

VÁCLAV ZÝKA

HYDROGEOCHEMICKÁ PROGNOZA  
NAFTONOSNOSTI ČSR*(Obr. 16—21 v textě, příloha 2, ruské a německé resumé)*

Minerální prameny jsou významným ukazatelem ložisek nerostných surovin. Naše země jsou neobyčejně bohaté minerálními vodami různého charakteru, původu atd. Od r. 1949 se zabýváme výzkumem těchto vod a jejich vztahem (někdejším i dnešním) k ložiskům nerostných surovin, především živců a rud.

Předložená studie je pokusem o prognosu naftonostnosti jednotlivých oblastí ČSR na základě hydrogeochemie.

Tato souhrnná práce je založena na řadě detailních studií, o nichž se dále stručně referuje.

Jak známo, vody naftových ložisek liší se od všech ostatních vod kůry zemské vysokou mineralizací, značným obsahem chloridů, karbonátů a bikarbonátů Na; specifickým rysem je dále značná akumulace jodu a bromu. Naše práce je tedy v principu založena na chemickém rozboru vod a grafickém zhodnocení analys. Pro účely srovnávací ukazuje se grafická interpretace chemických rozborů nutnou. Pro tento účel používáme Palmerova klasifikačního systému, jehož principy jsou známy. Pokud jsou v textu uvedeny diagramy znázorňující chemické složení vod, pro vysvětlení uvádíme toto: v levém sloupci jsou zaneseny od spodu nahoru:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{HCO}_3^-$ . V pravém sloupci pak kationty:  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  a  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , vyjádřené v mval %.

Střední kolona reprezentuje t. zv. Palmerovy indexy, t. j. první salinitu  $S_1$ , tvořenou chloridy a sulfáty alkálií, první alkalinitu  $A_1$ , reprezentovanou bikarbonáty alkálií, druhou salinitu  $S_2$ , představovanou chloridy a sulfáty kovů alkalických zemin, a konečně druhou alkalinitu  $A_2$ , tvořenou bikarbonáty kovů alkalických zemin.

Významným doplňkem pro určení genese minerální vody je koeficient  $\text{Cl}^- : \text{Br}^-$ . Je-li poměr těchto prvků  $> 1000$ , jedná se o vodu vyluhující solinostné útvary. Poměr  $< 1000$  je typický pro vody naftové. (Voda mořská má poměr obou prvků rovný 292.) Typické vody naftové, neporušeného charakteru, mají poměr těchto prvků i nižší než 292.

Je pochopitelné, že vody přirozeně vyvěrající mají již více či méně poru-

šený charakter vod naftových. Ty vody, které mají vzdor změněnému prostředí a hydrochemickým přeměnám rysy naftových vod dobře zachovány, byly zaneseny do mapy plným kolečkem. Mimo to i vody sirovodíkové, jejichž genesi spojujeme s existencí živců v sedimentárních horninách, byly zaneseny do mapy a vymezeny tak zony jejich rozšíření. Důvody, které nás vedou k tomu, abychom vody různého chemického složení považovali za geneticky vázané na existenci živců v horninách, budou probrány stručně v dalším.

K hydrochemické studii byly použity chemické rozborů provedené různými institucemi. Rozborů slovenských minerálních vod byly převzaty z Henselovy a Němejcovy „Balneografie Slovenska“, SAV, Bratislava 1952. Rozborů použité pro vymezení hydrochemických zon na Moravě, dále na Slovensku v krajích Prešovském a Banskobystrickém, byly provedeny v laboratořích VÚN v Brně, v rámci geochemického průzkumu ČSR vedeného autorem.

Grafickou interpretaci chemických rozborů uvádím jen v několika ojedinělých případech, chemické rozborů neuvádím vůbec. Pro detailní studium odkazují na v textu uvedené obsáhlé práce, na nichž je tato studie založena.

## A. Čechy

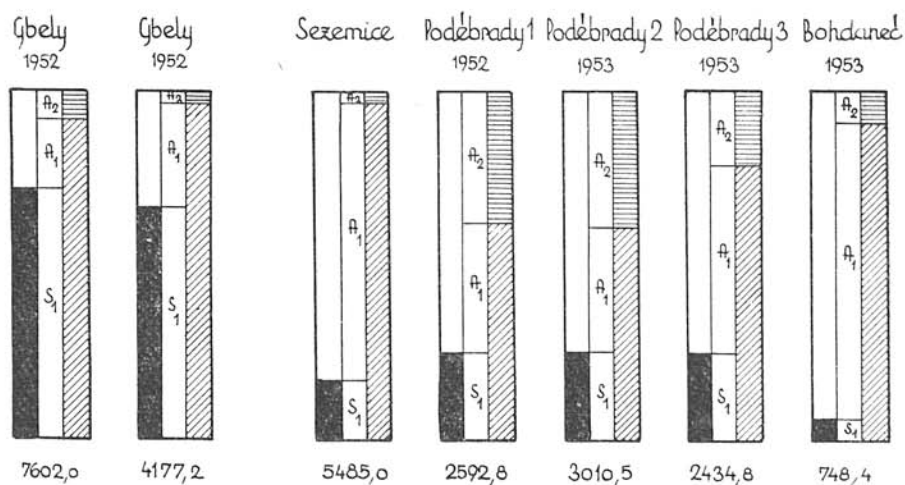
V Čechách byly sledovány minerální vody české křídly, zejména vývěry v okolí Pardubic. Zde vyvěrají t. zv. „uhličitě kyselky“ v Poděbradech, Sezemčicích, Bohdanči a j.

Vody jsou natrium-bikarbonátového charakteru, t. j. v jejich složení převládají z aniontů  $\text{HCO}_3^-$ , z kationtů  $\text{Na}^+$ . V dosti značném množství jsou přítomny chloridy  $\text{Na}^+$ . Všechny vody obsahují zvýšená množství jodu a bromu. Chemické složení vod je důkazem jejich naftového původu. Všechny vody obsahují volný kyslíčník uhličitý ve značném množství;  $\text{CO}_2$  je sekundárního původu. Hojné vývěry vod jsou svědectvím tektonicky silně porušeného území. Geochemická historie vod je jednoduchá; lze rozlišit následující její etapy:

- a) vznik naftové vody chemismem blízké vodě mořské,
- b) vytvoření natrium-bikarbonátového charakteru průběhem a vlivem procesů biogenní redukce sulfátů,
- c) emigraci uhlovodíků a příchod  $\text{CO}_2$ ,
- d) infiltraci vod povrchových a pozvolný nástup oxydačního prostředí.

Mírně teplá voda v Bohdanči je rovněž vodou naftovou, neobsahuje větší množství  $\text{CO}_2$ . Obsah minerálních látek je různý. U studovaných vod pohybuje se v rozmezí 748—5485 mg/l. Užíší oblast vývěru těchto vod je for-

mací pravděpodobně již odeznělé nafto-plynonosnosti. Přesto nejsou vyloučeny menší živičnaté horizonty, jejich ekonomická hodnota patrně nebude velká. Pravděpodobnost existence větších, ekonomicky významných ložisek v oblasti české křídý je malá. K vodám natriumbikarbonátového typu (nař-



anorg. látek mg/l:

Obr. 16. Grafické znázornění chemického složení minerálních vod české křídý.

toým) náležela kdysi i západočeská zřídla minerálních vod (včetně hor-  
kých).

Obr. 16 představuje grafické znázornění chemických rozborů minerálních  
vod české křídý ve srovnání s typickými naftovými vodami gbelské oblasti.

## B. Morava

### 1. Ostravsko

V oblasti Ostravy, v celé řadě lokalit vyvěrají silně mineralisované solné  
rosoly, neobyčejně bohaté jodem a bromem. Charakterem náleží k natrium-  
chloridovému typu. Vývěry slaných vod nacházejí se v Darkově, Horní Su-  
ché, Stonavě, Mar. Horách, Heřmanovicích, Žukově a j. Jejich rozšíření lze  
sledovat i na přilehlém území Polské lidové republiky. Vody jsou vázány na  
neogenní sedimenty, avšak nelze vyloučit jejich přítomnost v sedimentech  
starších útvarů. Obsah rozpuštěných anorganických látek dosahuje hodnoty  
až 50 000 mg/l. Obsah jodu a bromu činí v některých případech více než  
100 mg Br a 70 mg J v 1 l vody. Genetický koeficient (resp. t. zv. mořský

Tabulka 1

| Lokalita | Pramen    | mg/l  |          |       |           |
|----------|-----------|-------|----------|-------|-----------|
|          |           | J'    | Cl'      | Br'   | Cl' : Br' |
| Darkov   | Jan       | 26,95 | 14 970,0 | 48,0  | 303,4     |
| Darkov   | vrt NP 2  | 17,51 | 9 507,0  | 86,0  | 110,1     |
| Solca    | vrt NP 18 | 26,97 | 8 013,0  | 77,0  | 103,6     |
| Doubrava |           | 9,52  | 22 554,0 | 48,55 | 464,9     |
| Žukov    | vrt       | 4,54  | 7 552,9  | 34,8  | 217,0     |

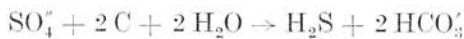
koeficient bromu, t. j. poměr Cl' : Br') jasně dokazuje mořský, a v tomto případě naftový původ vod, jak ukazuje tab. 1.

Hodnoty koeficientu jsou v mnoha případech nižší, než příslušná hodnota pro mořskou vodu.

Chemismus vod svědčí o nepřítomnosti živíc. Možnost lokálních nahromaděnin uhlovodíků, avšak nevelkého ekonomického významu nutno v této oblasti přesto připustit.

Geochemickou historii vod možno rozdělit do následujících etap:

- vznik vody primárního charakteru složením blízké vodě mořské,
- vytvoření bikarbonátového charakteru procesy biogenní redukce sulfátů podle schématu:



- Po vymizení  $\text{SO}_4$  ze složení vod, resp. po emigraci živíc, ustávají procesy biogenní redukce a nastává postupné koncentrování vod. Ve vodách hromadí se nejspíše rozpustné složky, méně rozpustné vypadávají ze složení.

Některé vody obsahují též volný  $\text{CO}_2$ , který má svůj původ v mlado-třetihorní sopečné činnosti. Tyto výjimky nemají však žádný praktický význam, jsou lokálně omezeny. Většina vod je prakticky prosta  $\text{CO}_2$ . Existence těchto vod je svědectvím dokonalé uzavřenosti hlubin, t. j. nepřítomnosti výměny vody s povrchem.

Detailní studie ostravských minerálních vod v připravované práci: V. Zýka, *Hydrochemie Moravy*.

## 2. Přerovsko

Na Přerovsku vyvěrá pouze jediná voda zřetelně naftového původu. Je to minerální pramen v Chropyni. Voda tohoto pramene podržela si všechny charakteristické rysy vody naftových ložisek. Náleží natrium-bikarbonátovému typu, obsahuje jod a brom.  $\text{SO}_4$  prakticky nejsou zastoupeny. Plynový obsah vody je tvořen převážně methanem. Voda je svědectvím do-

konale izolovanosti zřídla od přírodních cest  $\text{CO}_2$ . Infiltrace není příliš značná. Poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  je u této vody reprezentován hodnotou  $< 1000$ . Ke skupině vod původně naftových náleží též prameny ležící na linii Chropyně—Tučín, t. j. minerální vody v Horních Moštěnicích, Prusích a Tučíně. Tyto vody náleží kalcium-bikarbonátovému typu, avšak jejich obsah chloridů, bikarbonátů a karbonátů  $\text{Na}'$  a  $\text{K}'$ , jodu a bromu atd., svědčí o původně naftovém charakteru. Poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  je vyjádřen u vody z Chropyně číslem 374.

U ostatních vod nebyly tyto prvky kvantitativně stanoveny. Potvrzením názoru o naftovém původu vod je voda v Prusích, která náleží ještě natrium-bikarbonátové skupině. Methan je v těchto vodách zastoupen pouze ve stopách. Hlavní plynovou složkou je  $\text{CO}_2$ , juvenilního původu. Zatím co  $\text{CH}_4$  ve vodě chropynské je geneticky spojen s vodou,  $\text{CO}_2$  ve vodách ostatních je sekundárního původu; v genezi vod nehrál žádné role, ačkoliv se účastnil procesů jejich přeměny. Vody této zony krásně ilustrují potlačování chemického charakteru vody původně natrium-bikarbonátového typu a postupný přechod k vodám kalcium-bikarbonátovým (t. zv. uhličitým kyselkám). Možnost naftových a plynových ložisek jižně i jihozápadně Přerova není vyloučena.

Chemické rozborý, grafickou interpretaci analys a pod. viz v detailní studii: V. Zýk a, *Geochemie a genese minerálních vod Přerovska*, Brno 1954, v tisku.

### 3. Gottwaldovsko

Na Gottwaldovsku vyvěrá řada minerálních pramenů, většinou sirovočkových s dobře zachovanými rysy vod naftových ložisek. Jsou to především vody v Napajedlích, Malenovicích a Loukách. Tyto vody náleží natrium-bikarbonátovému typu, obsahují jod a brom. Poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  je reprezentován hodnotami uvedenými v tab. 2.

Tabulka 2

| Lokalita, pramen       | $\text{Cl}'$ | $\text{Br}'$ | $\text{Cl}' : \text{Br}'$ |
|------------------------|--------------|--------------|---------------------------|
| Napajedla . . . . .    | 1283,6       | 4,1          | 313                       |
| Malenovice 1 . . . . . | 489,3        | 1,6          | 305                       |
| Malenovice 2 . . . . . | 429,1        | 3,0          | 143                       |
| Louky 1 . . . . .      | 361,7        | 1,3          | 277                       |
| Louky 2 . . . . .      | 237,6        | 0,7          | 339                       |

Tyto vody jsou nepochybně vodami naftových ložisek. Možnost menších nahromadění živců možno s jistotou předpokládat. Napajedelská voda

s obsahem 31 mg/H<sub>2</sub>S náleží mezi nejsilnější v ČR (na Moravě nejsilnější sirovodíková voda vůbec). Sirovodík přítomný ve vodách je svědectvím stále probíhajících procesů biogenní redukce sulfátů, t. j. zároveň i existence živců v kontaktu s vodami. SO<sub>4</sub> jsou ve vodách zastoupeny v malých množstvích.

Ostatní prameny vyvěrající v širším okolí náleží rovněž k pramenům sirovodíkovým, avšak k různým hydrochemickým typům. Bude proto o nich pojednáno souhrnně.

Pro srovnání viz detailní studii: V. Zýka, *Hydrogeochemie a genese sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku*.

#### 4. Uherskobrodsko

Skupina minerálních vod na Uherskobrodsku (minerální prameny v Luhačovicích, Rudicích, Nezdenicích, Záhorovicích, Suché Lozi, Bánově a Březové) náleží typu natrium-bikarbonátovému. Obsahují zvýšená množství jodu a bromu. Poměr Cl' : Br' je reprezentován hodnotami uvedenými v tab. 3. (Pro srovnání je v tabulce uvedena i průměrná hodnota tohoto poměru pro typické vody naftových ložisek gbelské oblasti.)

Tabulka 3

| Lokalita              | Pramen       | Cl'mg/l | Br'mg/l | Cl' : Br' |
|-----------------------|--------------|---------|---------|-----------|
| Luhačovice . . . . .  | Aloiska      | 2492,1  | 5,0     | 498,4     |
| Luhačovice . . . . .  | Elektra      | 3324,1  | 6,7     | 493,1     |
| Luhačovice . . . . .  | Ottovka      | 1757,0  | 3,5     | 502,0     |
| Luhačovice . . . . .  | Vincentka    | 1462,0  | 2,3     | 635,6     |
| Záhorovice . . . . .  | Kyselka      | 1424,5  | 2,3     | 619,3     |
| Nezdenice . . . . .   | v lomu       | 276,1   | 1,2     | 230,08    |
| Loz Suchá . . . . .   | Loza         | 637,0   | 0,9     | 707,7     |
| Bohuslavice . . . . . | Slanica      | 39,0    | 0,3     | 130,0     |
| Voda mořská . . . . . |              | 18 980  | 65      | 292       |
| Gbely . . . . .       | naftové vody |         | průměr  | 140—180   |

SO<sub>4</sub> jsou přítomny v nepatrných množstvích.

Všechny prameny této oblasti obsahují značná kvanta CO<sub>2</sub>, který tvoří hlavní plynovou součást vod. CO<sub>2</sub> je juvenilního původu, jeho vznik vysvětlujeme působením žhavotekutého magmatu na karbonáty hornin, resp. na karbonátové horniny.

Geochemická historie vod je nepříliš složitá. Hydrochemické etapy vidíme takto:

- a) vznik primární vody,
- b) vytvoření natrium-bikarbonátového charakteru průběhem procesů biogenní redukce sulfátů,
- c) příchod  $\text{CO}_2$ , zvýraznění natrium-bikarbonátového charakteru,
- d) emigrace živíc, infiltrace povrchových vod, postupný nástup oxidačního prostředí,
- e) obohacení se vod těžkými kovy rudných ložisek.

U vod byla pozorována vzestupná tendence obsahu  $\text{SO}_4^{2-}$ , t. zn., že procesy desulfatisační již nenastávají. Totéž je prokázáno absencí  $\text{H}_2\text{S}$  a pozitivním rH vod. V důsledku řečeného se domníváme, že existence ložisek živíc v užším okolí vývěru je vyloučena. Menší ložiska bylo by možno očekávat i v okolí Nezdenic (28 mg  $\text{H}_2\text{S}$ /l vody; silně redukční prostředí). V širším okolí, hlavně jihozápadně a západně Luhačovic je existence naftových ložisek pravděpodobná.

Chemické rozbor, jejich grafickou interpretaci a j. detailní údaje viz v pracích: V. Zýka, *Geochemická studie sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku*; archiv MU a VÚN, Brno 1951. I. Krystek, *Vývěriny jihovýchodní Moravy*. V. Zýka, *Hydrogeochemie minerálních vod jihovýchodní Moravy*, Brno 1954.

## 5. Oblast jižní Moravy

Prakticky jsou to území produktivních naftových a plynových polí. Tím je rovněž samozřejmý i výskyt minerálních vod naftového charakteru v celém územním celku, kterým se proto nebudeme nadále detailně zabývat. Pochopitelně vyvěrá zde řada minerálních pramenů z vývěrů umělých (vrtů), i přirozených. Jsou to typické vody naftových ložisek (a mimo to i sirovodíkové prameny prosté).

Oravská Polhora

## C. Slovensko

### 1. Severozápadní Slovensko

Více pramenů naftového charakteru vyvěrá v oblasti Oravské Polhory. Typická pro dané území je minerální voda, jejíž rozbor uvádí Hensel (1951); viz grafickou interpretaci analýsy. Voda náleží natrium-chloridovému typu, je vysoce mineralisovaná, s obsahem více než 50 g/l vody. Obsah jodu a bromu je značný, poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  rovný 295,5 (koeficient  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  pro mořskou vodu = 292,0). Nelze tedy v tomto případě pochybovat o pů-



Obr. 17.

vodu vody. Chemické složení, mineralisace a pod. v obou případech je nápadně shodná s vodami Ostravska.

Směrem k jihu byly zjištěny vody natrium-bikarbonátového typu, analogického složení a stejného původu jako vody luhačovické na Moravě. Etapy hydrochemické jsou shodné v obou případech. (Obr. 17.)

## 2. Oblast východoslovenského paleogenu (Prešovský kraj)

Minerální vody vyvěrající při severní hranici ČSR v Hrabském, Cigelce, Bardějově, Svidníku, Dubové, Smilně, Varadce, Stropkově atd., mají výrazný natrium-bikarbonátový charakter, obsahují jod a brom. Hlavní složkou těchto vod je ve většině případů  $\text{CO}_2$ , methan však bývá zastoupen ve značných kvantech. Svým způsobem pozoruhodná je voda ze Smilna, která má neporušený charakter vody naftové, rovněž plynný obsah vykazuje absolutní převahu uhlovodíkových složek (methanu).  $\text{CO}_2$  je ve vodě ve Smilně zastoupen v malém, bezvýznamném množství. To ukazuje na dokonalou izolaci zřídla od přívodových cest  $\text{CO}_2$  a nepřítomnost výměny vody s povrchem (t. j. infiltrace). Voda je silně mineralisována (20 000 mg/l).

Ostatní vody v daném území nachází se již v různém stupni metamorfosy. Primární charakter je potlačován mísením s vodami povrchovými a dále pozměňován agresivitou vod, zapříčiněnou kvanty volného  $\text{CO}_2$ . Přítomnost velkého počtu vod na poměrně malém územním celku svědčí o značně tektonicky rozrušeném terénu a o obtížích spojených s vyhledáváním ložisek živíc. Přítomnost menších ložisek živíc je vysoce pravděpodobná.

Hodnoty poměru  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  prokazují genesis vod (pro srovnání uveden poměr obou prvků u vody solných ložisek v Išli (tab. 4).

Tabulka 4

| Lokalita, pramen          | $\text{Cl}'$ | $\text{Br}'$ | $\text{Cl}' : \text{Br}'$ |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------------------|
| Smilno . . . . .          | 8191,0       | 61,5         | 116,9                     |
| Cigelka, Slovan . . . . . | 342,0        | 2,4          | 142,5                     |
| Cigla . . . . .           | 1666,0       | 5,0          | 333,0                     |
| Dubová . . . . .          | 1072,0       | 2,0          | 536,0                     |
| Bardějov . . . . .        | 741,1        | 1,6          | 463,1                     |
| Išla . . . . .            | 2638,0       | 1,1          | 2398,1                    |

Vody jsou tedy naftového původu.

Všeobecně, charakter naftových vod je nejlépe zachován v severnější části, t. j. u vod vyvěrajících podél státních hranic čs.-polských. Směrem k jihu je naftový charakter vod potlačován vodami infiltrovanými a značnými kvanty  $\text{CO}_2$  (agresivita).

Vodám Prešovského kraje je věnována rozsáhlejší studie: V. Zýka, J. Juránek, *Hydrogeochemie minerálních vod Prešovského kraje*, 1954. Práce VÚN, Praha 1956. Pro podrobnější informace odkazujeme na tuto práci.

### 3. Oblast podhalského flyše

Na východním okraji krystalických jader vyvěrají prameny v Lipovci, na západním ve Slatvině a Dúbravě. Tyto vody náleží natrium-bikarbonátovému typu, obsah jodu a bromu je významný. Poměry Cl' : Br' jsou tyto:

| Lokalita, pramen                | Cl'   | Br' | Cl' : Br' |
|---------------------------------|-------|-----|-----------|
| Lipovec, Salvátor . . . . .     | 99,3  | 0,1 | 90,2( ?)  |
| Slatvina, Anna . . . . .        | 574,1 | 1,8 | 318,9     |
| Dúbrava . . . . .               | 851,0 | 2,3 | 370,0     |
| Vody jsou tedy naftového původu |       |     |           |

Z plynných složek zastoupen v převládajícím množství CO<sub>2</sub>, uhlovodíky nejsou téměř přítomny. Obsah sulfátů a nepřítomnost H<sub>2</sub>S svědčí o ukončení procesů desulfatisačních, t. j. o oxydačním prostředí vod. Přítomnost ložisek živců není pravděpodobná. Směrem na západ přechází tyto vody do vod kalcium-bikarbonátového typu. Vývěry těchto vod nacházejí se v Sivé Bradě, Baldovcích a pod. Kalcium-bikarbonátový typ neexistuje v naftových oblastech. Avšak jak ukazují grafy, vody obsahují značná kvanta chloridů a sulfátů Na' a K'; v ojedinělém případě jsou též přítomny bikarbonáty alkálií (hlavně Na'). Jak ukázal detailní průzkum, jsou tyto vody směsí dvou vod: natrium-bikarbonátového charakteru (naftových ložisek) a kalcium-sulfátového charakteru (ložisek sádrovce, anhydritu a pod.). Smíšením obou typů vod dochází ke změně chemického složení podle rovnice:



Při výstupu vody na povrch uniká CO<sub>2</sub> a CaCO<sub>3</sub> vypadává z roztoku. Tím vzniká sintrová (travertinová) uloženina typu Sivé Brady. Z plynných složek je zastoupen CO<sub>2</sub>; uhlovodíky v bezvýznamném množství, nebo nepřítomny. Sirovodík svědčí o stále probíhajících desulfatisačních procesech. Existence ložisek živců není však pravděpodobná.

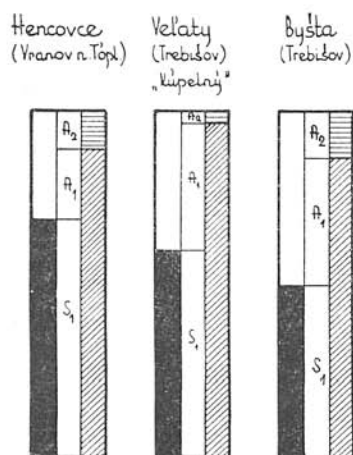
Směrem k severozápadu zona těchto vod pokračuje. Typickými představiteli této zony jsou vody v Červeném Kláštore, Vyšných Ružbachách atp. Přítomnost ložisek živců v této části flyše je nepravděpodobná.

Chemické rozbory, grafická interpretace analys a detailní genetické úvahy viz v práci: V. Zýka, J. Juránek, *Hydrochemie minerálních vod severozápadní části Prešovského kraje*. Práce VÚN, Praha 1956.

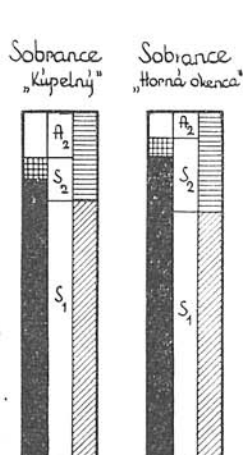
#### 4. Oblast východně Slánských vrchů

Oblast je vyznačena pruhem minerálních vod při východní hranici vrchů Slánských. Jsou to minerální vody v Byště, Velátech, Kuzmicích a Hencovicích. Vody jsou výrazného, natrium-bikarbonátového charakteru. Ve vodách je přítomen  $\text{CO}_2$  někdy ve značném množství. Přesto chemické složení ukazuje na zachovalý hydrochemický charakter vod naftových ložisek. (Obr. 18.)

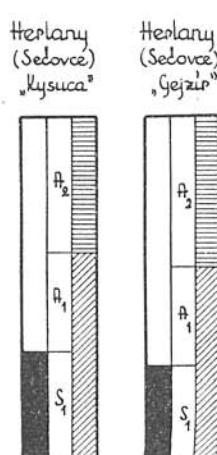
Minerální vody vyvěrají rovněž na jihozápadní straně Vihorlatu. Jsou to především prameny v Sobrancech. Tyto vody jsou natrium-chloridového charakteru; karbonáty a bikarbonáty  $\text{Na}^+$  zcela chybí. Geneticky nelze je však řadit k vodám naftovým. (Ve vodách zastoupeny následující složky:



Obr. 18.



Obr. 19.



Obr. 20.

$\text{NaCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ .) Patrně jde o vody solného původu.

O oblasti mezi oběma zónami vod nelze činit přesnější závěry pro nedostatek hydrochemického materiálu. S ohledem na naftonosnost se domníváme, že tato oblast je jednou z nejslibnějších. Nedostatečný počet vývěrů svědčí o poměrně neporušenosti území. (Obr. 19.)

#### 5. Oblast západně Slánských vrchů

Minerální prameny v Herlanech náleží natrium-bikarbonátovému typu, obsahují  $\text{J}'$  a  $\text{Br}'$ , jsou značně pozměněny vodou infiltrovanou a agresivní činností způsobenou kvanty  $\text{CO}_2$ . Přesto naftový původ je patrný. O možné naftonosnosti nelze činit přesnější závěry, neboť ojedinělá lokalita jejíž

hydrochemické poměry jsou známy, není příliš spolehlivým kritériem. V každém případě však existence těchto pramenů je svědectvím někdejší (i když již ne dnešní) nafto-plynosnosti území. (Obr. 20.)

## 6. Neogen jižně Košic

Chybí hydrochemičtí ukazatelé. Naftonosnost možná.

## 7. Jihovýchodní Slovensko

### a) Oblast Šafárikovo—Filakovo:

V územním celku jsou význačné vody v okolí lázní Číz. Vody vyvěrající přímo v lázních jsou naftového původu. Voda pramene Hygiea má výrazný natrium-chloridový charakter, značný obsah jodu a bromu.  $\text{CO}_2$  je zastoupen v bezvýznamném množství. Jižně Čízu byla navrtána voda přibližně stejného chemického složení, silněji mineralisovaná, s dosti význačným obsahem sulfátů. Chemické složení těchto vod je svědectvím oxidačního prostředí vod, t. zn., ložiska živců nelze zde předpokládat. Značný obsah jodu a bromu a poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  je významným genetickým ukazatelem:

|                              | $\text{J}' \text{ mg/l}$ | $\text{Br}' \text{ mg/l}$ | $\text{Cl}' : \text{Br}'$ |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Číz, pramen Hygiea . . . . . | 58,8                     | 71,4                      | 103,5                     |
| Číz, vrtba 1. . . . .        | 27,5                     | 21,0                      | 322,5                     |
| Číz, vrtba 2. . . . .        | 57,6                     | 67,7                      | 173,8                     |

Nedaleko lázní Čízu byla navrtána vysoce mineralisovaná voda, natrium-bikarbonátového charakteru, bohatá volným  $\text{CO}_2$ , se značným obsahem  $\text{J}'$  a  $\text{Br}'$ . Tato voda je nesporně živičnatého charakteru; prostředí vody je redukční.<sup>1</sup> Oblast kolem Čízu je patrně s hlediska naftového průzkumu zcela bezcenná.

## 8. Oblast Lučenec—Levice

Minerální vody v Kalinově, Lučenci, Muli mají natrium-bikarbonátový charakter zachován; jsou však značně pozměněny vodami infiltrovanými a agresivní činností způsobenou  $\text{CO}_2$ .

<sup>1</sup> Tato voda je důkazem dokonalé izolovanosti zřídla od povrchu, ne však od přívodových cest  $\text{CO}_2$ . Postupem doby se charakter vody silně změnil (potlačení vodou infiltrovanou); nyní má voda charakter kalcium-bikarbonátový.

|                    | Cl' : Br' |
|--------------------|-----------|
| Lučenec . . . . .  | 253,8     |
| Kalinovo . . . . . | 310,8     |
| Muľa . . . . .     | 157,6     |

| Lokalita               | Cl' : Br' |
|------------------------|-----------|
| Santovka . . . . .     | 404,8     |
| Malinovec I . . . . .  | 708,8     |
| Malinovec II . . . . . | 609,6     |
| Dudince I . . . . .    | 403,5     |
| Dudince II . . . . .   | 628,0     |

Obsah jodu je pochopitelně rovněž významně zvýšený.

Pro podrobnější informace odkazují na práci: V. Z ý k a, *Hydrogeochemická studie minerálních vod v oblasti Šafárikovo—Lučenec—Levice*, Geologické zprávy, Bratislava 1955.

Směrem k Levicím přechází tato zona (natrium-bikarbonátová) v zonu kalcium-bikarbonátových vod. Vývěry těchto vod jsou vázány na pruh neogenních sedimentů podél mladotřetihorních eruptiv. Genese těchto vod je analogická vodám Sivé Brady, Baldovců, Ružbachů a Červeného Kláštoru. V principu se jedná opět o směsné vody vznikající smíšením vod natrium-bikarbonátového typu (naftových) a kalcium-sulfátového typu (ložisek, resp. uloženin sádrovce atp.). Průvodní zjevy při dosažení povrchu země vodami jsou analogické zjevům pozorovaným a popsáným v oblasti Podhalského flyše: srážení  $\text{Ca CO}_3$ , tvorba travertinových usazenin a kup. Některé vody jsou pozoruhodné svojí zvýšenou teplotou. Všechny vody bez výjimky obsahují volný  $\text{CO}_2$ . Uhlovodíky nebyly v plynovém obsahu vod zjištěny. Přítomnost ložisek živíc lze v tomto území téměř s určitostí vyloučiti. Oblast Lučenec—Levice je odeznělou oblastí někdejší naftonosnosti. Menší ložiska živíc bylo by snad možno očekávat v oblasti Kalinovo—Lučenec—Muľa, resp. v těsně přiléhajícím území dále na východ.

Genese vod západně linie Lučenec—Muľa je neobyčejně zajímavá. Jednotlivé etapy hydrochemických přeměn rozlišují takto:

- vznik vody složením blízké vodě mořské,
- vytvoření natrium-bikarbonátového charakteru, procesy biogenní redukce sulfátů v přítomnosti živíc,
- příchod vody kalcium-sulfátového typu,
- změny chemického složení; vznik vody kalcium-bikarbonátového typu, značně mineralisované,

- e) příchod  $\text{CO}_2$ ,
- f) příchod vody juvenilní a řady chemických prvků pro tyto vody typických,
- g) migrace živíc z okolí vod,
- h) infiltraci vod povrchových.

Je samozřejmé, že posloupnost těchto etap nelze přesně rozhodnouti.

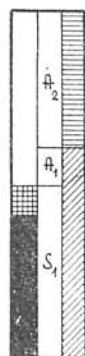
Komplikovaná geochemická historie svědčí ve prospěch názoru o dnes neproduktivním (kdysi snad bohatě naftonosném) území.

Vzdor složité geochemické historii, poměr  $\text{Cl}' : \text{Br}'$  je u všech těchto vod vždy  $< 1000$ , což je potvrzením existence výše uvedených procesů přeměn chemického složení.

## 9. Jižní Slovensko

Sirovodíkový pramen prostý vyvěrá ve Sv. Juru (severně Bratislavy). Jinak na jižním Slovensku (oblast Bratislava—Trnava—Nitra—N. Zámky—Komárno) chybí hydrochemičtí ukazatelé naftonosnosti. S hydrochemického hlediska přesnější závěry nejsou možné. (Obr. 21.)

Sv. Jur  
(Bratislava)



## 10. Jihozápadní Slovensko

Oblast produktivních naftových polí. Přirozené vývěry naftových vod jsou známy v oblasti Gbel, Smrdáků, Senice atd. Jsou to vody natrium-bikarbonátového charakteru, bohaté jodem a bromem. Z plynných součástí převládají většinou uhlovodíky (methan).

## D. Sirovodíkové prameny prosté

Obr. 21. Až dosud pojednávala tato zpráva pouze o vývěrech minerálních vod s poměrně dobře zachovalými rysy vod naftových ložisek. Mezi charakteristické znaky naftových vod patří, jak vyplývá z předchozího:

- a) zvýšená mineralisace, t. j. zvýšený obsah rozpustných anorganických látek,
- b) charakteristické složení vod a příslušnost vod k natrium-bikarbonátovému typu, t. j. ve složení vod převládají chloridy a bikarbonáty  $\text{Na}^+$ ,
- c) absence  $\text{SO}_4^{2-}$  a přítomnost  $\text{H}_2\text{S}$ ,
- d) zvýšený obsah  $\text{J}'$  a  $\text{Br}'$ ,
- e) genetický koeficient  $\text{Cl}' : \text{Br} < 1000$ .

Tyto typické vývěry jsou v přiložené mapě označeny výraznými černými body.

Mimo to vyvěrá na našem území celá řada t. zv. sirovodíkových vod prostých, t. j. vod vyznačujících se:

- a) přítomností volného  $H_2S$  (někdy ve značném množství),
- b) nízkou mineralisací (obsah rozpuštěných anorganických látek jen zřídka převyšuje 1000 mg/l),
- c) různým charakterem hydrochemickým.

Obsah volného  $H_2S$  je pochopitelně společnou vlastností všech těchto vod. Chemickým charakterem liší se tyto vody značně: některé náleží natrium-bikarbonátovému typu (nízké mineralisace), většina však typu kalcium-bikarbonátovému (se značným obsahem  $SO_4$ ), nebo dokonce kalcium-sulfátovému a v ojedinělých případech i natrium-sulfátovému.

Hydrochemický typ vody je zřejmě závislý na lokálních podmínkách geologických a geochemických. I když genese vod není do všech detailů jasná, je nepochybné, že vývěry jsou vázány téměř výhradně na sedimentární útvary vyznačující se (ať již produktivní, či neproduktivní) naftoplynonosností (srovnej mapu rozšíření vod).

Prozkoumáním chemického složení kteréhokoliv jednotlivého pramene nelze dojít k přesnějším genetickým závěrům. Zkoumáme-li však chemické složení a grafické zobrazení analys celé řady vod tohoto druhu, vyvěrajících v jedné ohraničené geologické formaci, pozorujeme ve složení vod jisté rysy, které umožňují spolehlivé rozřešení jejich genese.

Detailní studium sirovodíkových pramenů v kraji Gottwaldov ukázalo, že všechny sirovodíkové prameny, ať již jsou jakéhokoliv hydrochemického charakteru, jsou podmíněny přítomností bitumenů v sedimentárních horninách. Nelze však vyloučit dvě základní možnosti:

a) v některých případech, kalcium-bikarbonátový typ sirovodíkových vod vzniká mísením se dvou složek:

1. vody natrium-bikarbonátového typu (naftových ložisek),
2. vody kalcium-sulfátového typu.

Voda natrium-bikarbonátového typu ovšem tvoří jen zcela malou část výsledné vody. Oba typy vod jsou nízkého stupně mineralisace, stejně tak i výsledný typ. Nositelem redukčního prostředí je voda natrium-bikarbonátová, přicházející ze spodnějších částí sedimentárního souvrství. Nepatrný podíl naftových vod není zapříčiněn těsností tektonických poruch, nýbrž vyčerpaností matečného zřídla vod. Biogenní redukce  $SO_4$  pokračuje po smíšení. Není vyloučeno, že sirovodíkové prameny uvedeného typu představují v určitých geologických a geochemických podmínkách jednu z konečných fází existence naftových vod.

b) Jinou možností je redukce  $SO_4$  ve vodách kalcium-bikarbonátového

a kalcium-sulfátového typu působením nenasycených uhlovodíků migrujících z „ložiska“ k povrchu. Pravděpodobně jsou platné obě možnosti, neboť kdyby se jednalo o redukci  $\text{SO}_4^{2-}$  ve vodách povrchového původu, charakter všech vod by byl stejný, nebo jen málo odlišný. Výsledky hydrochemického průzkumu však ukázaly opak.

Možnost čisté chemického (anorganického) vzniku  $\text{H}_2\text{S}$  (na př. rozkladem kyzy atp.) uváděnou některými autory odmítám vůbec.<sup>1</sup>

Sirovodíkové prameny prosté vytváří svérázné hydrochemické zony. Hranici mezi vodami se zachovanými rysy vod naftových ložisek a  $\text{H}_2\text{S}$  — prameny prostými — nelze odlišiti. Početně převládají sirovodíkové prameny prosté, které se vyskytují i v územích vod typicky naftového charakteru (na př. v oblasti rozšíření uherskobrodských kyselek vyskytuje se několik sirovodíkových pramenů, zdánlivě nemajících žádné geochemické a genetické spojitosti s prvními).

Prozkoumáme-li zony rozšíření sirovodíkových vod prostých v ČSR vidíme, že se vyskytují pouze na Moravě a na Slovensku, v Čechách jsou prameny tohoto druhu prakticky neznámé.

Zona těchto vod rozkládá se na Moravě východně linie (přibližně) Znojmo—Brno—Olomouc—Ostrava. V západní části Moravy nejsou známy žádné sirovodíkové prameny, až na oblast V. Losiny—Bludov. Avšak i tyto vody, z nichž většina náleží natrium-bikarbonátovému typu považujeme za vody stejného charakteru jako všechny ostatní na Moravě a na Slovensku. Na Moravě vyvěrají sirovodíkové prameny v celé řadě lokalit: Selce, Bedihošť, Slatinice, Tučapy, Vřesovice, Skalka, Pornice, Slavkov, Čejč, Čeložnice, Buchlovice, Ostr. Nová Ves, Petrov, Hodonín, Strání, Květné, Hluk, Luhačovice, Prádlisko, Velký Ořechov, Březnice, Bohuslavice, Velechovice, Vizovice, Kostelec, Nový Hrozenkov, Věřovice, Hodslavice, Rybí, Brušperk, Kokošice atd. Výskyty  $\text{H}_2\text{S}$ -vod prostých pokračují dále na severozápadním Slovensku, v okolí Turzovky, Oravské Polhory atd.

Velmi značného rozšíření nabývají však na severovýchodním Slovensku (v Prešovském kraji), kde je zjištěna řada vývěrů sirovodíkových vod uvedeného typu.

Srovnáme-li zony rozšíření těchto vod na Moravě a na Slovensku, vidíme, že jsou vázány výhradně na oblasti vývoje sedimentárních hornin vyznačující se nafto-(plyno)-nosností, která byla prokázána buď přímým zjištěním přirozených nebo umělých výronů plynu, vývěrů nafty a pod., nebo

<sup>1</sup> Podle posledních našich zjištění sulfáty redukující bakterie se z naftového ložiska dostávají až do některých pramenů obyčejných vod. Dno studánek bývá pokryto purpurové červenou vrstvou kolonií těchto anaerobních bakterií (Podhradí u Luhačovic). Biogenní redukce v takových případech je velmi intenzivní. Takový je patrně vznik sirovodíku ve všech sirovodíkových pramenech prostých.

v oblastech postrádajících dosud detailního geologického průzkumu, avšak typickými přirozenými vývěry příznačných vod naftového charakteru. Zony rozšíření těchto vod jsou v mapce vyznačeny šikmým šrafováním. Současné jsou tím vymezeny i zony možné naftonosti (plynonosti) na základě těchto hydrochemických ukazatelů.

V závěru docházíme tedy k následujícím zjištěním:

a) Vývěry vod se zachovanými rysy vod naftových ložisek jsou na území ČSR značně rozšířeny;

b) původní charakter je však ve většině případů porušen příchodem  $\text{CO}_2$  postvulkanického původu, zředěním vodami infiltrovanými, smísením se s vodami jiného charakteru a pod.;

c) rozšíření sirovodíkových vod prostých dokresluje dobře obraz o provinciích možné naftonosti jednotlivých oblastí ČSR, ať již se jedná o naftonost produktivní, či nikoliv;

d) početné vývěry a značné plošné rozšíření příznačných vod je svědectvím někdejší bohaté naftonosti našich oblastí;

e) současně však se ukazují neobyčejně složité podmínky tektonické a tím i značné obtíže spojené s vyhledáváním ložisek;

f) podle hydrochemických ukazatelů za nejnadějnější oblast možno označiti paleogen a neogen východního Slovenska (kraj Košice—Prešov);

g) pravděpodobnost existence větších ložisek živců v oblasti rozvoje české křídly je nepravděpodobná. Totéž platí i pro beskydský a subbeskydský paleogen a ostravský miocén;

h) nelze činiti přesnějších závěrů o naftonosti jižního Slovenska (oblast Bratislava—Trnava—Nitra—Nové Zámky—Komárno), neboť zde hydrochemičtí ukazatelé chybí;

i) v oblasti Lučenec—Levice přítomnost živců se zdá vyloučena. Jen málo slibnější je území při linii Kalinovo—Lučenec—Muľa. Stejně lze hodnotit i území mezi Lučencem a Šafárikovem;

j) neobyčejné rozšíření naftových vod (a sirovodíkových vod prostých) na území ČSR svědčí o nich jako o významných činitelích geochemických.

*Katedra geologie přírodovědecké fakulty  
Masarykovy university, Brno*

ВАЦЛАВ ЗИКА

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ НЕФТЕНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЧЕХОСЛОВАЦКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Рис. 16—21 в тексте, приложение 2)

Чехословацкая республика необычайно богата минеральными источниками. В частности очень распространены естественные выходы вод, сохранивших черты вод нефтяных месторождений. На карте эти воды отмечены сплошными кружками. Характер

вод бывает по большей части изменен инфильтрационной водой, углекислотой пост-вулканического происхождения или смешением с минерализованными водами иного гидрохимического характера.

Воды отличаются высокой степенью минерализации, значительным содержанием хлоридов и гидрокарбонатов щелочей, наличием большого количества иода и брома. Кроме этих вод на территории Моравии и Словакии вытекает несколько десятков так называемых простых сероводородных источников; их воды отличаются низкой степенью минерализации и неоднородным гидрохимическим характером. Общее у всех этих вод то, что они содержат свободный  $H_2S$ , иногда в значительных количествах. На карте распространение этих вод отмечено штриховкой.

Оценивая с картографической точки зрения данные химических анализов, мы констатируем, что на территории Чехословацкой республики воды обоих выделенных видов связаны с осадочными толщами являющимися нефтеносными (продуктивными или непродуктивными). Распространение этих вод дает возможность точнее выявить провинции, в которые входят отдельные области Чехословацкой республики, могущие быть нефтеносными; оно показывает в то же время, что тектонические условия необычайно сложны, и что при разведке месторождений встретятся большие трудности.

На основании гидрохимических коэффициентов был сделан прогноз нефтеносности территории Чехословацкой республики.

Перевод со словацкого В. Андрусовой.

*Кафедра геологии фак. естеств. наук  
университета им. Масарика, Брно*

Объяснение изображений 16—21 в тексте и приложения 2

Рис. 16—21. Графическое изображение химического состава минеральных вод.

- Прил. 2. 1 — Источники минеральных вод, сохранившие характер нефтяных вод.  
2 — Зоны распространения сероводородных источников различного гидрохимического характера (провинции возможной нефтеносности).

VÁCLAV ZÝKA

## HYDROGEOCHEMISCHE PROGNOSE DES ERDÖLREICHTUMS DER ČSR

*(Abb. 16—21 im Texte, Beilage 2)*

Die ČSR ist ein an Mineralquellen ungewöhnlich reiches Land. Sehr verbreitet sind besonders die natürlichen Sprudelwässer mit erhaltenen Charakterzügen der Wässer der Erdöllagerstätten. Diese Wässer wurden mit runden Scheiben auf der Karte eingetragen. Der Charakter der Wässer ist zumeist durch Infiltrierwässer gestört, durch Kohlensäure postvulkanischen Ursprungs, resp. durch Vermischung mit mineralisierten Wässern eines anderen hydrochemischen Charakters.

Die Wässer weisen einen hohen Mineralisationsgrad auf, ferner einen ziemlich hohen Betrag an Alkalichloriden und -bikarbonaten und einen hohen Betrag an Jod und Brom. Außerdem entspringt auf dem Gebiete Mährens und der Slowakei eine Anzahl sog. gewöhnlicher Schwefelwasserstoffwässer, welche eine niedrige Mineralisation aufweisen und verschiedenen hydrochemischen Charakter haben. Eine gemeinsame Eigenschaft aller dieser Wässer ist der Gehalt an freiem  $H_2S$ , dessen Menge oft bedeutend

ist. Die Verbreitung der Wässer dieser Art wurde auf der Karte durch Schraffierung veranschaulicht.

Bei der kartographischen Verwertung des Zahlenmaterials der chemischen Analysen kann man feststellen, daß die Wässer beider oben angeführter Arten auf dem Gebiete der ČSR an sedimentäre Gebilde gebunden sind und produktiv oder auch unproduktiv erdölführend sind. Das Bild über die Verbreitung dieser Wässer wird ergänzt durch die Veranschaulichung der Provinzen möglicher Erdölführung in den einzelnen Regionen der ČSR, gleichzeitig aber wurden dadurch die außergewöhnlich komplizierten tektonischen Bedingungen und die bedeutenden Schwierigkeiten beim Aufsuchen der Lagerstätten an den Tag gelegt.

Die hydrochemischen Wegweiser wurden zur Prognose des Erdölreichtums der ČSR verwendet.

Übersetzt von V. D l a b a č o v á.

*Kathedr der Geologie  
der naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Masaryk Universität, Brünn*

#### Erläuterungen zu den Abb. 16—21 und der Beilage 2

Abb. 16—21. Graphische Darstellung der chem. Zusammensetzung der Mineralwässer.

Beilage 1. Karte der Čs. Republik. Bezeichnung: 1. Die Mineralwasserquellen mit erhaltenen Merkmalen des Ollagerstättenraumes, 2. Zonen der Vertretung der Schwefelwasserstoffquellen von verschiedenem hydrochemischem Charakter.

# ČESKOSLOVENSKÁ REPUBLIKA.

