

VÁCLAV ZÝKA

GEOCHEMICKÁ ZONÁLNOST
MINERÁLNÍCH VOD STŘEDNÍ EVROPY*(Obr. 15—30 v textě, ruské a německé resumé)*

Úvod

Hydrochemický průzkum se stal v posledních letech všeobecně uznávanou součástí geologického výzkumu ložisek nerostných surovin všeho druhu a rozšiřováním znalostí nabývá stále na významu.

První hydrochemická studie byla vykonána v ČSR v letech 1946—1950; po ukončení výzkumu plošně omezené oblasti byly průzkumné práce rozšířeny na celou republiku.

Dík spolupráci s vědeckými pracovníky ostatních lidových demokracií se nyní umožnilo sestavení mapy hydrogeochemických zón střední Evropy, která skýtá zajímavý obraz o geografickém rozšíření jednotlivých typů minerálních vod a jejich vztahu k ložiskům nerostných surovin.

Ve střední Evropě panují velmi složité geologické poměry, které se pochopitelně odrážejí i v geochemii minerálních vod. Ačkoliv byl pro tuto studii použit neobvykle rozsáhlý analytický materiál, nemůže být v žádném případě považována za konečnou — je jen malým příspěvkem k rozsáhlé a složité problematice praktické hydrogeochemie.

Považuji za svou povinnost poděkovati na tomto místě svým přátelům — paní Dane Vasiliu a prof. Grigorashovi (Universitatea C. I. Parhon v Bukurešti), Mihailu Silviu (Comitetul Central Geologic v Bukurešti), paní Barbaře Kraus-Holzhey, Horstu Ulbrichtovi (Bergakademie Freiberg — NDR) a slečně W. Czerkawské (Warszawa) — za obětavou pomoc při shromažďování potřebného geologického a geochemického materiálu.

Za cenné rady, připomínky a korekturu této práce jsem zvlášť zavázán profesorovi A. M. Ovčinnikovovi (Geol.-razv. institut v Moskvě), akad. E. Szádeczkému-Kardossovi (Tudományegyetem Földtani Intézet, Budapest), prof. K. Zapletalovi (Masarykova univerzita v Brně) a profesorovi J. Koktovi (Vysoká škola báňská v Ostravě).

Ve střední Evropě rozlišují celkem 9 zón mineralisovaných vod:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| a) kalcium-bikarbonátovou, | f) magnesium-chloridovou, |
| b) kalcium-sulfátovou, | g) natrium-bikarbonátovou, |
| c) ferro-sulfátovou, | h) natrium-sulfátovou, |
| d) natrium-chloridovou, | i) magnesium-sulfátovou. |
| e) kalcium-chloridovou, | |

Do skupiny vod natrium-chloridových jsou zahrnuty všechny ostatní typy vod solných ložisek, především vody typu natrium (kalcium) a natrium (magnesium) chloridového. Tedy vody, v jejich složení převládá z kationtů vždy natrium a druhé místo je zaujato některým z kovů alkalických zemin.

Skupina kalcium a magnesium-chloridových vod představuje vody ložisek draselných solí. Rozšíření vod tohoto typu odpovídá oblastem rozšíření ložisek draselných solí jen přibližně; přesné vymezení obou zón je věcí detailního hydrogeochemického průzkumu příslušných částí Německa a Polska.

V některých případech však mohou tyto vody reprezentovat reliktní mořské rosoly. Příkladem je na příklad voda z Portorose, Itálie.

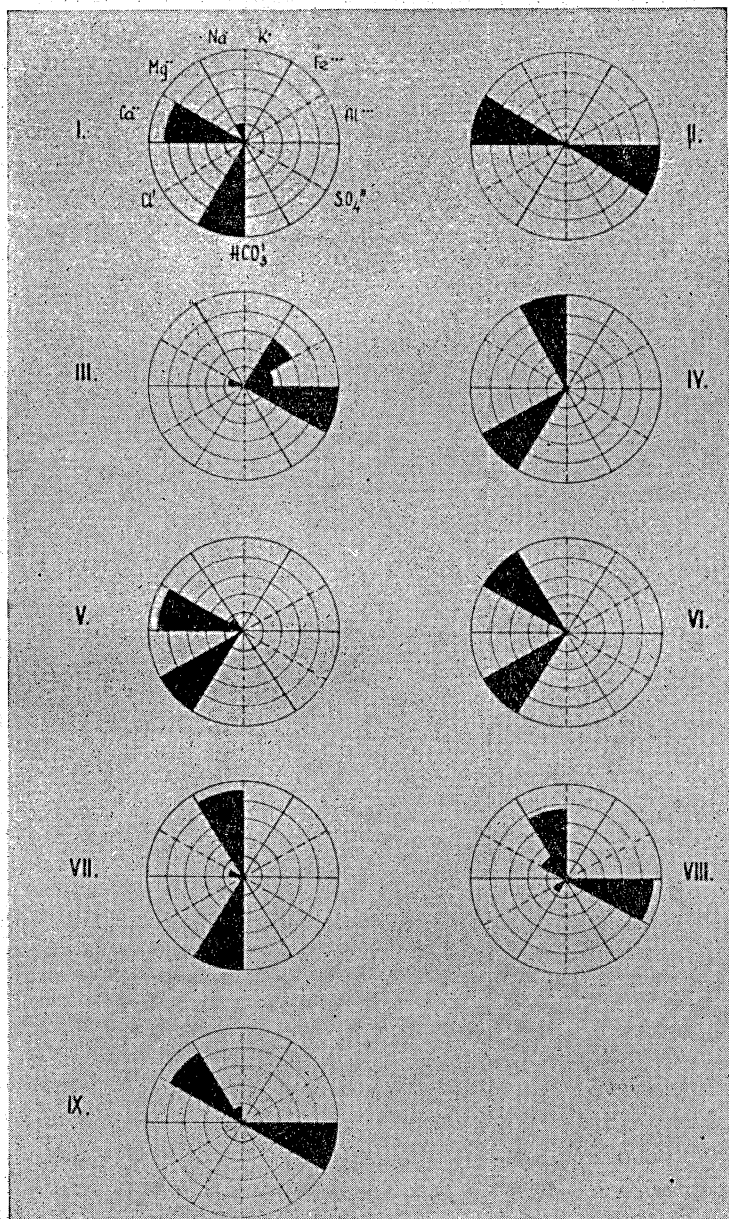
Ke skupině natrium-bikarbonátových vod, za účelem vymezení jejího rozsahu ve střední Evropě, přiřadil jsem i vody natrium-chloridového, natrium-(kalcium-) chloridového a natrium-(kalium-)chloridového typu, pokud jde ovšem o vody naftového původu. K rozlišení vod solných a naftových ložisek byl použit genetický koeficient Cl/Br, jakož i některé jiné (Na/K, Ca/Sr).

Jednotlivé zóny vod zahrnují samozřejmě i mnoho přechodných typů; podrobné členění těchto zón v podzóny podle stupně porušení, resp. metamorfózy vod nebylo však v daném pracovním měřítku možné, a nebylo ani cílem této práce. Chemický charakter představitelů jednotlivých hydrogeochemických zón pochopitelně kolísá někdy v dosti značném rozmezí.

Různosti chemizmu jsou patrný z příslušných diagramů (obr. 15–21). Po-

Vysvětlivky k obr. 15

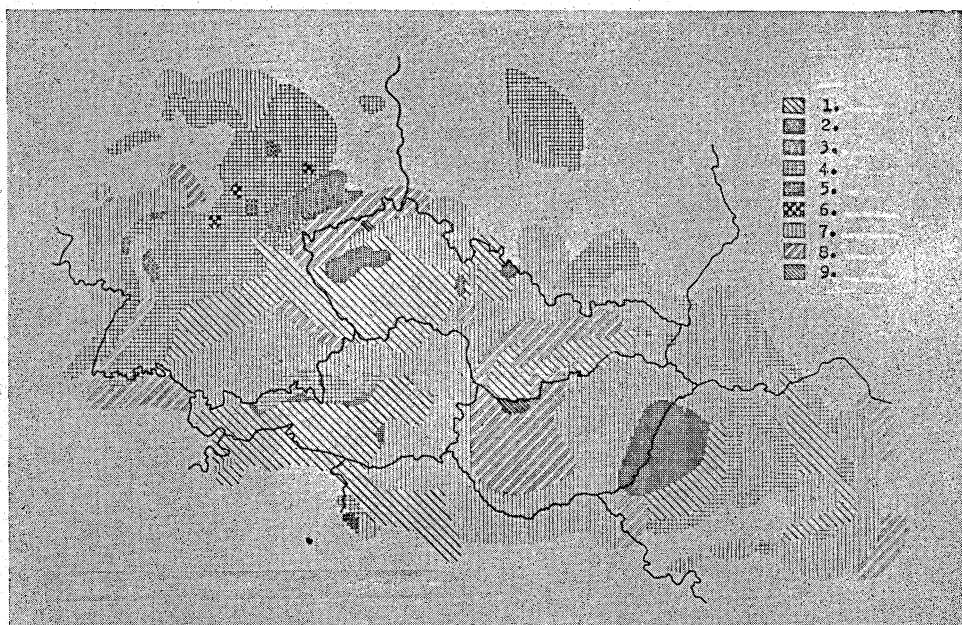
Čís.	Lokalita	Typ vody
I.	Domášov, ČSR	kalcium-bikarbonátový
II.	Sklené Teplice, ČSR	kalcium-sulfátový
III.	Saalfeld, Německo	ferro-sulfátový
IV.	Sovata, Rumunsko	natrium-chloridový
V.	Nauhein, Německo	kalcium-chloridový
VI.	Salzungen, Německo	magnesium-chloridový
VII.	Preblau, Rakousko	natrium-bikarbonátový
VIII.	Ivanda, Rumunsko	natrium-sulfátový
IX.	Zaječice, ČSR	magnesium-sulfátový



Obr. 15.

pisům lokalit se věnovala jen minimální pozornost ve speciálně zajímavých případech; k obsahu plyných složek se prakticky nepřihlíželo. Chemické složení hlavních typů vod zjištěných ve střední Evropě je zobrazeno v kruhových grafech na obr. 15.

Při sestavování hydrogeochemické mapy střední Evropy se vzaly v úvahu pouze vody, lišící se od obyčejných vod kalcium-bikarbonátového typu buď mineralisací, nebo obsahem plynu, teplotou, resp. celkovým chemickým složením.



Obr. 16. Geochemická mapa minerálních vod střední Evropy. Typy vod: 1 — kalcium-bikarbonátový, 2 — kalcium-sulfátový, 3 — ferro-sulfátový, 4 — natrium-chloridový, 5 — kalcium-chloridový, 6 — magnesium-chloridový, 7 — natrium-bikarbonátový, 8 — natrium-sulfátový, 9 — magnesium-sulfátový.

To se týká především mineralisovaných vod kalcium-bikarbonátového typu, které se od obyčejných (povrchových) vod téhož typu liší většinou jen plynovým složením nebo teplotou. Pokud se v některých lokalitách vyskytuje více typů mineralisovaných vod, byl vzat jako směrodatný v úvahu typ v dané provincii převládající, či lépe: pro danou provincii typický. Je absolutně nemožné dívat se na tuto studii jinak než jako na první pokus o sestavení mapy geografického rozšíření geochemických typů vody a pokus o využití vod v širším měřítku, než obvykle, k účelům hydrogeochemické prognózy naděvnosti studovaných územních celků z hlediska možného výskytu ložisek nerostných surovin.

Kromě uvedených hlavních typů mineralisovaných vod vyskytují se ve střední Evropě i některé jiné typy, avšak ty již nemají pro vymezení hydrogeochemických zón v mapě daného měřítka význam. Při detailním hydrogeochemickém mapování je však nutno brát je v úvahu. Tak je tomu například s typem kupro-sulfátovým, který se ovšem vyskytuje jen sporadicky, některými varianty typu ferro-sulfátového, které přicházejí v úvahu při detailním hydrogeochemickém průzkumu rudním a pod.

V detailních studiích je nutné z hlediska prognózy rozlišování jednotlivých podzón podle stupně porušení vod.

Vody předpokládaně juvelního původu se nebraly v úvahu; jednak proto, že jejich charakter ve střední Evropě není znám, jednak pochybuji o jejich existenci ve státech střední Evropy vůbec. Kromě toho kvantitativně nemají praktický význam.

Rozšíření jednotlivých typů vod ve státech střední Evropy Rumunská lidová republika

Na území Rumunské lidové republiky vyskytují se tyto typy minerálních vod:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| a) kalcium-bikarbonátový, | d) natrium-chloridový, |
| b) kalcium-sulfátový, | e) natrium-sulfátový, |
| c) natrium-bikarbonátový, | f) ferro-sulfátový. |

Mimo to je na území RLR hojně rozšířen typ mořský-reliktní, v řadě jezer při pobřeží Černého moře. Předpokládat možno lokální existenci vod typu magnesium-sulfátového. Typ sub f) pro vymezení jednotlivých hydrogeochemických zón nepřichází v úvahu, ačkoliv je v některých oblastech RLR dosti hojný, nikde však netvoří rozsáhlejší zóny.

a) Vody kalcium-bikarbonátového typu

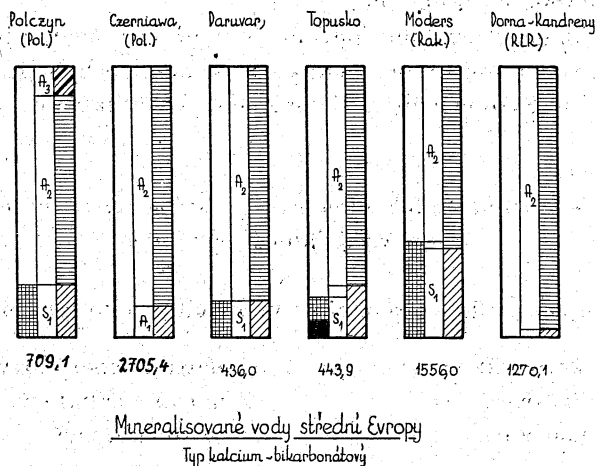
Na území RLR vyskytují se hlavně v pohoří Apuseni a ve východních Karpatech. Přesné vymezení rozsahu této hydrochemické zóny však není dobře možné pro nedostatek analytického materiálu.

b) Vody kalcium-sulfátového typu

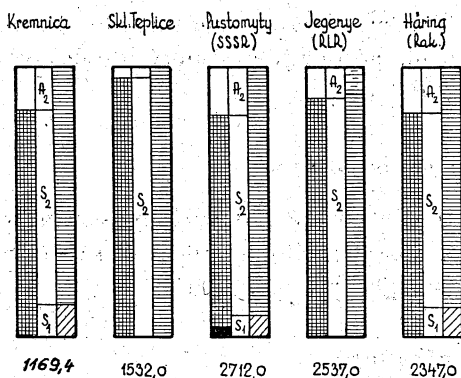
Zóna kalcium-sulfátových vod se rozkládá západně od pohoří Apuseni, v panonské depresi. Většina vod náleží mezi vody teplé (akrotermy), co svědčí o jejich přítoku z větších hloubek. Mineralisace těchto vod je nízká. Lokální existenci vod tohoto typu lze předpokládat i v hranicích natrium-sulfátové zóny. Kromě toho i v depresi Getica a ve východních Karpatech.

c) Vody natrium-bikarbonátového typu

Vody naftových ložisek jsou v RLR hojně rozšířeny. Kromě natrium-bikarbonátového typu vyskytuje se v ložiskách naftových též typ natrium-kalcium-chloridový, a natrium-kalium-chloridový. Vody těchto typů jsou vázány na starší a mladší třetihory. Tvoří rozsáhlou hydrogeochemickou zónu v Subkarpatském pásmu, přerušovanou místy zónami vod typu natrium-chloridového, ložisek solných; v některých částech území obě zóny splývají; to je dáno hojným



Obr. 17.



Na+K⁺
 Ca⁺⁺
 Mg⁺⁺
 Cl⁻
 SO₄²⁻
 HCO₃⁻

Obr. 18.

společným výskytem obou typů ložisek. V pásmu subkarpatském jsou vody vázány převážně na neogenní sedimenty.

V Karpatech jsou vázány vody tohoto typu hlavně na sedimenty oligocenního věku.

Další zóna je representována řadou vývěřů v depresi Getica a v basinu Transylvánska. Zde jsou poměry přibližně stejné jako v Subkarpatech. Na severu jsou dvě menší zóny natrium-bikarbonátových vod; severnější zóna je vázána na karpatský paleogen a pokračuje dále na Zakarpatskou Ukrajinu, jižnější zóna patrně na neogenní sedimenty, s pokračováním rovněž na Zakarpatské Ukrajině a v Maďarsku.

Některé naftové vody (hlavně ložisek v Muntenii) jsou extrémně bohaté káliem. Poměr Na/K dosahuje hodnot menších než 1. To je pozoruhodnou vlastností těchto vod, neboť všude jinde poměr těchto prvků u naftových vod je větší než 30, a jen v ojedinělých případech, na okrajích pánví stýkajících se s masivy vyvřelých hornin, klesá poměr obou prvků na 10 a níže. Avšak i vody jiných typů mají hodnoty Na/K všeobecně nižší, než je tomu u vod stejných typů mimo Rumunskou lidovou republiku. Tato skutečnost je způsobena nepochybně extrakcí kalia z hornin solinosných útvarů, které kdysi obsahovaly i draselné soli. Je zajímavé, že vysoce mineralisované, draslíkem bohaté vody naftové analogického složení se vyskytují ve Francii v oblastech ložisek draselných solí (Schöeller, 1955).

K vodám naftového původu náleží též vody v Baile Herculane, jejichž původ považuje Mrazec (1941) za nedostí jasný. Vody náleží natrium-kalcium-chloridovému typu. Zvýšená teplota a obsah sirovodíku svědčí o tom, že vody přicházejí z větší hloubky, resp. o příměsi horkých vod jiného typu, které se dostaly do oblasti zvýšené teploty (vody juvenilní) a o biogenní redukci sulfátů. I když nejsou k dispozici nové spolehlivé rozbory, svědčí tato okolnost o tom, že zóna naftonosnosti sahá dále na západ, než bylo dosud známo. Hojně jsou v RLR tzv. sirovodíkové prameny prosté, zejména v Karpatech, které rovněž přímo souvisí s naftonosností terénu.

d) Vody natrium-chloridového typu

Tento typ vod je v Rumunsku značně rozšířen. Vznik vod odvozuje se od solných ložisek neogenní solinosné formace, kterých je v RLR značné množství. Hojná slaná jezera, oka (ochiuri de sare) např. v lokalitách Telega, Slanicul, Praid, Ocnele Mari, Ocna Sibiului, Turda, Sovata aj. jsou téhož původu.

Vody solných ložisek tvoří hydrogeochemickou zónu podél východní strany Karpat.

I v těch částech území, kde není přirozených vývěřů vod tohoto typu a genese, jsou solná ložiska, nebo interkalace soli a soli se sádrovcem. Tak je tomu např.

v naftonosné oblasti mezi řekami Slanic a Dumbovicou, kde antiklinály jsou přetrhány solnými pni. Naftové vody přijímají zde solný obsah solných ložisek, nebo se mísí s vodami natrium-chloridovými (vadosního původu), solných ložisek. Další hydrogeochemická zóna natrium-chloridových vod se rozkládá na okrajových částech Transylvánské deprese; pokračuje dále na severu úzkým výběžkem do Zakarpatské Ukrajiny, stejně jako zóna natrium-chloridových vod na východní straně Karpat.

Velmi zajímavým zjevem jsou Rumunská horká slaná jezera. Většina těchto jezer vznikla uměle (voda vnikla do dolu, kde se těžila sůl tzv. zvonovými šachtami; propadnutím stropu vzniklo jezero naplněné slanou vodou). Některá slaná jezera vznikla také přirozeným vyluhováním solných masívů.

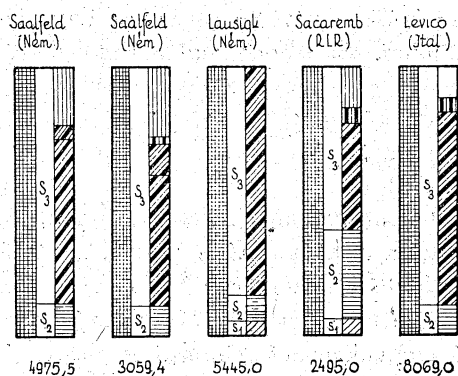
V souvislosti se solnými jezery pojí se zajímavý zjev, tzv. helietermie vod, popsáný a vysvětlený r. 1901 K a l e c s i n s k ý m. Dřívější badatelé se domnívali, že horká slaná jezera jsou vyhřívána příchodem vřelých vod vulkanického původu. Jiná verze uvažovala chemické procesy, oxydaci organických zbytků, pyritu atd. K a l e c s i n s k ý (1901) zjistil, že všechna solná jezera v RLR mají schopnost akumulovat sluneční teplo. Nejvyšší teplota byla naměřena u Medvědího jezera (Lacul Ursului) u Sovaty. Tepelné rozdíly směrem do hloubky jsou závislé na koncentraci vody v jednotlivých hloubkových pásmech. Na povrchu kolísá teplota v souhlase s výkyvy atmosférické teploty, pak pozvolna stoupá a dosahuje maxima v hloubce 1,35 m (až 75 °C). Odtud teplota klesá. Horká vrstva leží tedy mezi dvěma studenými vrstvami. Analogický průběh má i křivka koncentrace vody; nejvyšší koncentrace je rovněž v hloubce kolem 1,35 m, tj. ve vrstvě nejvyšší teploty. K a l e c s i n s k ý správně došel k názoru, že teplota vrstvy vody, vykazující nejvyšší koncentraci soli, je způsobena sluncem, při čemž je nutná vrstva sladké vody na povrchu, která působí jako izolátor. To ovšem předpokládá stálý přítok pomalého, nebouřlivého proudu sladké vody do jezera. Takové podmínky jsou právě u jezera Medvědího. Teplota slané vody je rovněž závislá na mocnosti vrstvy sladké vody. Helietermie Medvědího jezera je permanentní. Většina ostatních solných jezer v RLR vykazuje helietermii periodickou (Ocnele Mari, Ocna Sibiului, Turda aj.). Tento zjev je u nich omezen pouze na jaro, a to na období krátce po tání sněhu. Tato jezera ovšem nemají stálý přítok sladké vody. Výrazných typů kalcium- a magnesium-chloridových vod solného původu Rumunsko postrádá. To je v přímé souvislosti s absencí ložisek draselných solí v RLR. Extrémně nízké hodnoty Na/K u všech typů minerálních vod jsou pravděpodobně posledním reliktem někdejších hojných uloženin draselných solí.

e) Vody natrium-sulfátového typu

Podél Černomořského pobřeží vyskytuje se řada jezer izolovaných od Černého moře písčnými hrázemi. (Jezero Tekirkiol aj.) Jde o jezera, jichž voda

je mořského typu (reliktní mořský typ). Složení vod jezer odlišuje se poněkud od složení vody mořské, což je dáno vyšší salinitou těchto vod, avšak vcelku chemický ráz vody mořské je zachován.

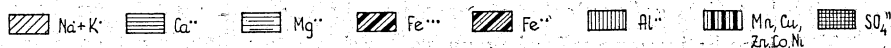
Dále na západ od Černého moře, na východní straně Subkarpatského pásma, rozkládá se zóna vod natrium-sulfátového typu. V oblasti Campia Romana (Baragan) je řada jezer, jejichž vody nesou tento charakter. (Jezera Sarat, Amara, Balta, Alba aj.) Mineralisace vod těchto jezer je značně vyšší než vod Černého moře. Chemizmem se vody těchto jezer liší jak od recentních, tak i od reliktních vod mořských. U Lacul Sarat dosahuje celkový obsah anorganických látek hodnoty 58 g v 1 l vody. Voda tohoto jezera náleží natrium-sulfátovému typu; má však značný obsah chloridů. Složením je blízká minerální vodě z Alapu v Maďarsku. Dále na sever pokračuje zóna těchto vod v Moldavském plató (Podišul Moldav), vývěry v Breasu u Iasi aj. Jižní pokračování této zóny lze pravděpodobně předpokládat v Oltenii. Odtud dále na západ se vyskytují vody natrium-sulfátového typu v depresi panonské oblasti Timisoary. Zde jsou známy prameny v Invadě a Tordě. Charakter těchto vod je přibližně stejný. Sulfátová složka může pocházet z neogenních sedimentů, není však vyloučen ani původ ze starších sedimentů. Existence vod se zvýšeným obsahem síranu sodného je možná i v jiných oblastech RLR. Vhodné podmínky jsou v oblasti Getica, kde v eocénu u Olanesti, Calimanesti, Caciulata, Jiblea aj. jsou sirné prameny naftového původu; východně od Campulungu u Suslanesti vyskytují se břidlice s impregnacemi soli, síry a sulfidů. Akvitán obsahuje jíly se sádrovcem a torton



Mineralisované vody střední Evropy

Vody ložisek kamenných a kyzových břidlic a polymet. sulfid. rud

Typ ferro-sulfátový



Obr. 19.

interkalace soli a sádrovce; naftové vody se vyskytují v burdigalu u města Sacel a v oblasti Govory; v helvétu v oblasti Govora; v tortonu jsou naftové vody rovněž hojné atd. Také v Transylvánské depresi jsou podmínky pro vznik těchto vod příznivé. Sádrovec se vyskytuje v paleogénu, natrium-bikarbonátové vody v sarmatu. Stejně je tomu v Orientálních Karpatech aj. V těchto oblastech však vody nemohou dosáhnout takového stupně sulfátovosti, jako je tomu na východ od Subkarpatské zóny.

f) *Vody ferro-sulfátového typu*

Jediný rozbor, který je k dispozici, pochází z lokality (Nagyád) Sacaremb. Vod tohoto typu je v RLR značné množství, avšak rozsáhlejší hydrogeochemické provincie tento typ vod nevytváří.

Vody juvenilní

Charakter těchto vod není znám, avšak domnívám se, že jejich existence je v RLR možná. K této domněnce mne vede především existence rozsáhlé sopečné činnosti v neogénu a kvartéru, a samozřejmě i dosti hojné výskyty horkých a teplých vod. Tyto vody mají sice rozmanitý charakter a různou geochemickou historii, avšak část vod je (možná) juvenilního původu.

V této souvislosti je pozoruhodná voda tzv. Lacul Roșii (Červené jezero). Toto jezero vzniklo v údolí přirozeným sesutím stráně a přehrazením potoka. Voda obsahuje (obsahovala) značné množství SiO_2 a způsobila zkremenění lesa, nacházejícího se v zatopeném údolí. Tato voda mohla snad zčásti být rovněž juvenilního původu.

Zóna režimu kysličníku uhličitého v RLR

Eruptivní řetěz na východ od Transylvánie (pohoří Caliman, Gurgiul, Harghita, Baraolt), vznikl v neogénu na velkém systému zlomů. Tento řetěz eruptiv (andezitů) je od severu k jihu dlouhý 100 km, široký 35 km. Na severním konci je řetěz přerušen a pokračuje dále pohořím Baia Mare a východně od tohoto pohořím Tibleș, Gutai a Onaș. Dozvukem této činnosti je obrovská řada minerálních pramenů, bohatých na CO_2 a výronů volného plynu. V jeskyni Budoș, 10 km východně od řeky Olt, v andezitech je výron CO_2 ca 50 000 m^3 denně.

Výron je průmyslově a lázeňsky využit. Aureola kysličníku uhličitého je obrovská; na severu začíná u Vatra Dornei (Jacobeni) a končí na jihu ve flyši u Buzau. Oblast CO_2 zahrnuje tedy masiv eruptiv a obrovskou aureolu migrace CO_2 . Uhličité vody jsou považovány za vadosní, za tzv. kyselky. Tento názor je mylný, velká většina vod je jiného původu. V Orientálních Karpatech vysky-

tuji se kyselky kalcium-bikarbonátového typu, které jsou původu čistě vadosního; tentýž původ mají i některé kyselky vyvěrající např. u Corund, severně od Odorhei, jejichž minerální obsah však pochází ze solných ložisek. Zcela odlišný je původ vod v Homorodi, Tušnadi aj. Tyto vody jsou fosilními vodami naftových ložisek (složky NaCl, NaHCO₃, J a Br), jejichž původní charakter je potlačen vadosními vodami kalcium-bikarbonátového typu někdy s obsahem sulfátů nebo karbonátu železa. Některé vody se dostaly na své cestě do oblastí zvýšené teploty a vyvěrají jako horké nebo teplé prameny (Tušnadi, Toplica, Lunca, Baile Herculane atd.).

Další zóna režimu CO₂ se nachází na západě RLR v Rumunském Rudohoří (Mureš), kde třetihorní vulkanická činnost byla rovněž rozsáhlá. Rozborů vod z této oblasti je však velmi málo.

Zóna režimu sirovodíku

Sirovodík je nejhojněji zastoupen ve vodách naftových ložisek; to znamená, že hlavní zóny jeho rozšíření ve vodách jsou shodné s hydrogeochemickou zónou naftových vod. Z balneologicky významnějších zřidel patří do této skupiny vod Herkulovy lázně, dále Pucioasa u Ialomici, Siriu u Buzau; charakter těchto vod není znám. Stejně tak v případě sirovodíkových vod Caciulata a Calimenești, dále blízko Sinaie v tzv. Psím údolí (Valea Cainului) a na celé řadě jiných lokalit. (Pramen v Sinai náleží mezi prosté sirovodíkové prameny.) Takových pramenů je v Rumunských Karpatech velmi mnoho; i zde jsou to nepřímí ukazatelé naftonosti terénu. Sirovodíkové prameny se vyskytují hlavně v sedimentech paleogenních a neogenních. Jsou hojné též v Transylvanii. Sirovodíkové prameny v Mangalii (Dobrogea) u Černého moře jsou neznámého charakteru. Nelze však ani zde vyloučit stejný původ, jako u většiny sirovodíkových vod RLR, tj. vznik sirovodíku redukcí sulfátů v přítomnosti organických látek.

Zóna režimu plynných uhlovodíků

Všeobecně souhlasí se zónou natrium-bikarbonátových a kalcium-chloridových vod naftového původu.

Sedimenty minerálních vod v RLR jsou poměrně málo známy. Jen některé z nich jsem viděl na studijní cestě r. 1951—1952. Rozsáhlé travertinové oblasti, jako je známe ze Slovenska, jsou rovněž v RLR hojné. Travertinový sintr se vyskytuje např. u Corund; je ukládán slaným pramenem. Uložení kalcitu se nacházejí u Sangheorgiul Romanesc, Turie aj. U Lutea (Odorhei) a Darmosca (Suceava) ukládají uhličitě vody limonit. Voda ze Șarul Dornei ukládá siřníky arsenu.

Atanasiu (přednáška na přírodovědecké fakultě MU a osobní sdělení) zkoumal minerální prameny v RLR, především jejich radioaktivitu. Kvantitativním stanovením obsahu radia v sedimentech minerálních vod zjistil, že se tento prvek vyskytuje v některých sedimentech v takovém množství, že v budoucnu bude možné pomýšlet na jeho těžbu. Detailní výsledky Atanasiových prací však nejsou k dispozici.

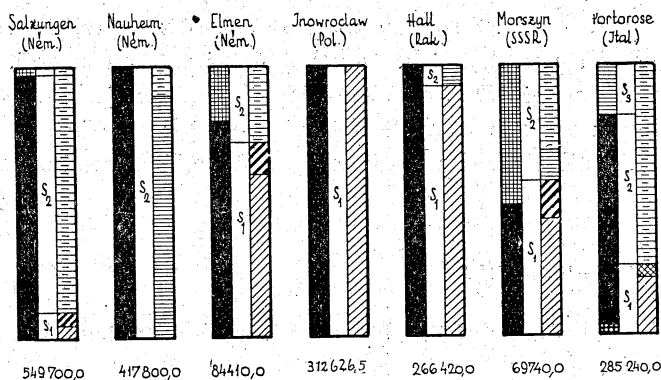
Polská lidová republika (včetně Zakarp. Ukrajiny)

Na území Polské lidové republiky jsem zjistil přítomnost následujících typů mineralisovaných vod:

- vody kalcium-bikarbonátového typu,
- vody kalcium-sulfátového typu,
- vody natrium-bikarbonátového typu,
- vody natrium-chloridového typu.

Možno též lokálně předpokládat typ ferro- a ferro-alumno-sulfátový. Hydrogeochemické poměry, vzdor zjištěným 5 typům vod jsou poměrně jednoduché. Význam pro vymezení hydrogeochemických zón mají pouze vody naftových a solných ložisek.

Na území Zakarpatské Ukrajiny vyskytují se rovněž dva hlavní typy minerálních vod, a to vody naftového a solného původu. S jistotou možno předpo-



Mineralisované vody střední Evropy

Vody ložisek sodných a draselných solí

Typ natrium-chloridový, kalcium-chloridový a magnesium-chloridový



Obr. 20.

kládat typ kalcium-bikarbonátový, lokálně typy kalcium-sulfátový, ferro-sulfátový, možno vyloučit existenci typu kalcium-chloridového a magnesium-chloridového (vody ložisek draselných solí).

1. Vody natrium-chloridového typu

Severnější zóna natrium-chloridových vod (zóna Východních Karpat) pokračuje z Rumunska přes Zakarpatskou Ukrajinu do Polska a je charakterisována vývěry vod v Solci (RLR) Delatinu, Kaluszy, Morszynu a Stry (ZU), a na území Polska v Kroskienku nad Wyslokiem. Značně rozšířen je tento typ v oblasti Krakova. Odtud pokračuje hydrogeochemická zóna do inowrocławské oblasti, kde nabývá značného geografického rozšíření. Další pokračování je pak již na území NDR v oblasti Berlína.

Vody krakovské oblasti se mineralisují v neogenních sedimentech, vody inowrocławské oblasti v sedimentech permských.

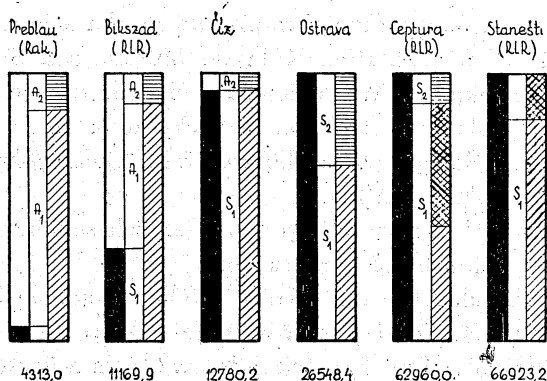
Jižnější zóna je charakterisována vývěry v Ocna Sutagag-Costiui (RLR), Akna Slatina-Chust (ZU). Další pokračování je pak již na území ČSR, kde jsou malé ostrůvky těchto vod v lokalitách Sobrance, Sola a Prešov (Solnohrad). Všechny tyto vody jsou geneticky vázány na neogenní sedimenty, obdobně jako na území RLR. Jižní zóna jak na území ZU, tak i na území ČSR, se vyznačuje vysokými hodnotami poměru Na/K, co svědčí o nepřítomnosti draselných solí v solných ložiskách. Hojně draslíku se vyskytuje však ve vodě v Morszynu, na území Ukrajiny (severnější zóna). Zde se také skutečně vyskytují ložiska draselných solí. Dále na západ, prakticky až k Berlínu, všechny vody této zóny vykazují vysoké hodnoty Na/K, co opět svědčí o nepřítomnosti kaliových solí v daných oblastech. To je pozoruhodné především v inowrocławské oblasti, kde ložiska draselných solí lze předpokládat v permských sedimentech.

2. Vody natrium-bikarbonátového typu

Zóna naftových vod převážně natrium-bikarbonátového charakteru pokračuje z Rumunska mezi oběma zónami natrium-chloridových vod přes ZU do Polska, kde je rozšířena hlavně podél československo-polských hranic. Na Zakarpatské Ukrajině je mnoho vod tohoto typu, bohatých na CO₂, zejména v oblastech na styku s mladými vyvřelinami (Vihorlat), stejně jako je tomu v RLR (totéž platí i o některých natrium-bikarbonátových vodách polských). Rozšíření vod natrium-bikarbonátového typu směrem do vnitrozemí Polska lze předpokládat; o tom svědčí vývěry vod tohoto typu v Ladku u Inowracławi. Tyto vody jsou teplé, nízké mineralisace, avšak natrium-bikarbonátový charakter je u nich dobře zachován.

Také v krakovské oblasti se vyskytují vysoce mineralisované vody naftového původu.

Natrium-kalcium-chloridový typ vod naftových ložisek je rovněž dosti hojný. Tyto vody jsou rozšířeny hlavně v oblasti Katovic, dále v oblasti Krakova aj. Ke kalcium-chloridovému typu náleží též vody v Kamienu Pomorskim, Kolobrzegu aj. na pobřeží Baltického moře. Tyto mají proti vodě mořské značně vyšší obsah minerálních látek a u některých koeficient Cl/Br je nižší než 300. Tyto by



Mineralisované vody střední Evropy

Vody naftových ložisek

Typ natrium-bikarbonátový, natrium-chloridový, natrium-kalcium-chloridový,
natrium-kalcium-chloridový

Na K⁺ Ca⁺⁺+Mg Cl⁻ SO₄²⁻ HCO₃⁻

Obr. 21.

zasloužily pečlivější zkoumání, neboť původ vod nelze za daných okolností s jistotou rozřešit.

Další menší zóna natrium-bikarbonátových vod byla zjištěna při severních Čechách (Cieplice Slaskie, Szczawno Sl. atd.). Zde se vyskytují vody jak teplé, tak studené, vody nepotlačeného i potlačeného charakteru, i vody bohaté na CO₂. Směrem na JZ přechází tato zóna v zónu vod natrium-sulfátových. Naftové vody jsou na území Polska vázány na paleogenní a neogenní a někdy snad i křídové sedimenty.

3. Vody kalcium-bikarbonátového typu

Menší zóna těchto vod se vyskytuje při severní hranici Moravy, lokálně též uvnitř zóny natrium-bikarbonátové, např. v oblasti Krynice (vertikální zonálnost vod). Prakticky je tato zóna na území Polska bezvýznamná.

4. Vody kalcium-sulfátového typu

Vyskytují se lokálně na území Polska, avšak k vymezení hydrogeochemických zón není dostatek údajů. Je zcela pravděpodobné, že zóna kalcium-sulfátových vod, zjištěná na severní Moravě, pokračuje dále na sever do Polska.

5. Vody ferro- a ferro-alumo-sulfátového typu

O rozšíření platí u těchto vod totéž, jako u vod předchozího typu. V souvislosti s touto skupinou vod jsou zajímavé vývěry v lokalitě Opolno, v Dol. Slezsku, na západní straně Jizerských hor. Tyto vody náleží kalcium-sulfátovému typu, avšak mají pestrou geochemickou historii. Zřídla vyvěrají z ložiska hnědého uhlí, nedaleko železnorudných dolů. Zde získávají patrně svůj obsah sulfátů železa. Je možné, že jistá část vod je původu naftového, jako je tomu v přílehlé zóně vod. Kalcium-sulfátová složka může pocházet z uhelných ložisek. Mineralisace vod je však velmi nízká.

Německo — NDR, NSR

Hydrogeochemický obraz Německa vyniká neobyčejnou pestrostí; jsou zde zastoupeny prakticky všechny typy mineralisovaných vod, vyjímaje snad pouze typ magnesium-sulfátový. Pro území Německa jsou typické vody natrium-, kalcium- a magnesium-chloridového typu. Značného plošného rozšíření zde doznává i typ natrium-bikarbonátový, ferro-sulfátový a kalcium-bikarbonátový. Hydrogeochemická mapa střední Evropy však podává jen neúplný obraz o rozšíření jednotlivých typů mineralisovaných vod na území Německa; jednak není k dispozici nutný hydrochemický materiál v potřebném množství, jednak to nedovoluje měřítko mapy.

a) Vody natrium-bikarbonátového typu

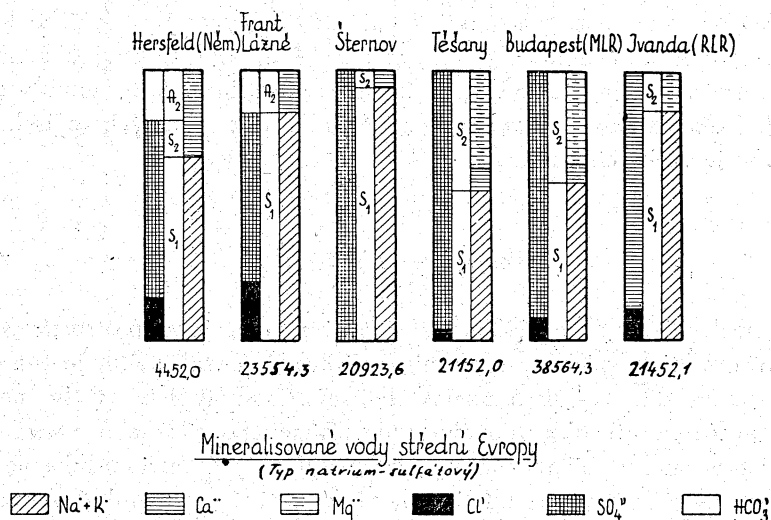
Vytvářejí rozsáhlejší zónu v hanoverské oblasti, kde jsou vázány na naftonosná souvrství permská, jurská a křídová. V jihozápadním Německu a přílehlé části Francie jsou naftové vody vázány pravděpodobně na sedimenty oligocenního věku. Větší zóna těchto vod vystupuje také v západním a středním Německu; vody této zóny jsou však většinou silně porušeny infiltrovaným vodami kalcium-bikarbonátového typu, smísením s vodami kalcium-sulfátovými, nebo stykem s horninami bohatými sádrovcem a pod. V některých vodách se vyskytují značnější množství kysličníku uhličitého postvulkanického původu. Rozsáhlejší zóna natrium-bikarbonátového typu se vyskytuje v neogénu jihovýchodního Německa. Hydrogeochemická mapa ukazuje, že oblast možné naftonosnosti Ně-

mecka je značně rozsáhlejší než lze soudit v rozsahu dnes známých naftových ložisek. Není vyloučeno, že právě v tomto ohledu dojde v budoucnu k jistým neočekávaným zjištěním.

b) Vody natrium-sulfátového typu

Vyskytují se v Německu jen v ojedinělých lokalitách. Podmínky jejich vzniku jsou stále stejné jako v ČSR, RLR, Maďarsku aj.

Původ sulfátové složky vod je patrně v polohách sádrovce a anhydritu solných ložisek, v jejichž blízkosti se tyto vody obvykle vyskytují. Rozsáhlejší zóna



Obr. 22.

natrium-sulfátových vod vyskytuje se při hranici ČSR—NDR. Vody této zóny jsou slabě mineralisovány; obsah nerostných solí nikde nedosahuje takových hodnot, jako je tomu v ČSR, RLR a Maďarsku. Natrium-bikarbonátová složka pochází patrně z křídových sedimentů podobně jako je tomu u vod severozápadních Čech. Typických vod natrium-sulfátových, jako je známe např. z Moravy, Německo prakticky postrádá.

c) Vody ferro-sulfátového typu

Jsou v Německu značně rozšířeny. Rozsáhlou geochemickou zónu tvoří tyto vody v západní části NDR, kde jsou vázány na svrchnosilurské kyzové a kame-nečné břidlice. Lokálně se vyskytují vody této skupiny i v jiných částech Německa, ale nikde již nevytvářejí rozsáhlejších zón.

d) Vody kalcium-bikarbonátového typu

Jsou v Německu dosti rozšířeny, avšak přesnější vymezení zón jejich rozšíření je pro nedostatek materiálu nemožné.

e) Vody natrium-chloridového typu

Jsou v obou částech Německa nesmírně rozšířeny. Lze o nich mluvit jako o vodách příznačných pro Německo. Tyto vody jsou vázány převážně na sedimenty permského věku, v rýnské oblasti též na oligocenní sedimenty.

Mineralisace vod je většinou značná; obsah rozpuštěných nerostných látek dosahuje hodnot několika desítek i set gramů v jednom litru vody. Vody jsou většinou chladné, v některých případech je však jejich teplota zvýšená; to bývá obvykle v oblastech styku s mladými vyvřelinami. Vody jsou vadosního původu a vznikem souvisejí přímo s ložisky sodných a draselných solí.

Různosti chemického složení vod jsou značné a jsou v přímé závislosti na kvalitativním složení ložiska. Velmi častým zjevem jsou v této hydrogeochemické zóně i vody kalcium- a magnesium-chloridového typu. Dosti často se vyskytují na jedné lokalitě vody dvou i více typů. Výskyt těchto vod je podmíněn přítomností kvalitativně odlišných solných uloženin v sedimentárních horninách. V případech některých vod magnesium- nebo kalcium-chloridového typu může jíti o matečné reliktní rosoly, zejména v případě vod bohatých na brom, strontium a pod. Převážná většina vod tohoto typu, vyskytujících se na území NDR a NSR vzniká rozpouštěním příslušných solných uloženin. Společná existence tří typů mineralisovaných vod v jedné a téže hydrogeochemické provincii, jakož i řady mezitypů vytváří značně komplikovaný obraz jejich rozšíření. Různosti chemického složení jsou patrné z rejstříku Palmerových indexů. Rozlišují první salinitu natriovou (S_{1n}), kaliovou (S_{1k}), druhou salinitu kalciovou (S_{2c}) a druhou salinitu magnesiovou (S_{2m}). Rejstříky jsou sestaveny v pořadí klesajících hodnot:

Lokalita	Index
Kreuznach 1	$S_{1n}S_{2c}A_2$
Kreuznach 2	$S_{1n}S_{2k}S_{2c}A_2$
Kreuznach 3	$S_{1n}S_{1k}S_{2c}$
Kreuznach 4	$S_{2c}S_{1n}S_{1k}$
Altstaden	$S_{1n}S_{2c}$
Münster a. St.	$S_{2c}S_{2m}S_{1n}S_{1k}$
Neustadt	$S_{1n}S_{2m}$
Salzungen	$S_{2m}S_{1n}S_{1k}$

Tyto vody, ale hlavně vody kalcium- a magnesium-chloridového typu a příbuzných vod jsou významnými nositeli některých méně běžných prvků, např.

bromu, stroncia, barya, lithia apod. Tyto prvky jsou obsaženy ve vodách v množství někdy velmi značném:

Lokalita	Typ vody	mg/l					
		Draslíku	Lithia	Barya	Stroncia	Bromu	Soli celkem
Alstaden	1	1 279,0		1207,0	119,0	0,1	171 200,0
Dürenberg	1	19 060,0				7 995,0	292 400,0
Elmen	1	24 060,0				690,0	344 300,0
Hohensalza	1	26 200,0				1 004,0	
Rothenfelde	1	16 990,0				11 000,0	
Salzungen	1	16 640,0				2 230,0	549 700,0
Dürkheim	2	11 820,0	1369,0		3517,0	1 549,0	653 600,0
Kreuznach	2	13 280,0	914,0		6319,0	5 565,0	309 700,0
Münster a. St.	2	17 990,0	6621,0		4974,0	13 920,0	349 300,0
Münster a. St.	2	17 650,0			3601,0	7 476,0	309 700,0
Nauheim	2		2595,0		4370,0	1 940,0	417 800,0

1 — výrazný typ magnesium-chloridový. Ve složení vody dominuje chlorid hořečnatý.

2 — výrazný typ kalcium-chloridový. Ve složení vody převládá chlorid vápenatý.

V obou těchto typech vod dochází ke značné koncentraci těchto prvků; příčinou této koncentrace je nepochybně pronikání vadosních vod do solné polohy ložiska, ve které jsou tyto prvky obohaceny. Nepochybně jde o uložení solí konečné evaporační fáze.

Bohužel, novější analýsy, zejména pokud jde o zastoupení stopových prvků ve vodách těchto typů, nejsou k dispozici. Podle informací z NDR data tohoto druhu zatím vůbec neexistují.

K vodám solných ložisek se řadí také mineralizované vody z Liebensteinu v Thüringen. Většina pramenů, vyvěrajících v této lokalitě, mají koeficienty nižší než 1000. I když příslušnost vod k vodám solných ložisek je vysoce pravděpodobná, měl by velký význam detailní výzkum minerálních vod NDR z hlediska naftového průzkumu. Není vyloučeno, že z tohoto hlediska je NDR méně sterilní, než se obvykle soudí.

Liebensteinské prameny jsou dobrým příkladem vertikální zonálnosti vod; ve svrchních polohách se vyskytují vody kalcium-bikarbonátového typu, vykazující však existenci solného ložiska ve větší hloubce. V hlubších polohách vyskytují se již vody natrium-(kalcium-)chloridové. Stopové prvky přítomné ve vodách (Cu, Ni, Cd, Co) pocházejí pravděpodobně z mědnatých břidlic. CO₂ je postvulkanického původu.

f) Vody kalcium-sulfátového typu

Nebyly na území NDR a NSR studovány (jejich geografické rozšíření). Je jisté, že i vody tohoto typu zde budou hojně zastoupeny. O tom svědčí výskyty

natrium-sulfátových vod, jakož i vod kalcium-bikarbonátových, se zvýšeným obsahem síranů. Vody tohoto typu lze očekávat především v permských, triasových, jurských a terciérních sedimentech. Polohy sulfátů mohou být v mnoha případech součástí solných ložisek.

Mineralisované vody solných ložisek Německa

mg/l	Alstaden	Nauheim	Neuhaus	Salzungen
Na	34 990,0	638,0	6 284,0	11 810,0
K	1 279,0	—	296,0	16 640,0
Li	—	2 595,0	0,1	—
Ca	4 587,0	125 500,0	1 234,0	638,3
Mg	16 590,0	10 830,0	320,1	122 800,0
Sr	119,0	4 370,0	—	—
Cl	112 100,0	265 700,0	10 530,0	380 400,0
SO ₄	—	6 180,0	1 840,0	13 840,0
SiO ₃	—	—	—	—
HCO ₃	220,0	—	2 004,0	—
J	2,5	—	—	1 230,
Br	0,1	1 940,0	—	2 230,0
Volný CO ₂	—	—	—	—
Anorg. látky celkem	171 200,0	417,800,0	22 510,0	549 700,0
Palmerovy indexy				
S ₁	49,0	—	63,0	10,0
S ₂	51,0	100,0	37,0	90,0
S ₃	—	—	—	—
A ₁	—	—	—	—
A ₂	—	—	—	—
A ₃	—	—	—	—

Rakousko

a) Natrium-chloridové vody

Vyskytují se při severovýchodním okraji Alp. Svůj nerozštěný obsah získávají v solinových horninách neogenního věku. Kalcium- a magnesium-chloridových vod solného původu Rakousko postrádá.

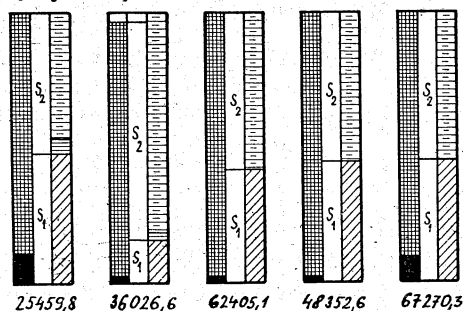
b) Natrium-bikarbonátové vody

Tvoří rozsáhlou zónu v neogenních oblastech Rakouska, přibližně východně od linie Klagenfurt—Wien. V jižní části této zóny se vyskytují vody natrium-

Mineralisované vody v Liebenstein (Thür., NDR)

[mg/l]	Kasimir	Charlotte	Stahlquelle	Bohr. 1927	Bohr. 1951
Na ⁺	117,60	173,80	220,20	1149,00	769,30
K ⁺	3,93	8,49	8,93	20,57	16,39
Ca ⁺⁺	217,50	208,70	201,50	490,50	312,74
Mg ⁺⁺	82,87	101,60	214,60	118,10	63,34
Cl ⁻	178,80	273,20	522,40	2184,00	1376,00
SO ₄ ^{''}	161,10	237,10	178,90	459,40	324,92
SiO ₂	36,99	36,48	63,70	63,23	38,48
HCO ₃ [']	953,10	922,40	1286,00	959,10	626,30
J [']	—	0,38	0,03	0,02	0,02
Br [']	—	11,23	0,25	0,27	3,46
Volný CO ₂	1890,00	2537,00	1785,00	2064,00	1853,63
Anorg. látky celkem	3684,00	4578,00	4540,00	7570,00	5433,14
Palmerovy indexy					
S ₁	21,0	28,0	24,0	62,0	63,0
S ₂	13,0	18,0	22,0	26,0	19,0
S ₃	—	—	—	—	—
A ₁	—	—	—	—	—
A ₂	61,0	49,0	49,0	12,0	18,0
A ₃	5,0	5,0	5,0	—	—

Bylany Zajetice Kocs(MLR) Budapest(MLR) Budapest(MLR)


Mineralisované vody střední Evropy
(Typ magnesium-sulfátový)

Na⁺+K⁺ Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ Cl⁻ SO₄^{''} HCO₃[']

Obr. 23.

bikarbonátové s vysokým obsahem volného kyslíčnicku uhličitého postvulkanického původu.

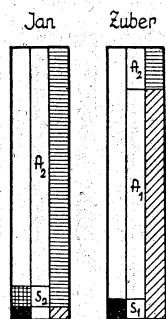
Značné rozšíření natrium-bikarbonátových vod na území Rakouska je svědectvím, že naftová ložiska (jejich přítomnost) nejsou vyloučena i v oblastech mimo dnes známá naftová pole.

c) *Kalcium-sulfátové vody*

Vyskytují se na území Rakouska hlavně na okrajích zóny natrium-chloridových vod. Rozsáhlejší provincie tento typ nikde netvoří.

d) *Kalcium-bikarbonátový typ*

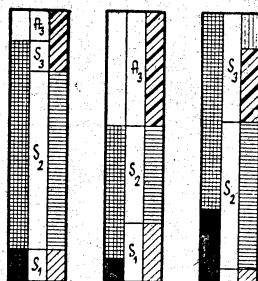
U minerálních vod tvoří rozsáhlou hydrogeochemickou zónu hlavně v pásmu Alp. Zde se lokálně vyskytuje též typ kalcium-sulfátový.



Vertikální zonálnost vod

Krynica, Polsko

Obr. 24.



Mineralisované vody Opolna

Obr. 25.

e) *Natrium- a magnesium-sulfátových vod Rakousko postrádá.*

Typ ferro-sulfátový se vyskytuje v Rakousku jen lokálně; nikde nevytváří rozsáhlejší zóny.

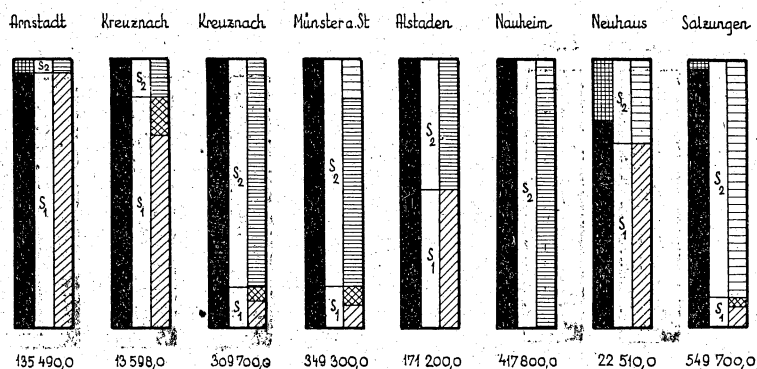
Z hlediska hydrogeochemie je Rakousko poměrně monotonní. Pozoruhodná je však přítomnost sirovodíkových pramenů v alpské oblasti. Tyto prameny mají různý charakter a zasluhovaly by detailní výzkum. Domnívám se, že vznik těchto pramenů je stejný, jako je tomu u prostých sirovodíkových pramenů na Slovensku a na Moravě, ačkoliv nelze v některých případech možnost chemických pochodů vzniku H₂S.

Z hlediska hydrogeochemie je území Maďarska velmi zajímavé především přechodnými typy mezi základním natrium-bikarbonátovým a magnesium-sulfátovým typem, jakož i množstvím základních hydrogeochemických typů. Z posledních možno rozlišit tyto:

- a) vody kalcium-bikarbonátové,
- b) vody kalcium-sulfátové,
- c) vody ferro-sulfátové,
- d) vody natrium-bikarbonátové,
- e) vody natrium-sulfátové,
- f) vody magnesium-sulfátové.

Nejrozšířenější je natrium-bikarbonátový typ a jeho deriváty: typ natrium- a magnesium-sulfátový, s množstvím přechodových mezitypů.

Vody sub a), b) a c) pro vymezení zón nemají pro malý rozsah význam.



Typy vod solných ložisek Německa

Na⁺ K⁺ Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ Cl⁻ SO₄²⁻

Obr. 26.

Natrium-bikarbonátové vody

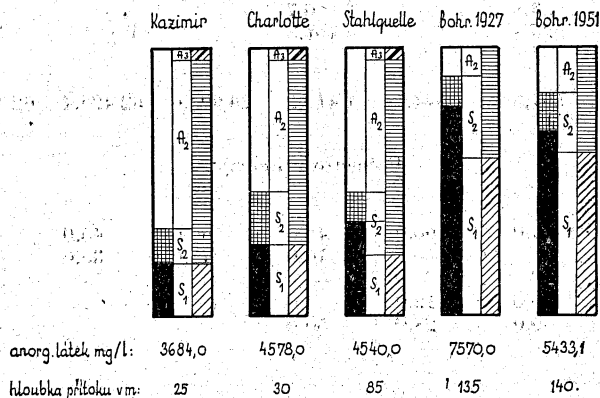
Lze je předpokládat prakticky na celém území Maďarska. Vody jsou vázány na sedimenty mlado- a starotřetihorní; možnost jejich přítomnosti ve starších horninách však nelze vyloučit. Spodnopanonské pískovce v jižní části Zadunajské oblasti obsahují natrium-bikarbonátové a natrium-(kalcium-)chloridové vody naftového původu o mineralisaci vyšší než 25 g/l. Byl zjištěn také natrium-chloridový typ vod naftových ložisek (lokalita Soshartyani). Analogické poměry

jsou v západním a jihozápadním Maďarsku. Vody natrium-bikarbonátového typu vyvěrají lokálně i v samotné Budapešti.

Natrium-sulfátové vody

Komplikované podmínky Zadunajské oblasti a Velké maďarské nížiny jsou příčinou vzniku celé řady přechodových typů vod.

Mnohé z budapeštských mineralisovaných vod jsou zvýšené teploty. I když nejnovější rozbory vod nejsou k dispozici v dostatečném množství, zdá se, že



Vertikální zonalnost vod

Liebenstein, Thüringen, NDR

Obr. 27.

teplé vody nesou většinou porušený charakter natrium-bikarbonátových vod. Vysoce mineralisované vody natrium a magnesium-sulfátového typu náleží do skupiny vod chladných. Zóna natrium-sulfátových vod je na území Maďarska značně rozsáhlá, avšak vysoce mineralisované vody se vyskytují jen v některých, plošně omezených částech této zóny.

Směrem k jihu a jihovýchodu Maďarska přibývá všeobecně ve vodách chloridové složky (Alap) a v přilehlé části Jugoslávie si podržují vody původní, natrium-bikarbonátový charakter. Vody jezer Palič a Ruszanda náleží rovněž natrium-bikarbonátovému typu. Tato jezera jsou patrně napájena vodou mineralisovanou z podzemního zdroje. Kolísání celkového geochemického charakteru vod bylo pozorováno průběhem roku. To svědčí o tom, že voda toků ústících do jezer, mění své složení v závislosti na atmosférických a klimatických podmínkách. Vznik chemizmu vod obou jezer a celý zjev je obdobný, jako u jezer téhož typu v RLR.

Minerální vody Maďarska

mg/l	Budapest					Kocs	Alap
	1	2	3	4	5		
Na ⁺	61,1	227,9	155,8	5 090,0	8 336,0	9 097,5	4 412,4
K ⁺	17,9	—	24,3	71,0	—	36,4	14,4
Ca ⁺⁺	42,0	71,5	163,4	461,3	169,5	445,0	342,0
Mg ⁺⁺	18,7	5,5	38,0	1 677,0	5 601,0	6 700,0	882,8
Cl ⁻	4,9	157,5	188,5	1 110,0	2 600,0	1 100,0	3 905,0
SO ₄ ⁻	25,2	185,0	203,2	16 832,8	33 799,5	44 400,8	7 874,8
HCO ₃ ⁻	394,3	355,4	557,9	1 577,0	1 500,0	194,5	333,9
volný H ₂ S	3,8	—	0,7	—	—	—	—
volný CO ₂	23,4	—	461,3	—	—	140,0	—
Anorg. soli celkem	591,5	1 044,7	1 410,2	26 990,0	52 426,4	62 405,1	18 035,2
Palmerovy indexy							
S ₁	5,0	66,0	40,0	60,0	45,0	45,0	67,0
S ₂	—	—	10,0	40,0	35,0	55,0	30,0
S ₃	—	—	—	—	—	—	—
A ₁	45,0	12,0	—	—	—	—	—
A ₂	50,0	28,0	50,0	—	—	—	3,0
A ₃	—	—	—	—	—	—	—

Sulfátová složka vod natrium- a magnesium-sulfátového typu pochází patrně z kyselých jílů(?), bohatých na sádrovec,* ačkoliv v některých případech nelze vyloučiti, že sulfáty přítomné ve vodách mají svůj původ ve starších horninách, jako je tomu např. v ČSR (především na Slovensku).

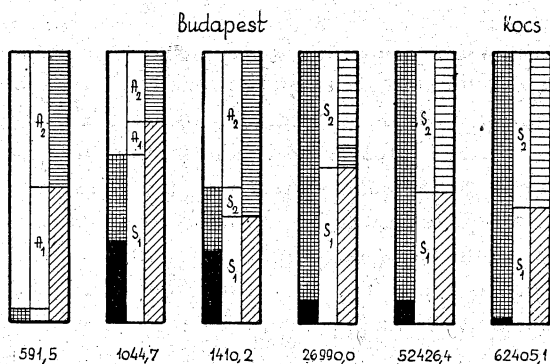
Magnesium-sulfátový typ vod je omezen na celkem malý okrsek při československo-maďarských hranicích, přibližně mezi Komárnem a Budapeští. Rovněž i vody natrium-sulfátového typu (alespoň některé), vyvěrající např. v Budapešti, vykazují značně vysoký obsah magnesia. Chemismus vod v tomto případě je podobný jako u jihomoravských hořkých vod.

Kalcium-bikarbonátový a ferro-sulfátový typ vod má na území MLR jen lokální význam. Vody kalcium-bikarbonátového typu se vyskytují i v hranicích zóny natrium-bikarbonátových a natrium-sulfátových vod. Zajímavou lokalitou je Párad, kde se vedle sebe vyskytují typy kalcium-bikarbonátový, natrium-bikarbonátový a ferro-sulfátový.

*) Podle osobního sdělení akad. Szádeczkého-Kardosse sulfátová složka vod má nepochybně svůj původ v kyselých jílech, kde sulfáty vznikají oxidací nejmenších kuliček pyritu (bakteriopyritu).

Minerální vody Maďarska

mg/l	Párad			Palić			Rutzanda
Na ⁺	40,3	488,3	21,2	1836,0	789,2	389,5	22 322,0
K ⁺	4,8	41,9	2,6	27,7	—	84,2	718,0
Ca ⁺⁺	198,6	140,0	232,0	14,8	14,5	32,0	116,0
Mg ⁺⁺	26,1	42,7	115,5	98,4	68,8	93,8	82,2
Fe ⁺⁺	17,5	0,7	1 204,5	8,7	7,0	—	—
Al ⁺⁺⁺	—	—	850,0	—	—	—	—
Mn ⁺⁺	—	—	195,0	—	—	—	—
Cu ⁺⁺	—	—	57,2	—	—	—	—
Cl ⁻	2,9	10,0	16,4	750,0	347,0	319,8	11 490,0
SO ₄ ^{''}	21,7	45,1	3 916,0(?)	44,0	64,7	126,2	13 858,0
HCO ₃ [']	869,2	965,5	—	2067,3	911,6	629,0	11 595,5
Volný CO ₂	2377,5	2259,3	—	—	—	441,0	—
Volný H ₂ S	—	14,8	—	—	—	4,8	—
Anorg. soli celkem	1237,0	1757,6	10 572,0	5111,3	2215,3	1918,1	62 760,0
Palmerovy indexy							
S ₁	—	—	6,0	25,0	25,0	38,0	61,0
S ₂	—	—	10,0	—	—	—	—
S ₃	—	—	84,0	—	—	—	—
A ₁	15,0	68,0	—	65,0	45,0	20,0	35,0
A ₂	85,0	32,0	—	10,0	30,0	42,0	4,0
A ₃	—	—	—	—	—	—	—



Mineralizované vody MLR

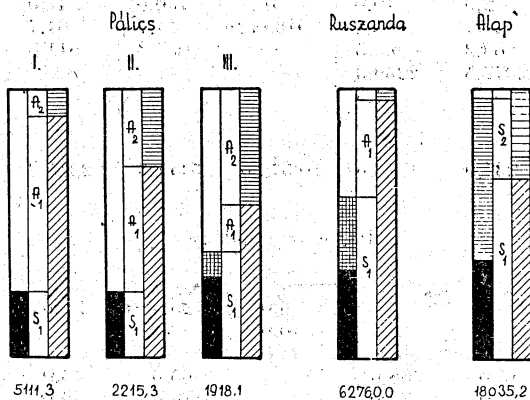
Na+K
 Ca
 Mg⁺⁺
 Cl⁻
 SO₄^{''}
 HCO₃[']

Obr. 28.

Oba první typy jsou opět příkladem vertikální zonálnosti vod naftonosných oblastí, typ ferro-sulfátový náleží ke skupině vod rudních ložisek, zřejmě polymetalického charakteru.

Kalcium-sulfátový typ je vázán hlavně na natrium-sulfátovou zónu, lokálně se ovšem může vyskytovat i jinde.

Z uvedeného možno činiti tyto závěry: Pro celé území Maďarské lidové republiky jsou příznačné vody natrium-bikarbonátového typu naftového původu. Tyto vody skýtají svoji existenci možnosti vzniku celé řady smíšených typů vod, jakož i přechodových mezitypů. Značné rozšíření naftových typů vod je neoby-



Obr. 29.

čejně významné především z hlediska nerostného průzkumu, neboť ukazuje, že naftový průmysl v Maďarsku stojí teprve na začátku a že tam v naftové produkci ještě ani zdaleka nepadlo poslední slovo. Hydrogeochemičtí ukazatelé jsou příznivým příznakem, i když valná většina minerálních vod naftového původu vykazuje známky porušeného charakteru, buď smísením s vodou jiného charakteru, především kalcium-sulfátového, nebo příchodem sulfátů do složení vod z hornin, resp. potlačením původního charakteru infiltrovanými vodami kalcium-bikarbonátového typu. Takto porušený primární charakter vod není ovšem nikterak nepříznivým ukazatelem, neboť k takovým změnám dochází u výstupních minerálních vod velmi často. Hydrogeochemie minerálních vod Maďarska ukazuje tedy na možnou existenci ložisek živců i v oblastech mimo dnes známá naleziště.

To souhlasí dobře s geologickou prognózou, uveřejněnou Kertanem (1952). V této souvislosti je však pozoruhodná přítomnost kysličníku uhličitého v některých vodách. Kertan se domnívá na základě zajímavých zjištění, že původ CO_2 není postvulkanický, nýbrž že mezi vznikem nafty ve spodnopanonské

Minerální vody

mg/l	Sklené Teplice ČSR	Sovata RPR	Preblau Rak.	Ivanda RPR	Portorose Italie	Pol- czyn Pol.	Czerniava Pol.	Daru- var
Na·	62,1	76 100,0	990,7	4 945,0	27 390,0	50,5	45,1	18,1
K·		182,6	43,1	6,5	9 775,0		20,3	1,7
Ca·	115,2	354,0	110,7	220,0		106,2	398,3	102,2
Mg·	194,0	49,5	19,8	453,3	44 940,0	21,2	106,5	11,1
Cl'	7,1	117 640,2	84,4	1 420,0	137 660,0	1,9	3,0	2,9
SO ₄ ''	829,1		48,3	12 448,3	52 330,0	102,7	1,6	50,2
SiO ₃ ''	31,4		78,4		2,0		103,8	
HCO ₃ '	183,7	694,0	2927,3	199,4		396,4	1978,9	181,1
J'								
Br'					12 570,0			
Volný CO ₂			2214,8	282,5			2719,6	
Volný H ₂ S								
Anorg. látek celkem	1532,0	195 330,6	4313,0	21 452,1	285 240,0	709,4	2705,4	436,0
Palmerovy indexy								
S ₁	11,2	100,0	5,0	85,0	29,0	21,0		
S ₂	60,4			15,0	71,0			
S ₃								14,0
A ₁			80,0				11,0	
A ₂	28,4		15,0			69,0	89,0	86,0
A ₃						10,0		

- Minerální vody

mg/l	Kremnica ČSR	Pusto- myky SSSR	Jegenye RPR	Häring Rak.	Topusko	Möders Rak.	Dorna- Kandreny RPR
Na·	4,9	69,2	10,2	59,9	22,1	136,0	6,2
K·	59,4	5,3	5,6		11,9	44,2	4,5
Ca·	156,0	652,1	634,0	423,3	87,5	115,6	281,5
Mg·	50,1	15,2	45,0	121,1	18,2	84,2	7,7
Cl'	7,7	51,7	20,4		20,3		3,5
SO ₄ ''	529,2	1436,7	1576,2	1358,4	105,2	392,0	
SiO ₃ ''	28,5	5,0	55,7	24,2	41,7	12,8	36,9
HCO ₃ '	331,5	325,1	289,5	315,0	134,2	732,0	950,1
J'							
Br'							
Volný CO ₂		106,7	46,1			83,5	
Volný H ₂ S		60,2					
Anorg. látek celkem	1169,4	2712,0	2537,7	2347,0	443,9	1556,0	1270,1
Palmerovy indexy							
S ₁	11,0	8,0		10,0	16,0	35,0	
S ₂	73,0	74,0	88,0	72,0		2,0	
S ₃							
A ₁					4,0		3,0
A ₂	16,0	18,0	12,0	18,0	80,0	63,0	97,0
A ₃							

Minerální vody

mg/l	Elmen (Nem.)	Inowrocław Pol.	Hall Rak.	Morszyn SSSR
Na·	31 100,0	120 920,0	100 858,0	14 062,0
K·	350,0	1 086,4	829,0	5 677,0
Ca··	579,0	769,3	1 232,2	319,5
Mg··	450,0	280,3	968,4	3 834,0
Cl'	48 090,0	186 580,0	158 314,0	17 773,0
SO ₄ ''	2 680,0	2 816,4	3 324,0	28 066,0
SiO ₃ ''	60,0	76,2	—	—
HCO ₃ '	460,0	34,2	764,2	—
J'	—	St.	—	—
Br'	560,0	37,2	119,9	3,9
Volný CO ₂	—	54,2	—	—
Volný H ₂ S	—	—	—	—
Solí celkem	84 410,0	312 626,5	266 420,0	69 740,0
Palmerovy indexy				
S ₁	71,0	100,0	93,0	54,0
S ₂	29,0	—	7,0	46,0
S ₃	—	—	—	—
A ₁	—	—	—	—
A ₂	—	—	—	—
A ₃	—	—	—	—

Minerální vody

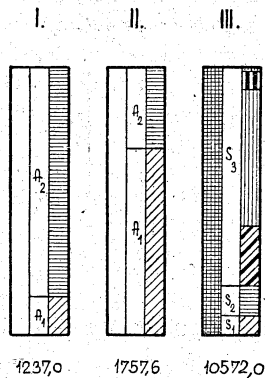
mg/l	Saalfeld NDR	Saalfeld NDR	Lausigk NDR	Sacaremb RPR	Levico Italie
Na·	14,2	34,2	5,5	8,6	2,0
K·	13,1	17,8	135,5	22,7	1,9
Ca··	238,2	68,3	117,8	85,5	105,3
Mg··	30,4	54,2	107,4	86,4	96,9
Cl'	0,2	1,2	8,4	—	—
SO ₄ ''	4650,2	2856,2	3518,0	1685,8	4353,8
SiO ₃ ''	29,2	27,5	13,3	7,8	43,1
HCO ₃ '	—	—	—	—	—
J'	—	—	—	0,06	—
Br'	—	—	—	0,03	—
Mn··	—	0,3	St.	42,2	5,1
Fe·Fe··	1520,7	885,9	1539,0	396,6	1886,1
Al··	206,4	200,4	St.	47,4	42,6
Cu··	28,2	20,3	—	0,08	28,8
Zn··	—	—	—	13,3	128,4
H ₂ SO ₄	—	—	—	—	1337,7
Volný CO ₂	—	—	—	—	53,7
Volný H ₂ S	—	—	—	—	—
Anorg. látky celkem	4975,5	3059,4	5445,0	2495,0	8069,0

Palmerovy indexy

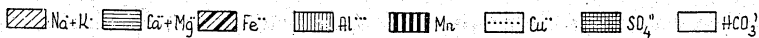
S_1		3,0	5,0	6,0	
S_2	12,0	12,0	10,0	32,0	12,0
S_3	88,0	85,0	85,0	62,0	88,6
A_1					
A_2					
A_3					

epoše a výskytu CO_2 na území Maďarska je úzká spojitost; to znamená, že CO_2 i uhlovodíky jsou různými produkty jednoho a téhož procesu.

Je-li tato domněnka správná, pak je hydrogeochemická situace ještě příznivější. V této souvislosti byl by neobyčejně zajímavý a z hlediska naftového průzkumu významný detailní hydrogeochemický průzkum Maďarské republiky,



Vody z Parád
(MLR)



Obr. 30.

zejména průzkum plynového složení vod. Též výzkum stopových prvků ve vodách všech typů mohl by přinést zajímavé a významné výsledky pro vymezení rudonosných provincií MLR.

Tato práce přinesla by kromě toho i poznatky o charakteru zrudnění; prvořadý význam měl by ovšem průzkum horkých pramenů.

Minerální vody

mg/l	Bikszád RLR	Čiz ČSR	Ceptura RLR	Stanesti RLR	Hersfeld Něm.
Na ⁺	3 117,5	4 575,0	10 900,0	38 610,0	16,8
K ⁺	52,3	—	16 050,0	15 750,0	960,4
Ca ⁺⁺	110,1	126,9	2 330,0	—	308,9
Mg ⁺⁺	45,2	90,7	St.	—	37,6
Cl ⁻	1 700,5	7 392,4	34 300,0	82 843,2	353,2
SO ₄ ²⁻	10,5	0,5	St.	2 100,0	1934,0
SiO ₂ ^{''}	24,0	11,3	—	—	14,6
HCO ₃ ⁻	6 000,3	423,0	—	1 580,0	769,8
Br ⁻	4,8	71,4	—	—	0,1
J ⁻	0,6	58,8	1,4	—	—
Volný CO ₂	2 287,6	—	—	—	10,4
Volný H ₂ S	—	—	—	—	—
Anorg. soli celkem	11 169,1	12 780,2	62 960,0	66 923,2	4452,0
Palmerovy indexy					
S ₁	35,0	94,0	90,0	100,0	66,0
S ₂	—	—	10,0	—	14,0
S ₃	—	—	—	—	14,0
A ₁	53,0	—	—	—	—
A ₂	12,0	6,0	—	—	20,0
A ₃	—	—	—	—	—

Československá republika

Území Československé republiky tvoří ve střední Evropě jakýsi hydrogeochemický uzel. Vyskytují se zde všechny typy minerálních vod, vyjímaje vody ložisek draselných solí, to znamená vody kalcium- a magnesium-chloridové. Celkem bylo na území ČSR zjištěno 7 hlavních typů minerálních vod. Hydrogeochemické podmínky jsou značně komplikované, což je dáno především složitou geologickou stavbou.

Vody natrium-chloridového typu se vyskytují v ojedinělých lokalitách na východním Slovensku, kde tvoří několik menších geochemických zón. Tyto zóny jsou pokračováním rozsáhlé, jižnější zóny, která na území ČSR pokračuje z Rumunska.

Vody jsou vázány na neogenní sedimenty. Jinde v ČSR nebyly vody této skupiny zjištěny.

Natrium-bikarbonátový typ vod je rozšířen na Moravě a na Slovensku zejména v sedimentech mladších a starších třetihor. Není však vyloučena jeho přítomnost ani ve starších horninách, snad křidových. Lokálně se vyskytují

i vody kalcium-chloridového a natrium-chloridového typu, naftového původu. Na území Čech je vázán natrium-bikarbonátový typ vod výhradně na oblast Českého křídového útvaru. Převážná většina vod vykazuje zde známky porušeného charakteru.

Natrium-sulfátový typ vod se vyskytuje v Čechách, na Moravě i na Slovensku. V Čechách náleží k tomuto typu vody velmi známých lázní Františkových, Mariánských, Karlových Var aj. Sulfátová složka vod pochází patrně z neogenních sedimentů. Další zóna vod tohoto typu se vyskytuje na jižní Moravě. Původ sulfátové složky je stejný jako v Čechách. Rozsáhlou zónu tvoří vody natrium-sulfátového typu na Slovensku. Sulfátová složka má však zde svůj původ v sádrovconosných triasových sedimentech.

Magnesium-sulfátový typ je omezen na malý okrsek v západních Čechách nedaleko Chomutova (Zaječice, Bylany). Vody vyvěrají z neogénu.

Vody kalcium-sulfátového typu se vyskytují v Čechách, kde jsou vázány na neogenní sedimenty. Stejně je tomu i na severní Moravě. Na Slovensku je tento typ rozšířen zvláště hojně. Zde jsou však vody vázány téměř výhradně na triasové horniny.

Ferro-sulfátový typ tvoří rozsáhlou zónu v západních Čechách, kde je vázán na oblast rozvoje tzv. kamenečných břidlic algonického věku. Na Moravě se vyskytují ferro-sulfátové vody v moravské části Českého křídového útvaru. Vody tohoto typu jsou hojné i na Slovensku, avšak rozsáhlejší zóny zde tento typ nevytváří.

Kalcium-bikarbonátové vody jsou rozšířeny v Čechách, na Moravě i na Slovensku. Vyskytují se v horninách různého stáří i původu. Ve většině případů jsou to vody chladné, bohaté na volný CO_2 .

Recenzoval V. F i g u š

*Ústav pro výzkum rud
Kutná Hora*

LITERATŮRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Agabžanov A. M.: Gidrogeologija a gidravlika podzemných vod i nafti. — Aigner A., 1904: Ueber die Therme von Mittendorf im Steirischen Salzkammergut, Graz. — Almanach lázní ČSR, 1920, Praha. — Almanach lázní ČSR, 1949, Praha. — Altfeld E., 1913: Die physikalischen Grundlagen des intermittierenden Kohlensäuresprudels zu Nemedy bei Adernach a. Rh., Marburg. — Alekin O. A., 1953: Osnovy gidrochimii, Leningrad. — Bastin E. S., Greer F. E., 1930: Additional Data Sulphate-Reducing Bacteria in Soils and Waters of Illinois Oil Field. Bull. Am. Assoc. of Petrol. Geol., 14, No. 2. — Bastin E. S., 1926: The problem of the Natural Reduction of Sulphates. Bull. Am. Assoc. of Petrol. Geol., Vol. 10, No. 12. — Bauer A., 1862: Einiges über Mineralwässer, Wien. — Bäder-Almanach, 1907, Berlin. — Běhounek F., 1936: Orientační měření radioaktivity vod z naft. oblastí ČSR. Zprávy veř. sl. techn. — Běhounek F., 1937: Radioaktivita Čs. minerálních vod. Almanach lázní ČSR, Praha. — Granz H. J., 1777: Gesundbrunnen der Oesterr. Monarchie, Wien. — Dathe E., 1901: Die

Salzbrunner Mineralquellen in ihren geologischen Beziehungen, Berlin. — Delkeskamp R., 1907: Die Kaiser Fridrichquelle zu Offenbach a. M. in geol. u. phys. Beziehungen. Internat. Mineralquellen-Zeitung, Wien. — Deutsches Bäderbuch, 1907. — Deutschlands Heilquellen u. Bäder, 1900, Berlin. — Dominikiewicz M., 1951, Wody mineralne Polski, Warszawa. — Duben V., 1940: O původu minerálních vod v Čechách a na Moravě. Věst. čs. fysiatr. spol., Praha. — Ehrenfeld R., 1907: Untersuchungen über die Radioaktivität mäh. u. schlesis. Heilquellen, Brno. — Emszt K., 1911: Die Springquelle bei Ipolynyitra, Földtani Közlöny. — Folprecht J. a Patteisky K., 1928: Geologie Ostravsko-Karvinského kamenouhelného revíru, Ostrava. — Folprecht J., 1922: Nový jodový pramen v našem státě, Příroda. — Frach F., 1912: Die Mineralquellen des Taunus, Berlin. — Frach F., 1912: Schlesiens Heilquellen in ihrer Beziehung zum Bau der Gebirge, Berlin. — Fresenius H., 1912: Chemische Untersuchung der Drei-Lilien-Quelle zu Wiesbaden. — Fresenius H., 1908: Chem. u. phys. Untersuchung der Gertrudis-Sprudels zu Biskirchen im Lahntale, Wiesbaden. — Fresenius H., 1905: Chem. Untersuchung der Römerquelle in Bad Ems, Wiesbaden. — Fresenius H., 1907: Chem. u. phys. Untersuchung der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Bad Homburg v. d. Höhe, Wiesbaden. — Fresenius H., 1910: Chem. Untersuchung der Georgen-Quellen, der Marienquelle u. der Fridrichs-Quelle zu Bad Landeck in Schlesien, Wiesbaden. — Gensser C., 1933: Radioaktive Heilquellen in Deutschland. Ztschr. der Deutsch. Geol. Gesellschaft. — Gidrochimičeskije materialy, Moskva 1947. — Ginsburg-Karagičeva T. L., 1933: Microflora of Oil waters and Oilbearing Formations and Biochem. Processe caused by it. Bull. Am. Assoc. of Petrol. Geol., Vol. 17. — Ginsburg-Karagičeva T. L., 1935: Mikrobiologičeskije očerki. ONTI. — Goldschmidt V. M. a spol., Zur Geochemie der Alkalimetalle. Nachricht Ges. Wiss. Göttingen Math.-Phys. Klasse, III, 34, IV, 35. — Goldschmidt V. M., 1935: Grundlagen der quantitativen Geochemie. Fortschr. Miner. Kryst. Petrograf. — Goldschmidt V. M., 1937: The principles of distribution of Chemical Elements in Minerals a. Rocks. J. Chem. Soc. — Halavats J., 1888: Der Artesische Brunnen von Szentes. Mitt. aus Jahrbuche der kgl. ung. Geol. Anstalt, Budapest. — Heinrich F., 1904: Untersuchungen über die Wiesbadener Thermalquellen u. ihre Radioaktivität. Sitzungsberichte der phys.-med. Soz. — Hem J. D., 1950: Geochemistry of Ground Water. Econ. Geology. — Hensel J. aj., 1951: Balneografia Slovenska. SAV, Bratislava. — Hintz E., 1952: Chemische u. phys. Untersuchung des Rhenser Sprudels, Wiesbaden. — Hintz E., Grünhut L., 1957: Chem. u. phys. Untersuchung des Kochbrunnen zu Wiesbaden, Wiesbaden. — Hofmann K., Lóczy L., 1904: Über die Entstehung der Budaer Bitterwasserquellen, Földtani Közlöny. — Holluta J., Herrmann W., 1937: Untersuchung an einer Mineralquelle in Karlsbrunn. Verhandlungen des Naturf. Vereines, Brno. — Honsell H., 1911: Die ehemalige Saline Mosbach und deren Quellen, Karlsruhe. — Hümmel K., 1930: Beziehungen der Mineralquellen Deutschlands zum jungen Vulkanismus. Zeitschrift f. prakt. Geologie. — Chryzer K., 1887: Die namhafteren Kurorte u. Heilquellen Ungarns u. seiner Nebenländer, Stuttgart. — Jaquot E., 1894: Les eaux Minerales de la France, Paris. — Jaquot E., 1904: Les sources minerales de la France, Paris. — Jelen V., 1939: Minerální vody české křídý. Věst. čs. fysiatr. spol., Praha. — Kaiser E., 1907: Über die Herkunft des Mineralgehaltes in den Mitteldeutschen Mineralquellen. Allgemeine Deutsche Bäder-Zeitung, Breslau. — Kalecsinszky A., 1901: Über die Ungarischen Warmen u. heißen Kochsalzseen als natürliche Wärmeaccumulatoren, Földtani Közlöny. — Kalmann W., Gläser M., 1899: Das Mineralwasser von Árva-Polhor, Wien. — Kampe R., 1924: Heilquellen u. Bergbau, Jena. — Kertani D., 1952: Obrazovanie mesto-roždenij nefti i gaza v Vengrii. Acta Geologica, TI, Budapest. — Knett J., 1902: Die geologisch-balneotechnischen Verhältnisse von Trencsin-Teplicz, Trenčín. — Krejčí-Graf K., 1930: Geochemie der Erdöllagerstätten, Abh. zur prakt. Geologie, Halle. — Krejčí-Graf K., 1934: Zur Geochemie der Ölfeldwasser, Petroleum. — Kukowka A., 1951: Bäderbuch für das Gebiet

der DDR, Berlin. — Laube G. G.: Die geologischen Verhältnisse des Mineralwassergebietes von Giesshöl, Sauerbrunn. — Lenoč F., 1938: Porovnání tří čs. kyselk (Běloves). Věst. čs. fysiatr. spol., Praha. — Leitmeier H., 1909: Die Absätze des Mineralwassers von Rohitsch-Sauerbrunn in Steiermark. Ztschr. f. Krystallographie, Leipzig. — Leutwein F., 1951: Geochemische Untersuchungen an den Alaun- u. Kieselschiefern Thüringens. Archiv f. Lagerstättenforschung, H. 82. — Liebe Th. K., 1884: Schwefelwasserstofferuptionen in den Geraer Schlotten-tümpeln. — Liebus A., Zeynek R., 1913: Über eine Eisenvitriolquelle, die anstatt Brunnenwassers in den Weinbergen bei Prag erbohrt wurde. Lotos, Praha. — Liteanu E., 1953: Hidrologie aplicata, Timisoara. — Ludwig E., 1884: Chemische Untersuchung der Maria-Theresia-Quelle zu Andersdorf in Mähren. Tschermaks Min. u. Petr. Mitt., Wien. — Ludwig E., Panzer Th., 1901: Über die Therme von Monfalcone. Min. u. Petr. Mitt., Wien. — Ludwig E., Panzer Th., 1900: Über die Gasteiner Thermen, Wien. — Ludwig E., 1896: Chemische Untersuchungen des Sauerlings in Seifersdorf. Min. u. Petr. Mitt., Wien. — Ludwig R., 1863: Die warmen Mineralquellen zu Bad Ems. Bull. Soc. Imperial. natural de Moscou, Moskva. — Matějka A., 1938: Geol. podmínky vývěru sirovodíkových pramenů. Věst. st. ústavu geol., Praha. — Mauer R., 1920: Über die Verarbeitung von Quellen-Sedimente der Wiesbadener Thermalquellen, Gunzenhausen. — Mestwerdt A., 1917: Die Bäder Oeynhausens u. Salzuflen. Jahrbuch d. kgl. Preuss. geol. Landesanstalt, Berlin. — Meyer L., 1864: Chemische Untersuchung der Thermen zu Landeck usw., Jour. prakt. Chemie. — Mineralnyje vody Rossi. Izd. KEPS, AN, 1920. — Mrazec L., Notiuni generale asupra apelor minerale si asupra raporturilor lor genetice cu hidrosfera si rocele scoartei, Bukuresti. — Müller B., 1940: Die Heilquellen des Sudetenlandes, Liberec. — Nopcsa F., 1910: Geologische Beobachtungen bei Herkulesfürdő, Földtani Közlöny. — Nopcsa F., 1910: Geologiai megfigyelések Herkulesfürdő körül., Földtani Közlöny. — Ovčínikov A. M., 1949: Obščaja gidrogeologija. — Ovčínikov A. M., 1947: Mineralnyje vody. Österreichisches Bäderbuch, Berlin. — Pálffy M., 1909: Über das Aufsteigen der Thermalwasser an die Oberfläche, Földtani Közlöny. — Palmer Ch., 1911: Geochemical Interpretation of Water Analysis. US Geol. Survey Bull. 479. — Papp Ch.: Source de Méthame á Kissarmás (Com. de Kolosz), Földtani Közlöny. — Papp Ch., 1911: Kalisalzschürfungen in Ungarn, Földtani Közlöny. — Petraschek W.: Die Mineralquellen der Gegend von Nachod u. Cudowa. Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt, Wien. — Petrescu P., 1938: Les eaux sales des gisements de pétrole de Roumanie. Moniteur du Pétrole Roumain. — Popp M., 1907: Alte u. neue Analysen des Stahlbades Bibra. Ztschr. f. Naturwissenschaften, Stuttgart. — Rankama K., Sahama Th., 1952: Geochemistry. — Raspe F., 1855: Heilquellenanalysen, Dresden. — Reibenschuh A. F., 1903: Chemische Untersuchung neuer Mineral-Quellen Steiermarks, Graz. — Reibenschuh A. F., 1898: Chemische Untersuchung neuer Mineralquellen Steiermarks. — Schafarzík F., 1908: Über die geologischen, hydrographischen u. einige physikalischen Verhältnisse der durch Insolation erwärmten Salzseen, insbesondere des heissen Medvető-Sees bei Szovata, Földtani Közlöny. — Schiffner C., 1908: Radioaktive Wässer in Sachsen, Freiberg. — Schubert K., 1915: Neue u. wenig bekannte Mineralquellen Südmährens. Mont. Rundschau. — Straub J., 1950: Composition chimique deaux médicinales (eaux minerales) de Transylvanie. Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., Budapest. — Szajnocha L., 1891: Źródla mineralne Galicyi. Anzeiger der Akademie der Wissensch., Krakau. — Szontagh T., 1908: Über die Mineralquellen des Burtales im Komitat Hont, Földtani Közlöny. — Than C., 1890: Die chemische Constitution der Mineralwässer und die Vergleichung derselben. Tschermaks Min. u. Petr. Mitt., Wien. — Vernadsky V. I., 1954: Zametki o rasprostranienii chimičeskich elementov v zemnoj kore, VI. Istorija rubidija v zemnoj kore. Izbrannye sočinenija, T. I. 1954. — Vinogradov A. P., 1954: O chlorbromnom koeficiente podzemnych vod. DAN SSSR, T. XLIV, No 2. — Vinogradov A. P., 1948: Rassejannye chimičeskije elementy v podzemnych vodach raznogo proischoždenija. Trudy lab. gidrogeol. problem, T. I. — Vино-

gradov A. P., 1950: Geochemija redkich i rassejannyh chimičeskich elementov v počvach. — Wagner V., 1933: Die Herkunft der erdmuriatischen Kochsalzquellen der Bäder Kreuznach u. Münster a. Stein, usw. Ztschr. d. deutsch. geol. Gess. — Wiesner F., 1935: Vodstvo a minerální prameny země podkarpatoruské, Užhorod. — Zapletal K., 1932: Geol. poměry lázní Luhačovic atd. Zpr. kom. na přír. výzkum Moravy, Brno. — Žýka V., Juránek J., 1956: Příspěvek ke geochemii minerálních vod záp. a sz. části Prešovského kraje. Práce ústavu pro naftový výzkum, Praha. — Žýka V., 1955: Geochemie minerálních vod v oblasti Šafárikovo—Lučenec—Levice. Geologické zprávy, SAV, Bratislava.

ВАЦЛАВ ЗЫКА

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СРЕДНЕЙ ЕВРОПЫ

(Рис. 15—30 в тексте)

В средней Европе было обнаружено всего 9 основных типов минеральных вод: кальциево-бикарбонатный, кальциево-сульфатный, ферро-сульфатный, натриево-бикарбонатный, натриево-хлоридный, кальциево-хлоридный, магниев-хлоридный, натриево-сульфатный, магниев-сульфатный. Приняты в соображение были лишь воды, отличающиеся от среднего состава вод земной поверхности минерализацией, температурой, химическим составом или содержанием газов.

Кальциево-бикарбонатный тип вод встречается в горных породах разного возраста и происхождения. Минеральные воды приведенного типа отличаются от обычных вод большей частью лишь температурой или содержанием газов (углекислый газ). Кальциево-сульфатный тип встречается в богатых гипсом или ангидритом горных породах. Воды связаны обычно с осадочными отложениями мезозойской и кайнозойской эры. Ферро-сульфатный тип вод образует в средней Европе лишь изредка обширные зоны. Относительно большие провинции упомянутых вод встречаются в ГДР, где воды связаны со сланцами кембрийского периода, равно как и в ЧСР, где воды находятся и в меловых горных породах. Местами в средней Европе встречается и тип купросульфатный и т. п. Натриево-бикарбонатные воды представляют собой морские ископаемые воды (воды нефтяных месторождений). К приведенной зоне вод я отношу и натриево-кальциево-хлоридный тип нефтяного происхождения. Воды в средней Европе связаны с осадочными отложениями мезозойской и кайнозойской эры.

Натриево-хлоридный тип вод встречается в осадочных отложениях пермского периода, палеогена и неогена. К зоне этих вод я отношу и воды натриево-кальциево-хлоридного типа соляного происхождения. Минерализация вод происходит в соленосных осадочных отложениях. Кальциево- и магниев-хлоридный тип вод был найден лишь на территории Германии. Упомянутые воды связаны с залежами пермских калиевых солей.

Натриево-сульфатный тип вод создается путем смешения вод натриево-бикарбонатного типа с кальциево-сульфатным типом. Обильно распространен упомянутый тип в ЧСР и в Венгрии. Широкое распространение он получает также и на территории Румынии.

Магниев-сульфатный тип встречается лишь в неогенных горных породах. Объем отдельных зон минеральных вод явствует со всей очевидностью из прилагаемой карты. Графическое толкование химических анализов вод приводится на рис. 15—30.

*Институт для исследования руд,
Кутна Гора*

HYDROGEOCHEMISCHE ZONEN IN MITTELEUROPA

(Abb. 15—30 im Texte)

In der angeführten Übersicht widerspiegelt sich die außerordentliche Verbreitung der natrium-bikarbonatischen, d. h. der Ölfeldwässer, und der natriumchloridischen, d. i. der Wässer der Salzlagerstätten, in Mitteleuropa. Die ferrosulfatischen und kalziumsulfatischen Wässer sind gleichfalls sehr verbreitet; in Ungarn und der Tschechoslowakei wurde außerordentlich reiches Vorkommen des natriumsulfatischen Typs beobachtet. Etwas seltener treten die kalzium- und magnesiumchloridischen Wässer der Kalisalzlagerstätten auf. In Mitteleuropa finden sich diese Typen nur in Deutschland, in den übrigen mitteleuropäischen Staaten konnten sie bisher nicht festgestellt werden. Eine nur geringfügige Verbreitung weisen die magnesiumsulfatischen Wässer auf — dieser Typ kommt nur in einem flächenmäßig sehr begrenzten Gebiet Nordungarns und Westböhmens vor. Alle angeführten Typen und ihre Derivate sind nur in bestimmten geologischen Formationen vorhanden, zum Unterschied von dem in Mitteleuropa gleichfalls sehr häufigen kalzium-bikarbonatischen Typ, der nicht an eine einzige geologische Formation gebunden ist, sondern in Gesteinen verschiedensten Alters und Ursprungs auftritt.

Bemerkenswert sind einige die natriumkarbonatischen Wässer betreffende Feststellungen. In Rumänien erstreckt sich die natriumbikarbonatische Zone längs der Außenseite des Karpatenbogens bis westlich von Bukarest, wo sie im Herkulesbad zutage treten. Dieser Typ wurde als Erdölwasser identifiziert, obzwar nicht alle genetischen Kriterien bekannt waren. Einer persönlichen Mitteilung von Herrn Prof. Atanasiu (Rumänische Akademie der Wissenschaften) zufolge, ist diese Annahme richtig, denn bei der Erkundung zeigte es sich, daß es sich hier um ein ölhöffiges Gebiet handelt. Ein gleich günstiges Zeichen sind die Mineralwässer in Ungarn, Österreich und Deutschland. Es hat sich erwiesen, daß die möglicherweise ölführenden Gebiete in diesen Staaten größere Verbreitung haben, als bisher angenommen wurde. Auch in Polen zeigen die Austrittsstellen der natriumbikarbonatischen Wässer im Neogen bei Stalinogród, Krakau und Ladek, daß der Karpatenflysch nicht die einzig mögliche ölführende Schichtenfolge ist.

Daß Vorkommen der übrigen Wässer entspricht gleichfalls der Verbreitung der bezüglichen mineralischen Rohstoffe. Da die vorliegende Arbeit aber nicht auf alle Einzelheiten eingeht, ist es nicht möglich, für diesen Fall genauere Prognosen aufzustellen.

*Institut für Erzforschung
Kutná Hora*