

Aplikácia palinológie v hydrogeochémii

STANO RAPANT, EVA PLANDEROVÁ, DUŠAN BODIŠ

Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Doručené 11. 2. 1985

Апликация палинологии в гидрогеохимии

В большинстве случаев химический состав вод не отвечает известной породной среде в которой происходит их циркуляция. Для определения происхождения таких вод авторы предлагают использовать палинологическое исследование. В работе приведены результаты палинологических исследований, которые были осуществлены на двух месторождениях минеральных вод.

Use of palynology in hydrogeochemical research

In many cases the chemical composition of groundwaters is not corresponding to the known rock environment of their circulation. In the interpretation of genesis of such waters we propose to use palynological investigations. In the contribution the results of palynological investigation, carried out at two localities of mineral waters, are presented.

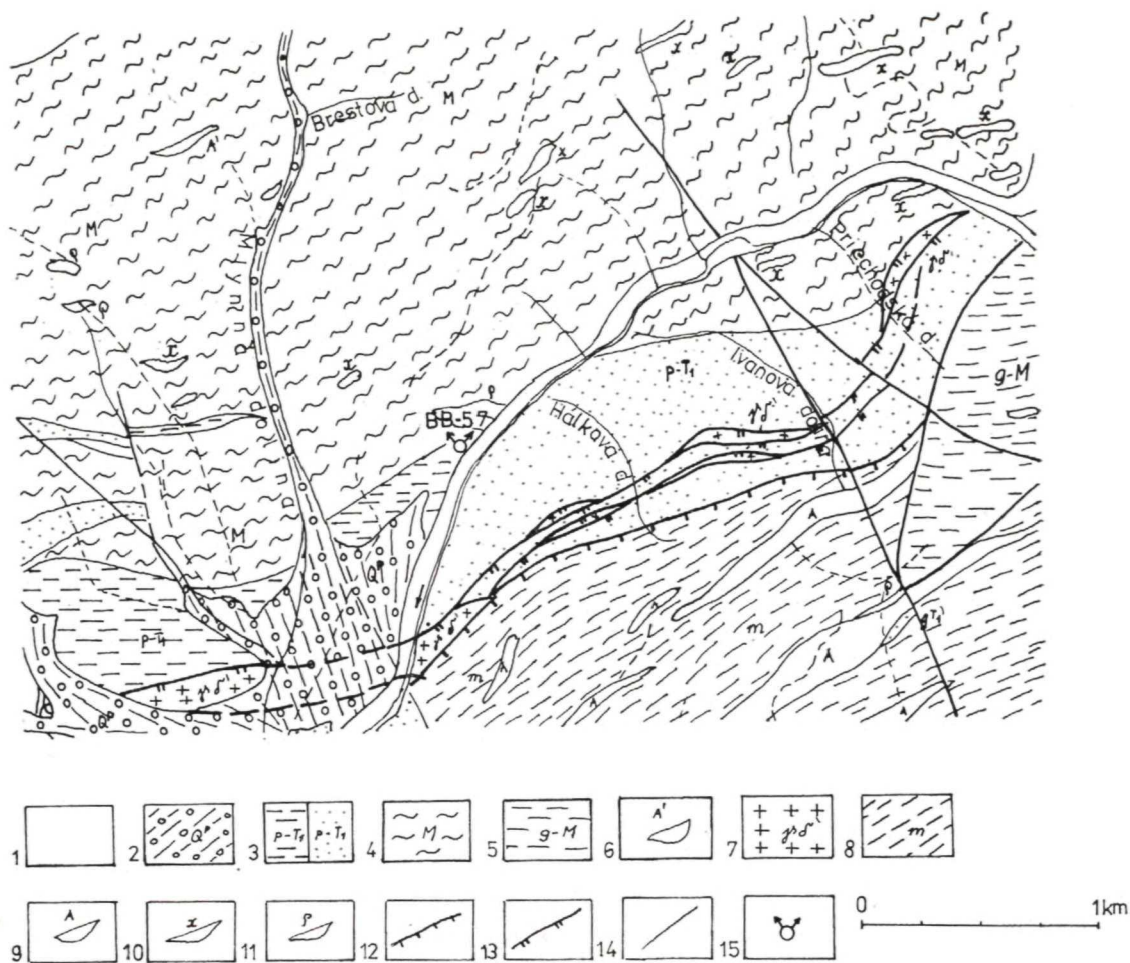
Pri hydrogeochemickom výskume sa nezriedka stretávame s podzemnou vodou, ktorej chemické zloženie nezodpovedá horninovému prostrediu jej obehu a bežne používané metódy hydrogeologickej a hydrogeochemickej interpretácie nestačia vyriešiť otázku jej genézy. Jednou z možností, ako objasniť pôvod obsahu niektorých sporných iónov v podzemnej vode, je palinologické určenie a vyhodnotenie sporomorfov vynášaných podzemnou vodou z hlbších horizontov. Presné geologické zloženie týchto horizontov nie je vždy známe. Interakciou voda — hornina narušuje podzemná voda okolné horninové prostredie a okrem prechodu látok sa môžu do cirkulujúcej podzemnej vody vy-

plavovať aj prítomné sporomorfy, resp. sporomorfy nachádzajúce sa v zasiaknutých reliktných marinogénnych vodách z rôznych geologických období.

V príspevku predkladáme výsledky palinologického výskumu dvoch vzoriek minerálnych vôd, ktorých chemické zloženie nezodpovedá známemu geologickému prostrediu ich obehu.

Stručná hydrogeochemická charakteristika skúmaných vôd

Skúmali sme prameň minerálnej vody Dolná Kyslá v Mýte pod Ďumbierom (reg. č. BB-57), ktorý sa nachádza pri autobusovej zastávke Kyslá pri hlavnej ceste



Obr. 1. Geologická situácia okolia minerálneho prameňa Horná Kyslá (BB-57) v Mýte pod Dumbierom (podľa Klinca — Bieleho, 1976). 1—2 *kvartér*: 1 — holocén, 2 — pleistocén; 3 — *obal*: perm — spodný trias — metaarkózy, metadroby, porfýroidy až porfýritoidy; 4—6 — *kryštalínium*: 4 — biotitické migmatity, 5 — biotitické pararuly až paralelne prúžkované migmatity, 6 — amfibolity; 7 — *kráľovohorský komplex*: drobné až stredne zrnité biotitické granodiority; 8—9 — *hronský komplex*: 8 — svory, 9 — amfibolity; 10—11 — *mladé — intruzívne (?) horniny*: 10 — lamprofýry, 11 — pegmatity — aplity; 12 — tektonické hranice prikrývového charakteru; 13 — tektonická línia bez bližšieho určenia charakteru; 14 — zlomy; 15 — prameň minerálnej vody

Fig. 1. Geological situation around the mineral water spring Horná Kyslá (BB-57) in Mýto pod Dumbierom (after Klinec — Biely, 1976). 1—2 *Quaternary*: 1 — Holocene, 2 — Pleistocene; 3 — *cover sequences*: Permian to Lower Triassic, meta-arcose, metagreywacke, porphyroide, porphyritoides, 4—6 — *crystalline*: 4 — biotite migmatite, 5 — biotite paragneiss to parallel laminated migmatite, 6 — amphibolite, 7 — *Kráľova Hôla Complex*: fine and medium-grained biotite granodiorite, 8—9 — *Hron Complex*: 8 — mica-schist to gneiss, 9 — amphibolite, 10—11 — *young intrusive (?) rock*: 10 — lamprophyre, 11 — pegmatite and aplite, 12 — tectonic boundary of nappe character, 13 — tectonic boundary without closer determined character, 14 — fault, 15 — mineral water spring

TAB. 1
 Základná hydrogeochemická charakteristika
 Main hydrogeochemical characteristic

Lokalita	Dátum odberu	T ^{H₂O}	pH	CO ₂	M	Cl ⁻	S ₁ (Cl)	A ₁	A ₂	HCO ₃ /Cl
BB-57	10. 1. 1980	6,0	6,0	2145,3	2344,1	387,47	34,85	40,6	19,65	1,73
KV-3	27. 2. 1983	22,8	8,3	0	4177,9	1313,0	78,89	0	1,03	0,007

Teplota vody v °C, mineralizácia a jej komponenty v mg.l⁻¹, Palmerove charakteristiky v mval ‰, HCO₃/Cl počítaný z milivalových hodnôt. Vzorky odobral a analyzoval K. Lopašovský, GÚDŠ

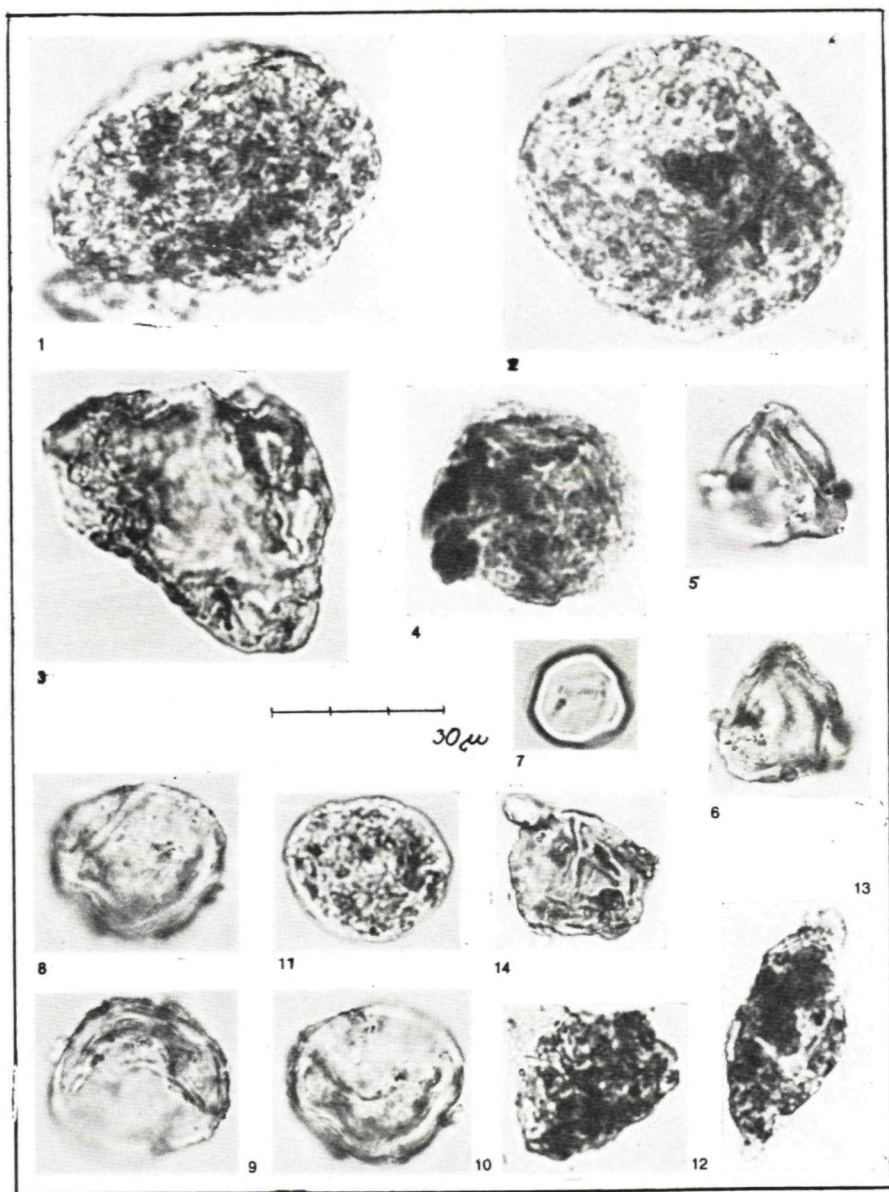
z Mýta pod Ďumbierom na Čertovicu, a vodu z vrtu KV-3 700 m južne od železničnej stanice Rochovce, približne 20 km ZJZ od Rožňavy.

Minerálna voda BB-57 (obr. 1, tab. 1) vyviera v tektonickom styku permsko-triasových bridlíc s kryštalicými bridlicami tatrídneho kryštalinika (hlavne ruly a migmatity) prekrytom aluviálnymi náplavami potoka Štiavnička. Hodnota jej celkovej mineralizácie je od 2,12 g.l⁻¹ do 2,72 g.l⁻¹ a obsah voľného CO₂ od 1,96 g.l⁻¹ do 2,28 g.l⁻¹ (podľa režimných pozorovaní oddelenia hydrogeochemie GÚDŠ, január 1978 až január 1980 s mesačným intervalom odberov). Z režimných pozorovaní ďalej vyplýva, že sa znižuje celková mineralizácia a obsah voľného CO₂ a súčasne sa zvyšuje výdatnosť v závislosti od množstva zrážok, resp. po jarnom topení snehu. Voda je prechodného A₁ — S₁ (Cl) chemického typu — hodnoty A₁ a S₁ (Cl) prevažne okolo 35 mval ‰. Obsah chloridových iónov je v rozmedzí 303,81—433,2 mg.l⁻¹, s najčastejším výskytom okolo 400 mg.l⁻¹. V typických silikátogénnych minerálnych vodách kryštalinika Západných Karpát je obsah chloridov takmer vždy nižší ako 10 mg.l⁻¹. Z genetického hľadiska (Gazda, 1971) ide o silikátogénnu vodu s anomálne zvýšeným podielom Na⁺,

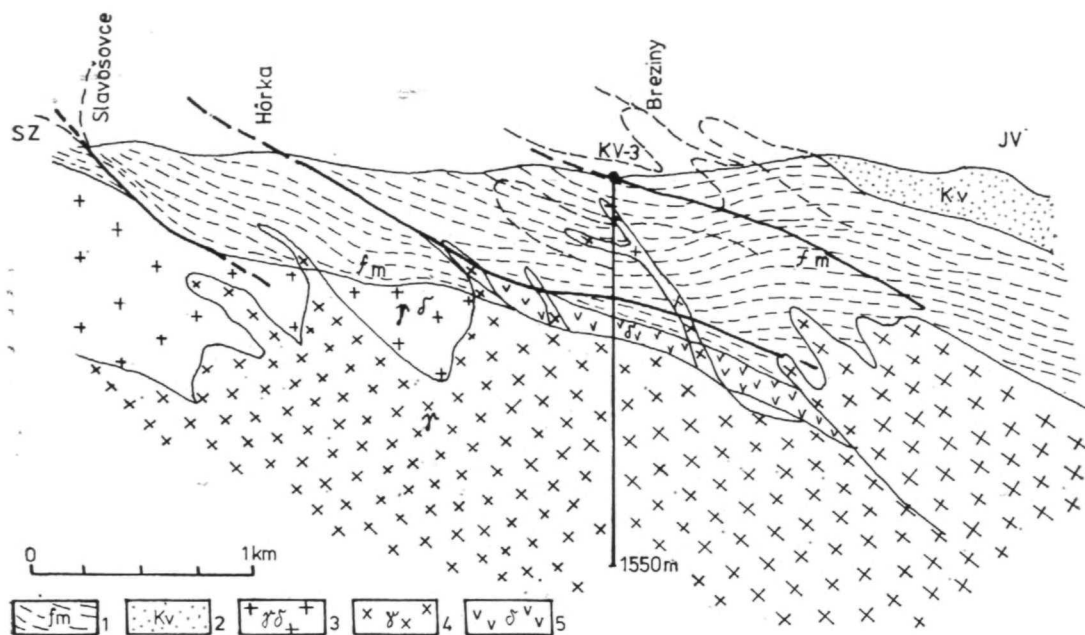
K⁺ a Cl⁻ iónov, ktorých pôvod, hlavne v prípade chloridových iónov, však nemožno hľadať v okolných geologických útvaroch.

Podzemná voda zistená vrtom KV-3 v Rochovciach (obr. 2, tab. 1) je viazaná hlavne na prechodnú zónu z granitov do bázik a na diagonálne a vertikálne tektonické poruchy v granitoch v hĺbke 701,5—963 m. Veľmi nepatrnú výdatnosť majú iba lokálne prítoky vody vo fylitoch, ktoré miestami výplach slabo zriedovali. Celkove však komplex fylitov pôsobí ako nepriepustný strop pre puklinové podzemné vody podložného bázika a granitového komplexu (Hanzel, in Klinec et al., 1979). Hodnoty celkovej mineralizácie podzemnej vody z vrtu KV-3 sú podľa nesystematických pozorovaní od 4,18 g.l⁻¹ do 4,47 g.l⁻¹ (tab. 1). Je to voda základného, výrazného nátriovo-chloridového typu s hodnotami S₁(Cl) okolo 80 mval ‰. Vo vzťahu k horninovému prostrediu, v ktorom sa overila (granity, bázika a metamorfity), sa javí svojim chemickým zložením ako zvláštnosť a pôvod vysokého obsahu Cl⁻, Na⁺ a K⁺ iónov nemožno v žiadnom prípade hľadať v interakcii voda — hornina v okolnom horninovom prostredí.

Z uvedeného je zrejmé, že chemické



Tabuľa I. BB-57 — Mýto pod Ďumbierom. 1 — *Potonieisporites* sp. (stefan — spodný perm), 2 — *Leconiella* sp. (spodná stredná jura), 3 — *Trilobosporites crassiangulus* Döring (spodná jura), 4 — *Corrusporis* sp. (spodný — stredný miocén), 5–6 — *Myricipites bituitus* Nagy (spodný — stredný miocén), 7 — *Graminidites* sp. (recent), 8 — *Carpinuspollenites carpinoides* Nagy (miocén), 9–10 — *Juglan spollenites verus* Nagy (miocén), 11 — *Chenopodipollenites multiplex* Kr. (miocén), 12 — *Myricipites* sp. terciér, 13 — *Liriodendron* sp. (miocén)



Obr. 2. Geologický profil vrtu KV-3 (podľa Klinca, 1979). 1 — fylity — svory, 2 — metaarkózy, 3 — biotitické granodiority, 4 — rochovské granity, 5 — metabazity
 Fig. 2. Geological profile across the KV-3 drilling (after A. Klinec, 1979). 1 — phyllite to mica-schist, 2 — metaarcese, 3 — biotite granodiorite, 4 — Rochovce granite, 5 — metabasite

zloženie a otázku genézy týchto minerálnych vôd nemožno riešiť bežne zaužívanými hydrogeochemickými metódami a nemožno ich vysvetliť interakciami voda — hornina v korelácii so známymi geologickými poznatkami uvedených oblastí. Jedným z ďalších možných riešení je získanie a palinologické vyhodnotenie sporomorfov vynášaných týmito vodami.

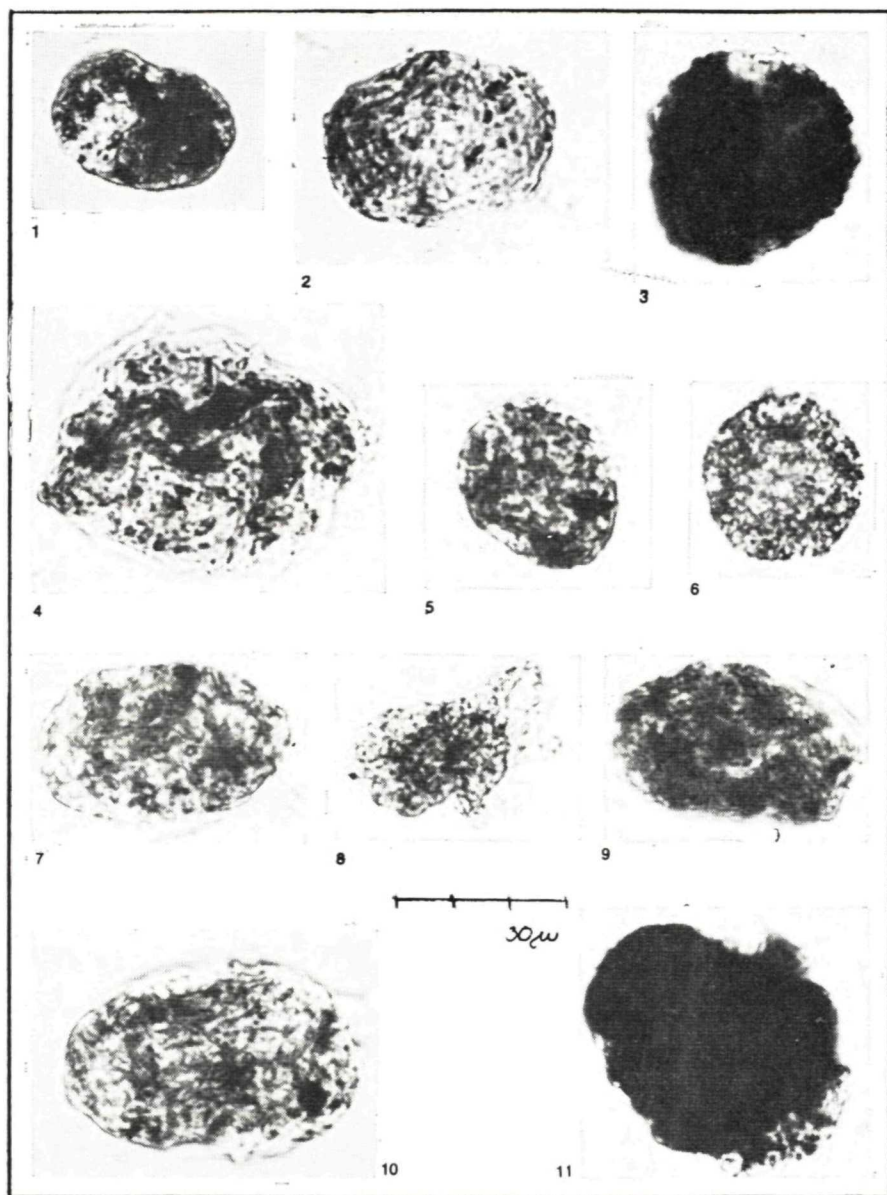
Odber vzoriek vôd a príprava palinologických preparátov

Na získanie pozitívnych vzoriek palinomorf sme odobrali z každého zdroja dvakrát po 100 l vody. Vzorky podzemných vôd boli pri odbere zafixované 0,5 l HCl, aby sa po narušení rovnováhy látky v roztoku nezrážali, čo by prekážalo v ďalšom pracovnom postupe. Pri odbere, počas transportu a počas samotnej filtrácie sa zachovala sterilita prostredia. Filtrácia sa urobila po prevoze vzoriek vôd do laboratória membránovými filtermi značky Synpor s rozmerom pórov

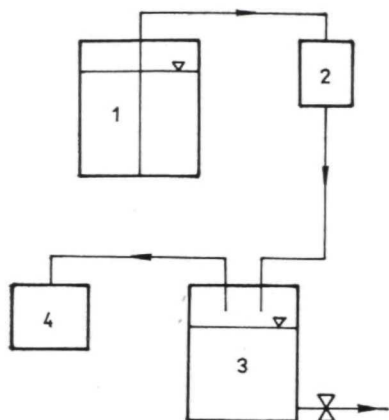
0,85 μ m. Filtračná aparátúra (obr. 3) pozostávala zo samotného filtračného zariadenia (membránový filtračný prístroj značky Millipor), ktoré bolo napojené na rotačnú vývevu, ktorá vytvárala podtlak v zbernej nádobe. Celý tento systém bol napojený na balón so vzorkou filtrovanej vody. Organický zostatok bol z filtra zmytý redistilovanou vodou a po odstredení sa urobili trvalé preparáty (Lednárová, GÜDŠ) bežným spôsobom používaným v palinologickej praxi.

Palinologické vyhodnotenie

Pelovou analýzou sme z vôd v uvedených lokalitách získali niekoľko vekovo odlišných asociácií sporomorfov so zachovanou relatívne bohatou mikroflórou. Všetky sporomorfy sa zachovali v takom stave, ako ich poznáme zo sedimentov. Zistené asociácie sa dali dobre určiť a vekovo spoľahlivo zaradiť do širších vekových období.



Tabuľa II. BB-57 — Mýto pod Ďumbierom. 1 — *Klausipollenites* sp. (perm), 2 — *Costatisulcites ovatus* Schulz (trias), 3 — *Cymatiosphaera* sp. (paleozoikum), 4 — *Ovalipollis* sp. (trias), 5 — *Thymospora thiesseii* Alp. (stefan), 6 — *Maratiopsis scabratus* Couper (rét — lias), 7 — *Florinites luberae* Inos. (stefan), 8 — *Hymenozonotriletes* sp. (devón), 9 — *Brachyphyllum scotti* Harris (rét — lias), 10 — *Triadispora crassa* Klaus (spodný — stredný trias), 11 — *Triadispora* (trias)



Obr. 3. Schéma aparatury na získavanie palinomorf z vôd. 1 — zásobník so vzorkou, 2 — membránový filter, 3 — zberná nádoba, 4 — rotačná výveva

Fig. 3. Scheme of device used for gaining palynomorphs from waters. 1 — reservoir with water, 2 — membrane filter, 3 — collecting tank (receiver), 4 — rotary air pump

Minerálna voda BB-57 v Mýte pod Ďumbierom (tabuľa I, II)

Najstaršie spóry boli zo staršieho paleozoika, a to druhy rodov *Cymatiosphaera* cf. *canademis* a *Hymezonotriletes* sp., obe z devónu. Trilétna pseudosakátna spóra bola veľmi zachovaná. Planktón bol mierne prekrytý grafitickým nánosom.

Z mladšieho paleozoika boli spóry zo stefanu — spodného permu takéhoto druhového zloženia: *Thymospora thiesseui* zo stefanu C-D, *Potoniesporites* sp. zo stefanu B až spodného permu, *Cordaitales* sp. z permu a *Karpatosporites* sp. z permu.

Zo spodného až stredného triasu boli druhy *Triadispora crassa*, *Ovapollis* sp. a iné druhy rodu *Triadispora* sp.

Ďalšie asociácie sa zistili z rétu až spodnej jury, a to: *Uvaesporites* sp., *Chasmatosporites apertus* z liasu, *Brachyphyllum scotti* z rétu až liasu, *Densporites* sp. zo spodnej jury, *Sporopollenites flavus* zo spodnej jury, *Marattiopsis scabratus* z rétu

až liasu, *Leconella* sp. zo spodnej až strednej jury a *Trilobosporites crassiangulatus* zo spodnej jury.

Najmladšie mikrofloristické asociácie sú z miocénu, prípadne niektoré s rozpätím paleogén — vrchný miocén. Majú takéto druhové zloženie: *Carpinuspollenites* sp. zo stredného miocénu, *Chenopodipollenites* sp. a *Chenopodipollenites multiplex* z vrchného miocénu, *Myricipites bituitus* s vekovým rozpätím paleogén — stredný miocén, *Liriodendron* sp. zo stredného až vrchného miocénu, *Momipites punctatus* zo spodného až stredného miocénu, rôzne druhy rodu *Triatriopollenites* hlavne zo stredného miocénu, *Juglanspollenites verus* zo stredného až vrchného miocénu, *Alnipollenites verus* z miocénu, *Corrusporis* sp. hlavne zo spodného a stredného miocénu, *Myricipites rurensis* hlavne zo spodného a stredného miocénu, *Graminidetes* sp. z miocénu a spóry húb.

Sporomorfy neogénu boli veľmi dobre zachované, bez náznaku korózie.

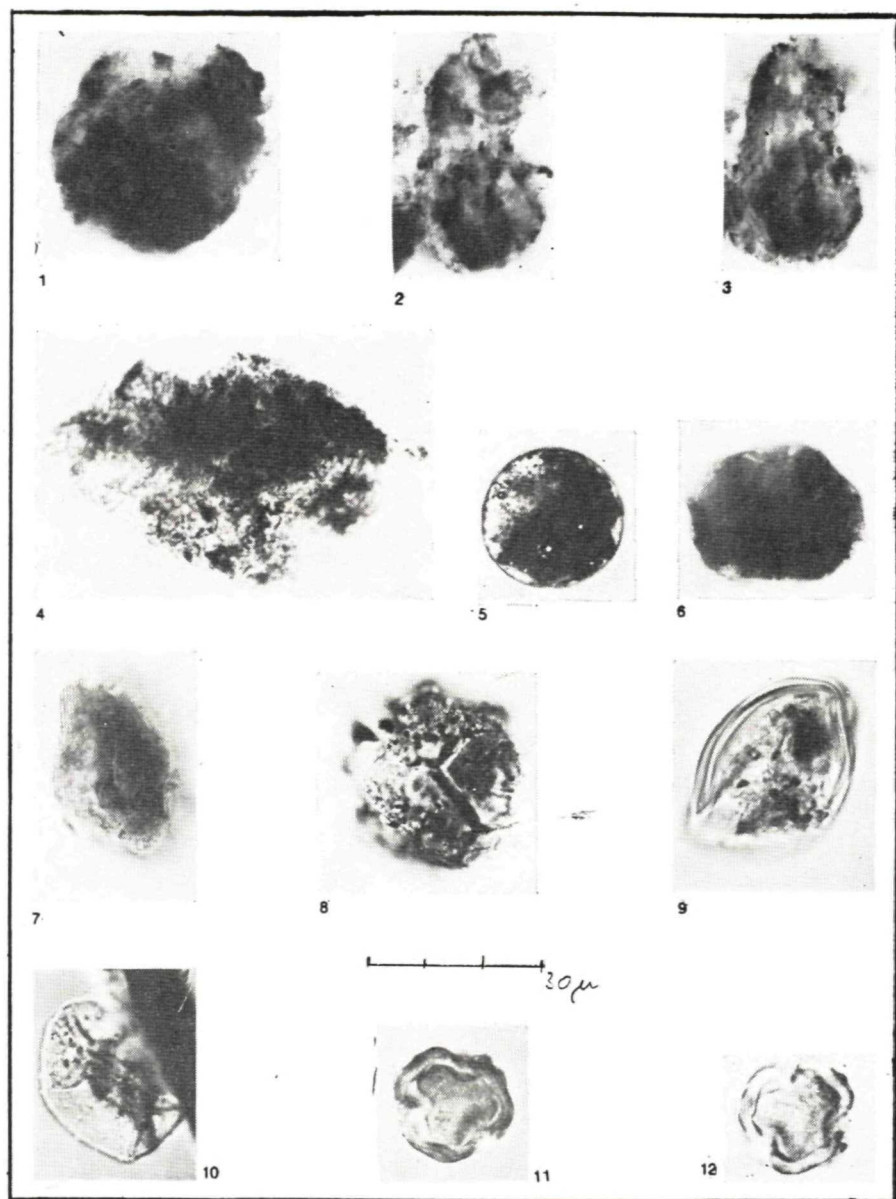
Minerálna voda z vrtu KV-3 v Rochovciach (tabuľa III)

Najstaršie palinomorfy boli staropaleozoické (spodný stredný devón), a to: druh *Cymatiosphaera canadensis*, *Geminospora* sp. a zo spodného devónu, *Myrrhystridium* sp., *Quadrissporites granulatus* a *Hymenozonotriletes* sp.

Z mladšieho paleozoika (stefan — spodný perm) spóry *Gnetaceaepollenites* sp. a *Monosulites minimus*.

Najmladšie palinomorfy sú z miocénu, a to: *Rhamnaceae* sp., *Trilites* sp., *Leiotriletes wolffi*, *Nympheaceae* sp. a *Graminae* sp.

Zachovanosť paleozoických palinomorf bola podobná ako vo fylioch z vrtu KV-3 (Planderová, in Klinec et al., 1979). Vrchnokarbónske a miocénne sporomorfy sú zachované bez známky korózie.



Tabuľa III. KV-3 — Rochovce. 1 — *Geminospora* sp. A. (silúr — devón), 2—3 — *Gnetaceaepollenites* sp. (stefan — spodný perm), 4 — *Hymenozonotriletes* sp. (devón), 5 — *Sporonites uniosus* (Horst.) Dyb. Jach. (karbón), 6 — *Cymatiosphaera* cf. *canadensis* (Deuff. devón), 7 — *Monosulcites* sp. karbón — perm), 8 — *Retusotriletes* sp. (devón), 9 — *Leiotriletes wolffi* W. Kr. (miocén), 10 — *Nymphaeaceae* sp. (miocén), 11—12 — *Rhamnaceae* sp. (miocén)

Záver

Dosiahnuté výsledky potvrdili, že je možné získať palinomorfy aj z kvapalnej fázy, a teda, že podzemná voda palinomorfy vymýva, transportuje a vynáša na povrch. Získané palinomorfy poukazujú teda na horninové prostredie, ktorým voda prestupuje. Keď mineralogicko-petrografický charakter známeho horninového prostredia nezodpovedá chemickému zloženiu vôd, môžu sporomorfy získané z vôd, podložené výsledkami hydrogeologického, hydrogeochemického a izotopového výskumu, naznačovať prítomnosť geologických útvarov, ktoré nevystupujú na povrch.

Navrhovaná metodika môže pomôcť vyriešiť niektoré sporné otázky nielen z hľadiska hydrogeochemie, ale aj z hľadiska geologickej stavby, príp. paleogeografie. Po podrobnom preskúmaní izotopových pomerov jednotlivých lokalít bude možné odpovedať na základnú otázku: Možno určené sporomorfy a anomálny obsah jednotlivých iónov vo vodách spájať s procesom vymývania z hornín, ktoré v danej oblasti nevystupujú na povrch (pravde-

podobne v prípade minerálnej vody BB-57 v Mýte pod Ďumbierom), alebo ich možno spájať so zasiačnou, resp. premigrovanou marinogénnou vodou (pravdepodobne v prípade minerálnej vody z vrtu KV-3 v Rochovciach)?

V oboch prípadoch skúmaných minerálnych vôd sa palinologickou analýzou z vôd určili neogénne, a to hlavne spodno až strednomiocénne asociácie sporomorf, čo je v značnom nesúlade so súčasnými poznatkami o geologickej stavbe skúmaných území.

Vo vzťahu ku genéze skúmaných minerálnych vôd možno na základe dosiahnutých výsledkov predpokladať marinogénny pôvod S_1 (Cl) zložky, o čom svedčí aj zvýšený obsah jódu a brómu.

Literatúra

- Gazda, S. 1971: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. *Hydrogeologická ročenka 1970—1971*, Bratislava, s. 122—126.
- Klinec, A. — Biely, A. et al., 1976: Geologický výskum veporidného kryštalínika (list Mýto pod Ďumbierom). *Manuskript — Geofond Bratislava*. 50 s.
- Klinec, A. et al. 1979: Komplexné vyhodnotenie štruktúrneho vrtu KV-3 Rochovce. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 314 s.

Use of palynology in hydrogeochemical research

Investigating the genetic relations between some groundwaters, an obvious discrepancy appears frequently between the chemical composition of groundwater and the mineralogical, or petrographical, composition of the rock environment of their presumed circulation. One of further possibilities to deal with such problems and to contribute data in search for origin of some critical ions in the chemical composition of groundwater, is the evaluation of palynological assemblages carried by the groundwater to the surface.

Typical example for such groundwater type with unclear genetic relations is the mineral water spring Horná Kyslá in Mýto pod Ďumbierom village (BB-57), Low Tatra Mts., re-

lated mainly to gneissic and migmatite environment (fig. 1), and the mineral water flowing from the KV-3 drilling in Rochovce village, Slovak Ore Mts. related to granite, metamorphics and basic rocks (fig. 2). Higher proportions of the S_1 (Cl) component may not be explained by usual water/rock interaction of the surrounding rock environment (tab. 1).

In both cases, Sporomorpha assemblages have been gained by filtrating of 100 litres of water through a membrane filter (fig. 3). The organic remnant has been washed down from the filter using redistilled water and, after centrifugation, stable preparates were made by common methods used in palynological practice. Sporomorpha assemblages

indicating the following age groups were identified:

Mýto pod Ďumbierom village (BB-57, tab. I, II): a) Early Paleozoic (Devonian), b) Late Paleozoic (Stephanian to Lower Permian), c) Lower to Middle Triassic, d) Rhaetian to Lower Jurassic, e) Miocene.

Rochovce village (KV-3, tab. III): a) Early Paleozoic (Lower to Middle Devonian), b) Late Paleozoic (Upper Carboniferous to Lower

Permian), c) Miocene.

In both cases of mineral waters investigated, palynological analysis discovered Sporomorph assemblages of Neogene (Lower to Middle Miocene) age what is in sharp discrepancy with recent knowledge on the geological structure of areas in question.

The obtained data prove that the S_1 (C1) component of both mineral waters is, by its origin, marinogenous.

RECENZIA

V. P. Petrov (red.): **Genetičeskije tipy, zakonovernosti razmeščeniya i prognoz mesto-roždenij brusita i magnezita**. 1. vyd., Moskva, Nauka, 1984. 318 s., 14 tab., 42 obr.

Nedávno vyšla monografia kolektívu autorov P. P. Smolina — A. I. Ševeleva — L. P. Urasinovej — A. P. Bojarkina — V. I. Kiseleva — V. E. Levického — M. A. Urasina, ktorá nesporne zaujme širokú geologickú verejnosť najmä originálnou koncepciou vzniku magnezitových ložísk.

Názory na genézu magnezitových ložísk sa dosiaľ dosť líšili. Recenzované dielo tieto rozdielne názory zjednocuje a prináša významné argumenty proti hydrotermálnej a hydrotermálno-metasomatickej teórii vzniku magnezitových ložísk. Hlavný prínos monografie nespočíva iba v novej koncepcii vzniku magnezitových ložísk, ale aj v tom, že objasňuje zákonitosti ich rozmiestnenia v čase a priestore.

Autori všestranne, z rôznych hľadísk (lokálnych, regionálnych i globálnych) rozpracovali sedimentogénny vznik magnezitu. Rozlišujú dva geneticky odlišné typy magnezitu: evaporitový typ a eukarbonátový typ.

Evaporitový typ vznikol vo vhodných geologických, štruktúrnych a klimatických pomeroch odparovaním z morskej vody. Vždy ho sprevádzala asociácia typických evaporitových minerálov (síraný, chloridy atď.).

Pre prax má veľký význam názor na vznik druhého — eukarbonátového typu magnezitu.

Za hlavný zdroj horčíka pre tento typ magnezitu považujú autori kôru vetrania bazických a ultrabazických hornín. Podľa toho, kde a za akých podmienok sa tvorili magnezitové ložiská, rozdeľujú ich na eulepigénne — vznikajúce priamo v kôre vetrania, epilepigénne — tvoriace sa v sedimentačných bazénoch na kontinente a synlepigénne alebo miogeosynklinálne — vznikajúce v sedimentačných bazénoch v mori. Synlepigénny typ magnezitu má najväčší praktický význam. Autori zaraďujú k tomuto typu okrem iných aj naše a rakúske magnezitové ložiská.

Z deviatich kapitol monografie sú tri zamerané na genézu, zákonitosť rozmiestnenia a prognózovania brucitu.

I keď v niektorých smeroch by sa žiadali doplňujúce štúdie (najmä detailnejšie objasnenie separátneho transportu Mg a Fe z kôry vetrania bazických a ultrabazických hornín do sedimentačných bazénov a vzájomného vzťahu sideritových a magnezitových ložísk), predsa autori urobili dôležitý krok k objasneniu genézy základných horečnatých surovín. Vychádzali z najnovších termochemických experimentálnych údajov, ale aj zo sedimentologicko-litologických poznatkov, získaných priamo v teréne. Priniesli úplne nové poznatky o rytmickosti v magnezitových ložiskách.

Kniha môže byť užitočná nielen pre ložiskových geológov, ale i litológov, petrológov a regionálnych geológov.

Ján Turan — Lídia Turanová