy a ohraničujú v nej jednotlivé hrastové stupne.

Na zlomy karpatského smeru nadväzujú zlomy krížneho smeru SZ—JV, alebo tzv. dunajského smeru (všeobecne sudetského smeru). Tieto zlomy doteraz neboli v centrálnej časti panvy identifikované, ale neznamená to, že tam nie sú.

V študovanom území sa najaktívnejšie prejavujú zlomy od počiatku panónu a ich pohyby v mobilných centrálnych kerných zónach pokračujú až do kvartéru, ba ich prejavy sa pozorujú až doteraz.

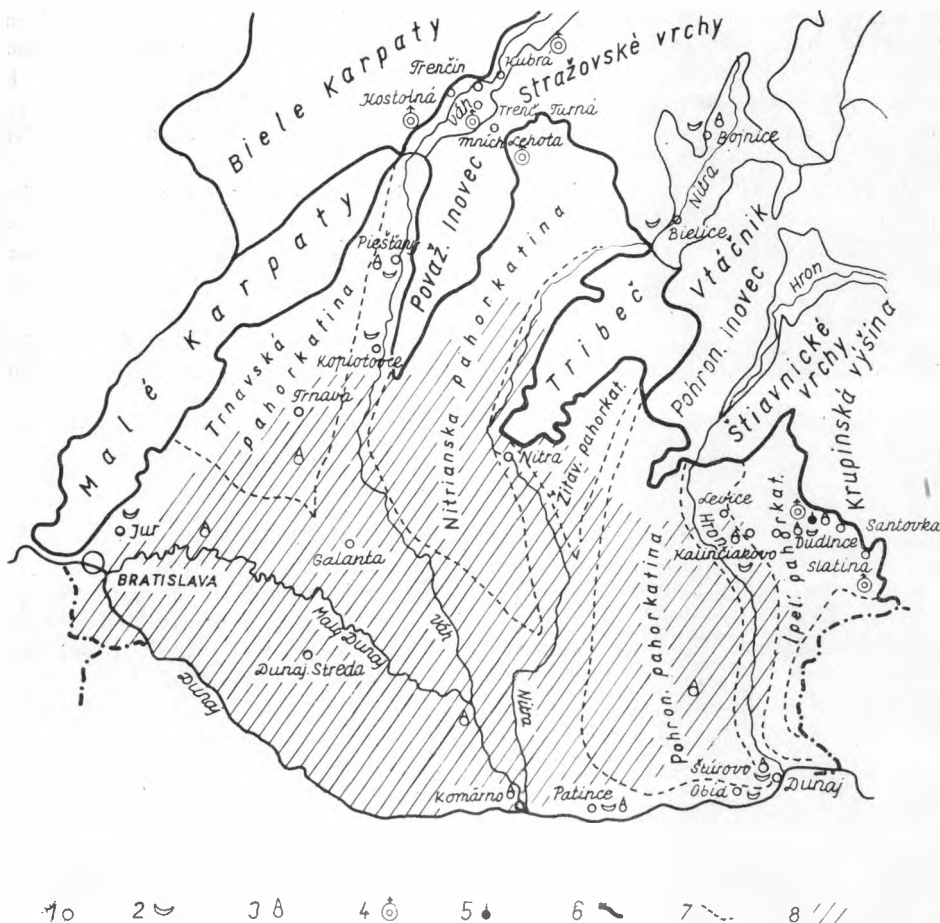
V centrálnej časti panvy počas tektonického výskumu pre vodné diela na Dunaji identifikoval J. Janáček (10) dve zlomové línie karpatského smeru: východný gabčíkovský zlom a západný gabčíkovský zlom. Východný nadväzuje na zlom kolárovskeý, západný na zlom sládkovičovský. Ich pokračovanie na maďarskej strane nebolo doteraz skúmané.

Výskum, exploatácia a národohospodárske využívanie termálnych vôd úzko súvisí s hydrogeologickou stavbou geologických štruktúr, priaznivých pre akumuláciu termálnych vôd, s morfológiou územia a hydrologickými a klimatickými pomermi. Hneď na začiatku si musíme uvedomiť, že hydrogeologické a hydrodynamické zákonitosti výskytu termálnych vôd v štruktúrach neogénnych sedimentov sú podmienené úplne rozdielnymi prvkami vo vertikálnom aj v horizontálnom smere, oproti podmienkam v skalných masívnych horninách a v ich akumuláciách, resp. na ich tektonických poruchách alebo na ich stykoch s neogénom, paleogénom, či neovulkanitmi. Pokiaľ môžeme termálne štruktúry v pevných horninách a v pásmach ich stykov hydrodynamicky klasifikovať (charakterizovať) vzťahmi infiltrácie, akumulácie a výstupových ciest, zatiaľ v neogénnych sedimentárnych štruktúrach nie je pred navrtaním známy ani jeden z hlavných štruktúrnych faktorov, čo by nám dovolilo určovať, resp. umožnilo vzťahovať známe zákonitosti aj na výskyt a exploatáciu termálnych vôd zo sedimentárneho neogénu. A predsa vieme, že takéto termálne štruktúry existujú, že termálna voda sa z nich dá exploatovať a trvalo využívať. Zákonitosti termosyónových teórií tu úplne odpadajú. Ich infiltračnú oblasť skoro nikdy nepoznáme a ťažko ju aj v budúcnosti budeme poznať. Prirodzene výstupné cesty, ak nie je mezozoikum blízko pod povrchom (pozri levická žriedelná štruktúra, Piešťany, Bielice, Patince atď.), tu vôbec nie sú.

Jednotlivé akumulčné nádrže termálnej vody v neogénnych celkoch tvoria zvodnené hlbokopoložené vrstvy sypkých sedimentov — pieskov a štrkov. Vody môžu čerpať najrôznejšími cestami doplnovania z okrajových pohorí, z dolinných náplavov riek a potokov, z vyššie položených zvodnených horizontov tak isto, ako i tektonickými líniami z hlbších horizontov. Ich celková mineralizácia je všeobecne malá a teplota závislá od geotermického stupňa geologického prostredia. Ako poznáme zo všeobecných hydrogeologických zákonitostí a výskumov O. Hyníeho v Piešťanoch, A. Porubského v Liptovskom Jáne a v Patinciach, O. Franku v Bojniciach, Porubského a Hlavatého v Kalinčiakove, Tkáčika v Turčianskych Tepliciach, Struňáka v Sklených Tepliciach atď., akumulčné oblasti termálnych vôd v masívnych horninách mezozoika alebo na báze neogénu nemajú väčšie vertikálne členenie. Naproti tomu však akumulčné oblasti termálnych vôd sedimentárneho neogénu majú veľkú vertikálnu vrstevnú členitosť, pričom z akumulácie do akumulácie menia sa nielen pomery dynamické, ale i tepelné, a často i hydrochemické a plynné. Výskum týchto termálnych akumulácií v smere vertikálnom je mimoriadne obtiažny a veľmi náročný na vrtnú technológiu. Faktická možnosť výskytu termálnych vôd môže byť v celom profile neogénnych komplexov, pravda, ak vylúčime možnosť výskytu nafty a zemných plynov. Ich výskyt je totiž skoro tak reálny ako výskyt teplej vody.

Pri exploatácii termálnych vôd z hlbokých štruktúr sedimentárneho neogénu sa nebudeme môcť uspokojiť s exploatovaním jedného horizontu, teda jednej akumulácie — „nádrže“, ale musíme ich vzhľadom na menšie výdatnosti perforáciou vrtnú pospájať v takom množstve, aké je potrebné na ich rentabilné využitie.

Územia slovenských neogénnych panví, teda aj Podunajskej nížiny, nie sú vôbec hydrogeologicky prevrtané, a teda nemáme vlastné prvotné podklady pre podrobnejšie hydrogeologické hodnotenie nášho územia; alebo len veľmi kusé z naftového výskumu, ktorého vrty však nemali hydrogeologický charakter a neboli vybavené tak, aby mohli riešiť všeobecné hydrogeologické zákonitosti. Pri hodnotení hydrogeologických zákonitostí vychádzame zo všeobecných poznatkov o geologickej stavbe Podunajskej nížiny



Mapa 1. Výskyt minerálnych a termálnych vôd v Podunajskej nížine (M = 1:750 000).
 1 — Sídlá, 2 — Prírodné vývery minerál. vôd, 3 — Navítané termálne vody, 4 — Prírodné vývery minerál. vôd, 5 — Navítané minerálne vody, 6 — Okrajové hranice pohorí, 7 — Hranice pahorkatín, 8 — Územie s možnosťou získať termálne vody z neogénnych súvrství.

a z praktických výsledkov hydrogeologických vrtných prác, ktoré sa urobili na pravej — maďarskej strane Dunaja. Najbližšie k nášmu územiu je lokalita Lipót, ktorá sa nachádza hneď na pravom brehu Dunaja (mapa 1).

Na československom území poznáme čiastočne hydrogeologické pomery plytších artézskych horizontov do hĺbok 300—400 m a pomerne podrobne hydrogeológiu kvartérnych usadenín. Sú to hlavné zdroje pitných vôd a užitkových vôd pre obyvateľstvo, priemysel a poľnohospodárstvo. Hlbšie artézske štruktúry poznáme len okrajovo.

V zmysle hydrogeologickej rajonizácie územia (14) máme na území Podunajskej nížiny (jej rovinnej časti) nasledujúce artézske rajóny: podkarpatský, galantský, novo-

zámoký, komárňanský, štúrovský a rajón gabčíkovskej priehlbne. Jednotlivé zvodnené horizonty artézskych vôd sa vyskytujú v rozličných hĺbkach sedimentačných cyklov panónu, pontu a levantu. Samozrejme, že sú i v komplexoch starších hornín, ale tie sa pre zvýšenú teplotu a nákladnú exploatáciu nevyužívajú. Výdatnosti jednotlivých studní, vybudovaných v pliocénnych horizontoch, sú rôzne od 0,2 až do 10 l/s. Doteraz najvýdatnejšie artézske vrty sú známe z galantskej oblasti.

Zo všeobecných poznatkov sa dá jednoznačne konštatovať, že všetky vrstvy pieskov a štrkov sedimentárneho cyklu sú zvodnené, avšak veľkosť ich zvodnenia závisí od mnohých činiteľov, ako je: mocnosť, priepustnosť, granulometrická stavba, možnosti dopĺňovania atď. Podľa toho sú i jednotlivé horizonty, pripadajúce na jednu studňu rozdielne výdatné.

V sedimentačnom cykle pliocénnych hornín je všeobecne viac pieskov ako v nižšom podloží a často prevládajú nad ílovitými vrstvami. Zistili sa aj zvodnené horizonty spodného panónu na vrtoch Naftového výskumu v Cíferi, Báhoni, v Diakovciach a v Kolárove. Hydrochemickým výskumom sa tiež zistila lokálna hydrodynamická spojitosť spodnopanónskych horizontov s pieskami spodného tortónu po zlomoch (6).

CHEMIZMUS VÔD HLBŠÍCH HORIZONTOV

Chemizmus hlbinných vôd Podunajskej nížiny má najlepšie preskúmaný Naftový výskum. V rámci výskumu možnosti výskytu nafty a zemných plynov v neogénnych štruktúrach sa na Slovensku odvíralo niekoľko hlbokých — oporných vrtoch, ktoré pomohli ozrejmiť aj niektoré hydrogeologické zákonitosti a chemizmus vôd v Podunajskej nížine. Výsledky prác zhodnotili a tabelárne spracovali M. Dlabáč a M. Michalíček (6, tab. 1).

Tabuľka 1

Stratigraf. zóna a stupeň	Mineralizácia mg/l	Chloridy mg/l	Jodidy mg/l	Sírany mg/l	S _i Palmerov index
Pont	810,5 537,5—985,5	37,6 14,2—57,6	0	54,5 3,3—105,3	13,9 6,0—30,0
Panón — uholná séria	1765,6 1144,7—2386,5	73,0 53,8—92,2	0	33,0 31,3—34,6	15,1 7,6—22,6
Spodný panón	2996,0 1101,4—2386,8	518,1 106,4—1332	0—2,5	99,0 4,5—632,5	38,0 24,2—50,0
Sarmat — vrchná zóna	7241,0 3796—10 373,8	2079,0 1028—3722	0-stopy	316,2 7,8—420,9	61,8 42,4—75,8

Vody vrchného panónu a pontu sú slabo mineralizované, slabo slané, typu natrium-bikarbonátového. Vody spodného panónu sú viac mineralizované a majú vyšší obsah chloridov. Jodidy sa vyskytli len na vrte v Báhoni, a to 2,5 mg/l. Vo vodách mio-cénu a pliocénu Podunajskej nížiny sú rozpustené tiež uhľovodíkové plyny, dusík a kyslíčnik uhlíčitý.

Termálna voda v Lipóte, ktorá nás zaujíma najviac, mala pri výdatnosti 22,3 l/s a teplote 65 °C nasledujúci chemizmus:

Ca	6,5 mg/l	HCO ₃	908,9 mg/l
Mg	0,0	SO ₄	0,0
NH ₄	2,05	Cl	114,70
Mn	0,0	NO ₃	0,70
Fe	0,4	NO ₂	0,05
NaK	402,3	Spotreba O ₂ : 1,9 mg/l	
		Alkalita: 14,9° pH	

Tvrdosť: celková 0,9° nem., prechodná 0,9° nem., trvalá 0,0° nem.

Anióny a katióny celkom: 1436,6 mg/l

H₃BO₃ . . . 2,2 mg/l, SiO₂ . . . 24,8 mg/l

Index korózie: 0,85 mg/l

Voda obsahuje metan a iné plyny.

Údaje sú prevzaté zo záverečnej správy o hydrogeologickom prieskume v Lipóte.

TEPLOTA VODY A JEJ ZÁKONITOSTI

Ak považujeme za termálne vody také, ktorých teplota je od 20 °C vyššie, potom by sme pre pomery neogénnych sedimentárnych panví mohli konštatovať, že teplé vody termálne začínajú hĺbkou uloženia zvodnených vrstiev cca od 500 m hlbšie. Priame tepelné meranie vo väčších hĺbkach máme k dispozícii z Naftového výskumu, ktorý na svojich vrtoch meral teplotu hlbinnými i elektrickými teplomerami. Nebolo však urobených až tak mnoho meraní, aby sa mohli komplexne zhodnotiť geotermické pomery panvy, a práve v centre panvy na čs. strane chýbajú geotermické merania celkom.

Z výsledkov výskumu určili pracovníci naftového výskumu (6) priemernú hodnotu geotermického stupňa 31 m/l °C a odporúčajú ju jednotne aplikovať na celú panvu.

V zhodnocovacej správe termálneho vrtu v Lipóte sa udávajú nasledujúce teploty pre jednotlivé hlbinné intervaly: v hĺbke 500 m teplota 68 °C, v hĺbke 1000 m teplota 71 °C, v hĺbke 1500 m teplota 74 °C a v hĺbke 2000 m teplota 89 °C.

Z uvedených hodnôt nie je možné presnejšie určiť geotermický stupeň, lebo vidíme, že medzi hĺbkou a teplotou nie sú reálne pomery a nie je známa metóda merania teplot zemevrtným podnikom.

Ako konečná hodnota teploty sa udáva teplota 65 °C pri výdatnosti 22,5 l/s, pri prelive 1,8 m nad terénom, no ani táto teplota nemôže byť použitá pre určenie priemernej hodnoty geotermického stupňa, lebo vo vrte je pomiešaných viac horizontov termálnej vody rôznej teploty.

Teplota na dne vrtu v hĺbke 2212 m sa udáva na 108 °C, z čoho by hodnota geotermického stupňa bola iba 22 ml/l °C. Táto hodnota sa mi zdá troška malá, a preto môžeme rátať s teplotou 31 m/l °C, ktorú určil Naftový výskum.

Ak by sme v centre Podunajskej panvy chceli dostať vodu s teplotou 65 °C, musel by byť vrt na termálnu vodu hlboký najmenej 1750 m. Samozrejme, že pri tejto hĺbke nemôžeme zaručiť potrebné množstvo vody, a preto vrty odporúčame odvrtať až do hĺbky 2300 m. Na takomto vrte by sa spresnili všetky tepelné merania, aby sme mohli určiť skutočnú hodnotu geotermického stupňa.

V národnom hospodárstve predstavuje voda ako nerastná surovina viacnásobnú hodnotu. Je ich možno využiť na liečenie, vykurovanie, rekreáciu, ako aj v poľnohospodárstve, kde je ich využiteľnosť viacúčelová (vykurovanie skleníkov, budov, bazénov, odchov vodnej hydiny atď.). Ide teda o všestranné využitie tepelnej energie prepočítanej na tepelný výkon alebo tepelnú úžitkovosť jednotlivých zdrojov.

Tepelnú úžitkovosť zdroja označujeme písmenom P v kcal/s. Teplotu termálneho zdroja značíme písmenom T v stupňoch a výdatnosť zdroja Q v l/s.

Pod tepelným výkonom, resp. pod tepelnou úžitkovosťou termálneho zdroja rozumieme teda skutočnú teplotu termálnej vody, zmenšenú o priemernú ročnú teplotu vzduchu t °C územia výskytu termálnej vody, vynásobenú výdatnosťou zdroja.

Vyššie uvedené vzťahy môžeme písať ako $P = Q(T - t)$.

Na lokalite Lipót majú termálne vody svoj tepelný výkon 1200 kcal/s. Pre bližšiu predstavu veľkosti tohto tepelného výkonu ho uvediem aj pre niektoré naše kúpele a rekreačné strediská: Piešťany majú zhruba 2400 kcal/s, Kalinčiakovo 570 kcal/s, Patince 510 kcal/s atď.

MOŽNOSTI ZÍSKANIA TERMÁLNEJ VODY

Ako vyplýva z celkovej geologickej stavby a hydrogeologických zákonitostí Podunajskej nížiny, je reálna možnosť na získanie termálnych vôd z neogénnych, pliocénnych súvrství v jej centrálnej časti. Prakticky to dokazujú vrty na termálnu vodu v Maďarsku, na pravej strane Dunaja (Győr, Lipót atď.).

Zemevrtný podnik Maďarskej správy vodného hospodárstva — OVF vizkutató és fűró vállalat, vízföldtani szolgálat, urobil v čase od 1. augusta 1967 do 17. februára 1968 prieskumné práce a vybudoval exploatačný objekt (studňu) termálnej vody pre družst. poľnohosp. závod Lipót. Vrt bol odvrtný do hĺbky 2212 m a zabudovaný do hĺbky 2206,5 m profilom 6,5/8 cólú. Termálna voda priteká do vrtu z rôznych horizontov artézskych termálnych vôd cez vystriellanú perforáciu v jednotlivých horizontoch — spolu 14 perforovaných polôh.

Po definitívnej úprave vrtu ako studne, bol preliv termálnej vody, teplej 65 °C, na výške 1,8 m nad terénom 22,5 l/s.

Podľa vyhodnotenia záverečnej správy (13) sa v geologickom profile vrtu zistili nasledované komplexy: od 0,0 m do 410,5 m pleistocén; od 410,5 m do 883,0 levant a od 883,0 m do 2212,5 m vrchný panón.

Uvedený popis vrtu porovnáваме s litológiou vrtu VOK — 42 (10), ktorý bol odvrtný južne od Horného Baru pre vodné dielo Dunaj, no len do hĺbky 306,0 m; od 0,0 m do 244,0 m kvartér plus levant — dunajské štrky; od 244,0 do 248,0 m svetlosivý íl silno piesčitý a vápnitý — pont; od 248,0 m do 306,0 m štrk s pieskom — gabčíkovské piesky — pont.

Ako vidno z porovnania oboch geologických profilov, možno usudzovať, že sú odvrtné v rovnakých geologických pomeroch.

Všeobecne treba zdôrazniť, že z československého dunajského územia, a to najmä z centra Podunajskej nížiny v okolí gabčíkovskej depresie máme veľmi málo porovnávacieho materiálu a musíme sa opierať iba o znalosti z celkovej geologickej stavby územia a jeho hydrogeologickú hodnotu analogicky apretovať.

Pri celkovom zhodnotení všetkých poznatkov môžeme napísať, že v centrálnej, západnej a severozápadnej časti Podunajskej nížiny sú reálne predpoklady na výskyt a exploataciu termálnych vôd pre ich národohospodárske využitie. Analogicky sú to

tie isté, alebo aspoň veľmi podobné možnosti ako na pravom brehu Dunaja. Reálne možnosti výskytu termálnych vôd sú od hĺbky 500–600 m pod terénom, no hlavne a využiteľné množstvá sú v horizontoch hlbších ako 1200–1500 m až do 2300 m.

ZÁVER

Pri spracovaní štúdie vychádzame z vlastných štúdií v teréne a zo všeobecných a základných geologických, geograficko-morfologických, hydrogeologických a geofyzikálnych poznatkov o Podunajskej nížine, najmä jej centrálnej časti — neogénno-sedimentárnej panve, ako i z poznatkov a praktických výsledkov z pravej strany Dunaja, z územia Maďarskej ľudovej republiky.

Zo všetkých prístupných podkladov vyplýva, že je reálna možnosť exploatacie termálnych vôd aj na našom území Podunajskej nížiny a možno jej využívanie odporúčať tak pre zdravotníctvo a rekreácie, ako aj pre poľnohospodárske podniky. V centrálnej časti Podunajskej nížiny výskyt termálnych vôd je v hĺbkach 1500–2300 m.

LITERATÚRA

1. Buday T., *Regionálna geológia ČSSR — II. diel/2*, Praha 1967. — 2. Buday T., *Prehľad vývoja neogénu Západných Karpát*, Praha 1959. — 3. Čepek L., *Tektonika komárňanskej kotliny a vývin pozdĺžneho profilu čs. Dunaja*, Sborník SGU, XII, Praha 1938. — 4. Dlabáč M., *Niektoré základné poznatky geológie nafty a zemného plynu v Podunajskej nížine*, Praha 1964. — 5. Dlabáč M., *Poznámky ku vzťahu medzi tvarom povrchu a geologickou stavbou Malej Podunajskej nížiny*, Geologické práce GUDŠ, zošit 59, Bratislava 1960. — 6. Dlabáč M., Michalička M., *Príspevok k hydrogeológii Podunajskej nížiny*, Práce Výsk. úst. Naftových dolů, zv. 21, Praha 1964. — 7. Franko O., *Základný hydrogeologický výskum bojnických termálnych vôd vo vzťahu k ťažbe uhlia na nováckom ložisku*, Geofond, Bratislava 1968. — 8. Hynie O., *Hydrogeológia ČSSR — II. diel*, Praha 1961. — 9. Jakubec L., Porubský A., *Čs. úsek Dunaja*, Geofond, Bratislava 1961. — 10. Janáček J., *Tektonický výskum v oblasti vodného diela Dunaj*, Archív IGHP a Geofondu, 1967. — 11. Kvítkovič J., Lukniš M., Mazúr E., *Geomorfológia a kvartér nížin Slovenska*, G. č. VIII, 4, Bratislava 1956. — 12. Maheľ M., *Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu*, GUDŠ, Bratislava 1952. — 13. OVF — *Vizkutató és fúró vállalat — Správa o hydrogeologickom prieskume termálnych vôd v Lipóte*, 1968, preklad T. Elek. — 14. Porubský A., *Hydrogeologické pomery čs. úseku Dunaja*, IGHP, Bratislava 1968. — 15. Porubský A., Hlavatý Z., *Hydrogeologický výskum termálnych vôd v Kalinčiakove*, Geofond Bratislava 1968. — 16. Porubský A., *Hydrogeológia a morfológia dunajských ostrovov*, G. č. Bratislava 1969. — 17. Porubský A., *Hydrogeologické možnosti zväčšenia exploatacie minerálnej vody Santovka*, Štúdiá, Správa kúpeľov, Bratislava 1969. — 18. Porubský A., *Možnosti získania termálnych vôd pre JRD v Hornom Bare*, Štúdiá, rukopis 1969.

Do redakcie došlo 31. 7. 1969

Anton Porubský

DIE THERMALWÄSSER DES NEOGENS IN DER DONAUEBENE

Das Vorkommen von Thermalwässern wird in der ganzen Welt als ein großer Naturreichtum gewertet, der nicht nur für gesundheitliche, sondern auch für Beheizungs- und landwirtschaftliche Zwecke verwendet werden kann. Die Landwirtschaft gewinnt durch die Ausnützung der Thermalwasser nicht nur an Produktivität im Gemüsebau und Blumengärtnerei, sondern auch in der Vollbeschäftigung ihrer Angestellten während der Wintermonaten, bzw. in der Beseitigung der Saisonenhaftigkeit der Arbeiten. Aufgabe dieser Studie ist es auf das Vorkom-

men von Thermalwässern in der Donauebene und auf die Möglichkeiten deren Ausnützung für die Landwirtschaft und Rekreation hinzuweisen.

Geographisch und morphologisch repräsentiert die Donauebene ein Territorium, das geologisch als das Donaubecken bezeichnet wird. Sie wird in die innerkarpatischen neogenen Becken eingegliedert. Ihre wichtigsten Entwicklungsphasen fallen in den Zeitabschnitt Paläogen-Miozän und sie dauern bis heute.

Die Donauebene, mit ihrem morphologisch-geologischen Aufbau schließt in sich die reale Möglichkeit des Vorkommens von Thermalwässern ein. Bis jetzt waren solche nur an ihren Randgebieten bekannt, wo sie sich durch die Natursprudel in Štúrovo, Obid, Patince, Kalinčačakovo, Malinovec, Piešťany und anderswo hervortraten. Ihre Existenz im Inneren des Beckens wurde jedoch auch durch Bohrarbeiten bewiesen.

Das neogene Becken der Donauebene ist in seinem vertikalen Gesamtprofil mit mächtigen Komplexen von sedimentären Gesteinen verschiedenster petrographischer Zusammensetzung, lithologischen und granulometrischen Charakters ausgefüllt. Diese neogene Füllung erreicht ihre größte Mächtigkeit in der Umgebung von Gabčíkovo und zu den Randgebieten nimmt sie allmählich ab, wie sich die Unterlage aus Felsengesteinen zur Oberfläche des Terrains nähert. Im Gesamtprofil des zentralen Teiles der neogenen Füllung überwiegen die Sedimente des Pliozäns: das Pannon, Pont und Levant.

Das Pannon der Donauebene zerfällt in das obere und untere Pannon. Im unteren Pannon kann man mehrere lithologische Komplexe unterscheiden. Auf der Unterlage entwickelte sich hier eine Schichtenfolge von schieferigen Tonerden. Auf diesen liegt eine Schicht unterpannonischen Sandes, die zum mächtigsten und beständigsten lithologischen Bild des ganzen Miozäns und Pliozäns der Donauebene wurde. Im westlichen Teil des Beckens erreicht ihre Mächtigkeit bis 100 m. Von den unterpannonischen Schichtenfolgen kann man im allgemeinen sagen, daß sie in höheren Lagen mehr sandige Beimischungen und an der westlichen Seite auch mehr Sande enthalten.

Das obere Pannon hat zwei Serien: die Kohlen- und die blaue Serie. Für das obere Pannon ist der häufige Wechsel der Gesteine und seine lithologische Unbeständigkeit charakteristisch.

Die Mächtigkeit des unteren Pannons kann bis 800 m, des oberen etwa 200 m betragen.

Die pontische Schichtenfolge erreicht Mächtigkeiten bis 1700 m und weist einen ähnlichen Charakter des Wechsels von Gesteinen auf wie das Pannon, aber in größerer lithologischen Mannigfaltigkeit und kleineren Sandlagen.

Das Vorkommen von Thermalwässern ist in unseren Bedingungen (in der Donauebene) auf Akkumulationslagen und Schichten von losen Sedimenten, Sanden oder kleinem Schotter gebunden. Für das Vorkommen von Thermalwässern und ihre volkswirtschaftliche Ausnützung ist gerade die oben erwähnte Sandschicht im unteren Pannon am wichtigsten. Die Ergänzung der Wasser erfolgt auf verschiedenen Wegen: von den umgrenzenden Gebirgen und Tälern der Fluß- oder Bachablagerungen, aus höher liegenden wasserführenden Horizonten, oder auch tieferen Horizonten, entlang der tektonischen Linien. Ihre gesamte Mineralisation ist im allgemeinen gering und ihre Temperatur vom geothermischen Grad der geologischen Umwelt abhängig.

Die Beweise über die Existenz von Thermalwässern im pannonischen Sedimentationszyklus stammen von den allgemeinen geologischen Verhältnissen und Ergebnissen der Bohrungen im Rahmen der Erdölforschung, sowie auch von den Ergebnissen der Bohrarbeiten zur Aufklärung der Thermalwässer in Ungarn.

Abschließend kann man sagen, daß man im Zentrum der Donauebene in der Slowakei aus den pannonischen Schichtenfolgen auch Thermalwasser gewinnen und es für die verschiedensten volkswirtschaftlichen Zwecke verwenden kann.

Aus dem Slowakischen übersetzt von J. Bela j

Karte 1. Mineral- und Thermalwasservorkommen in der Donautiefenebene (M = 1:750 000).
1 — Siedlungen. 2 — Natürliche Thermalwasserquellen. 3 — Angebohrte Thermalwasser. 4 — Natürliche Mineralwasserquellen. 5 — Angebohrte Mineralwasser. 6 — Gebirgsrandabgrenzung. 7 — Hügellandabgrenzung. 8 — Gebiet mit der Möglichkeit Thermalwasser aus neogenen Schichtenfolgen zu gewinnen.