

VÁCLAV ZÝKA

HYDROGEOCHEMIE A GENESE SIROVODÍKOVÝCH PRAMENŮ NA GOTTWALDOVSKU

(Obr. 26—34 v texte, ruské a nemecké resumé)

Východní část Moravy je významnou, z geologického a geochemického hlediska neobyčejně zajímavou oblastí výskytu značného počtu minerálních vod, převážně sirovodíkových. Tyto vody jsou omezeny (na Moravě) hlavně na sedimenty staro- a mladotřetihorní. Západní část Moravy (západně linie Znojmo—Sokolnice—Prostějov—Val. Meziříčí—Ostrava—Bohumín) je prostá vývěrů sirovodíkových vod.

D u b e n (1940, 1941) uvádí v karpatské části Moravy 40 míst vývěru sirovodíkových vod. Tento odhad odpovídá poměrně dobře skutečnosti. Pro charakteristický zápach a chuť klasifikuje lid vody velmi přiléhavě (Smradavka, Záprtkovice, Sirkovice, Slanice atd.; na Slovensku od výskytu sirovodíkových vod byl odvozen i název obce Smrdáky a pod.).

Je zcela pochopitelné, že výskyt tak značného množství minerálních vod stejného nebo přibližně stejného charakteru vzbudil značný zájem vědeckých pracovníků, především geologů, na vysvětlení jejich vzniku byla vypracována řada více či méně odůvodněných teorií. Pro zajímavost a ilustraci některých krajních názorů uvádím tento přehled literatury:

S u e s s konstruoval na základě sirných pramenů domněle termálních tak zvanou „vídeňskou čáru termální“, kterou prodloužil až na Moravu (Napajedla). K n e t t (1901) Suessovu teorii rozšířil a hlavní zlomovou čáru doplnil poruchovými liniemi vedlejšími. Původ sirovodíku viděl v solfatarických exhalacích. S c h u b e r t (1915) vysvětluje vznik sirovodíku působením uhlovodíků (methanu) na sirníky. Solný obsah vod, odvozuje ze solných jílů. K l v a ň a (1891) uveřejnil názor jen poněkud odlišný. Sirovodík vzniká podle jeho domněnky redukcí sulfátů v přítomnosti organických látek. S c h n a b e l (1938) zastával stejný názor jako Schubert. Z a p l e t a l (1930, 1932) řadí

sirovodíkové prameny k vodám naftových ložisek (... kde jsou sirovodíkové a jodové prameny, je nafta a plyn.). H y n i e a Z o u b e k (1949) vysvětlují vznik sirovodíku v minerálních vodách flyšového pásma rozkladem kyzů. Jako druhou možnost uvádějí redukční působení organických látek na sírany. Obsah minerálních látek odvozují od příslušných sedimentů.

Z tohoto stručného přehledu je vidět, že v principu jde o různé variace tří základních názorů na vznik minerálních vod:

- a) postvulkanického,
- b) vadosního (vadosní vody vyluhují rozpustné soli z hornin, sirovodík vzniká chemickými pochody atd.),
- c) fosilního (vody geneticky souvisejí s vodami naftových ložisek).

Na rozřešení sporných otázek provedl jsem v r. 1950—1951 podrobný průzkum sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku, který jsem v následujících letech (1951—1954) rozšířil na celou Moravu. O výsledku první etapy hydrochemického průzkumu podávám zde zprávu.

I. Chemické složení minerálních vod

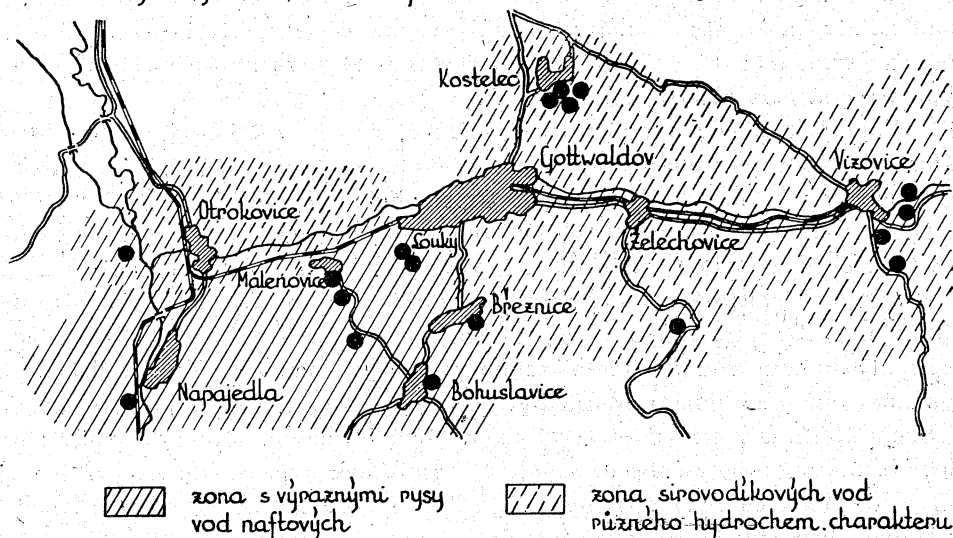
Závažným nedostatkem předchozích pracovníků je nedialektická pracovní methodika. Diskutovalo se o pozoruhodném, plošně značně rozšířeném jevu, aniž by byly brány v úvahu základní vlastnosti vod, jejich chemické složení atp. Proto v první fázi průzkumu v r. 1950—1951 jsem provedl chemické a spektrální rozborů vod, též rozborů sintrů a sedimentů. Současně průběhem hydrologického období 1951 se měřila teplota vod a sledovala její závislost na teplotě vzduchu. Ve druhé fázi, t. j. v průběhu r. 1953, byly znovu provedeny chemické rozborů vod a současně měřeny i jejich vlastnosti fyzikální, především pH a rH. Porovnáním chemických rozborů z r. 1950 a 1953 se zjistilo, že celková mineralisace (t. j. celkový obsah minerálních látek ve vodách) se sice poněkud mění v různých ročních obdobích, avšak základní charakter vod zůstává nezměněn.

Chemické rozborů byly provedeny u vody v Otrokovicích, Napajedlích, Malenovicích (3 prameny), Loukách (2 prameny), Březnici, Bohuslavicích, Želechovicích, Kostelci (4 prameny) a Vizovicích (4 prameny).

Pro přesné geochemické klasifikace nestačí pouhý chemický rozbor. K účelům srovnávacím, mapovacím a pod. nutně potřebujeme vyjádřit chemické složení vod jednoduchým grafem (diagramem). Pro tento účel použil jsem systému P a l m e r o v a (1911), používaného ke klasifikaci vod naftových oblastí. Principy tohoto systému nepopisují, byly podrobně popsány již dříve (Z ý k a, 1954). Diagramy sestávají ze tří sloupců. V levém krajním sloupci jsou uvedeny anionty (Cl' , SO_4'' , HCO_3'), v pravém kationty ($\text{Na} + \text{K}$

a $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) v mval ‰. Střední sloupec udává t. zv. Palmerovy charakteristiky, t. j. první salinitu (S_1), kterou reprezentují chloridy a sulfáty alkálií, druhou salinitu, S_2 (chloridy a sulfáty kovů alkal. zemin), první alkalinitu, A_1 (karbonáty a bikarbonáty alkálií) a konečně druhou alkalinitu, A_2 (karbonáty a bikarbonáty kovů alkalických zemin). Číselný index značí celkovou mineralisaci vody (odparek mg/l, 180 °C, 2 hod).

Hydrogeochemická mapa minerálních vod na Gottwaldovsku.



Obr. 26.

Chemickými rozbory a grafickým zpracováním číselného materiálu jsem zjistil ve studovaném územním celku 2 typy minerálních vod:

- vody natrium-bikarbonátového charakteru (s převládající první alkaliinitou, A_1 , t. j. karbonáty a bikarbonáty alkálií);
- vody kalcium-bikarbonátového charakteru (s převládající druhou alkaliinitou, A_2 , t. j. karbonáty a bikarbonáty kovů alkalických zemin).

Společnou vlastností obou skupin vod je obsah volného sirovodíku (někdy ve velmi značném množství).

Vody první skupiny, jak již název udává, vyznačují se značným obsahem karbonátů a bikarbonátů Na^+ a K^+ . Ve značném množství jsou přítomny též chloridy alkálií. Konečně v množstvích poměrně nevýznamných jsou zastoupeny karbonáty a bikarbonáty kovů alkalických zemin. Sulfáty jsou zastoupeny v množstvích bezvýznamných, nebo zcela chybí. To je významnou vlastností

vod této skupiny. Dalším důležitým rysem těchto vod je přítomnost relativně značných množství jodu a bromu. Volný kyslíčník uhlíčitý je přítomen, avšak jeho obsah není velký. Ke skupině vod natrium-bikarbonátového typu náleží vody v Napajedlích, Malenovicích (pramen 5, 6, 7), Loukách (pramen 8, 9), Bohuslavicích, Kostelci (pramen 4) a Vizovicích (pramen 1, 2).

Ke druhé skupině vod, t. j. k vodám kalcium-bikarbonátového typu náleží voda v Otrokovicích, Březnici, Želechovicích, Kostelci (pramen 1, 2, 3) a Vizovicích (pramen 3, 4). Ve složení těchto vod dominující postavení zaujímají karbonáty a bikarbonáty kovů alkalických zemin. Další místo obvykle zaujímají sulfáty Ca^{++} a Mg^{++} , sulfáty Na^{+} a K^{+} a konečně chloridy Na^{+} a K^{+} . Obsah jodu a bromu nebyl stanoven. Tyto prvky jsou zastoupeny ve vodách tohoto typu v nepatrném (stopovém) množství.

Sledujeme-li celkovou mineralisaci, vidíme, že nejvyšší obsah minerálních látek mají vody natrium-bikarbonátového typu (až 4429,6 mg/l); mineralisace vod kalcium-bikarbonátových jen zřídka přesahuje 1000 mg/l.

Dva základní typy minerálních vod odpovídají v dané oblasti dvěma hydrogeochemickým zonám (provinciím). Plošný rozsah obou zon je dobře patrný z příslušné přehledné mapky. Prameny v Kostelci (pramen 4) a Vizovicích (pramen 1, 2) byly však pro svoji nízkou mineralisaci a zvýšený obsah SO_4^{--} zahrnuty do zony vod kalcium-bikarbonátových. Pramen v Bohuslavicích náleží typu natrium-bikarbonátového a byl pojat do příslušné hydrochemické zony.

Spektrální analýsa nepřinesla významnějších poznatků. Minerální vody studované oblasti jsou všeobecně chudé těžkými kovy a vzácnými prvky. V některých případech byly zjištěny stopy Cu ve vodách. Ve sklepení pramene v Napajedlích byly na pískovci budujícím štolu zjištěny jehličkovité, bezbarvé krystalky. Spektrálním rozбором dokázána (mimo jiných) přítomnost prvků: Cu, Pb, Zn, Sn, Mn a Ti. Tyto prvky však nebyly zjištěny ve vodě sirovodíkového pramene, pochází pravděpodobně z okolních hornin. Stopy Sn byly zjištěny v sintru pramene Kaplička v Kostelci u Gottwaldova a v sedimentu pramene 7 v Malenovicích (Pod lipami). Sn je pravděpodobně složkou sedimentárních hornin. Jinak spektrální rozborů nepřinesly zajímavějších zjištění.

Chemické analýsy minerálních vod jsou uvedeny v příslušných tabulkách; taktéž grafická interpretace chemických rozborů. Výsledky spektrální analýsy udává tabulka 1.

II. Původ minerálních vod

Minerální vody vyvěrající v Napajedlích, Malenovicích, Loukách a Bohuslavicích se vyznačují:

- a) výrazným natrium-bikarbonátovým charakterem,
- b) značně zvýšeným obsahem chloridů proti normálním vodám,
- c) zvýšenou mineralisací,

T a b u l k a 1

Zjištěné prvky

Lokalita	Vzorek	Na	K	Li	Ca	Mg	Si	Ba	Sr	B	Fe	Al	Cu	Mn	Zn	Pb	Ti	Sn
Napajedla, odparek		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Napajedla, krystalky na pískovci			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Otrokovice, odparek		+	+		+	+	+		+	+	+			+				
Otrokovice, sediment (FeS)			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Malenovice 5, odparek		+			+	+	+	+	+	+	+			+				
Malenovice 6, odparek		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
Malenovice 7, odparek		+			+	+	+	+	+		+	+		+				
Malenovice 7, sediment (FeS)			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
Malenovice 7, sediment skruže			+		+	+	+		+	+	+	+	+	+				+
Louky 8, odparek		+		+	+	+	+		+	+	+		+	+				
Louky 8, sraženina $\text{Fe}(\text{OH})_3$			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Louky 9, odparek		+			+	+	+		+	+				+				
Louky 9, sediment (FeS)			+		+	+	+		+	+	+	+		+				
Kostelec 1+2, odparek		+			+	+	+		+	+	+			+				
Kostelec 3+4, odparek		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Kostelec, sintr pramene „Kaplička“					+	+	+	+			+			+				
Březnice, odparek		+			+	+	+	+	+		+							
Želechovice, odparek		+			+	+	+	+	+		+			+				
Bohuslavice, odparek		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
Vizovice 1+2, odparek		+			+	+	+	+	+	+	+	+						
Vizovice 3+4, odparek		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+						

- d) vysokým obsahem jodu a bromu,
- e) absencí (prakticky) sulfátů,
- f) přítomností sirovodíku.

Všechny tyto rysy jsou typické pro vody naftových ložisek. Vody natrium-bikarbonátového typu mohou se sice vyskytovat i ve zcela nenaftových oblastech, avšak přítomnost vod s výše uvedenými rysy, vezmeme-li ještě v úvahu jejich plošné rozšíření, je mimo naftonosná sedimentární souvrství vyloučena. Biogenní redukce SO_4^{2-} v roztoku je jevem typickým pro naftové oblasti.

Důležitým genetickým ukazatelem je koeficient $\text{Cl}' : \text{Br}'$. Je-li poměr těchto prvků >1000 , náleží voda k natrium-chloridové skupině vod solných ložisek. Vody naftové mají poměr obou prvků vždy <1000 . Typické naftové vody neporušené infiltrací mají dokonce poměr $\text{Cl}' : \text{Br}'$ nižší než mořská voda, t. j. 292 (Sulín, 1946). Tabulka 2 udává poměry pro vody natrium-bikarbonátové skupiny.

Tabulka 2

Lokalita (pramen)	$\text{Cl}'/\text{mg/l}$	$\text{Br}'/\text{mg/l}$	$\text{Cl}' : \text{Br}'$
Napajedla	1283,6	4,1	313
Malenovice 6	489,3	1,6	305
Malenovice 5	429,1	3,0	143
Louky 8	361,7	1,3	277
Louky 9	237,6	0,7	339

Z tabulky vidíme, že číselné hodnoty poměru těchto prvků jsou značně nízké; koeficient $\text{Cl}' : \text{Br}'$ svědčí tedy rovněž ve prospěch názoru o naftovém původu vod.

Dalším ukazatelem je koeficient $\text{SO}_4^{2-} : \text{Cl}'$, který je ukazatelem prošlých procesů desulfatisačních. (Tab. 3.)

Tabulka, ukazující sulfátovost jednotlivých vod studované oblasti ukazuje, že vody s nejjachovalejšími rysy vod naftových mají nejnížší hodnoty poměru $\text{SO}_4^{2-} : \text{Cl}'$.

Malý obsah sulfátů a značný obsah volného H_2S je důkazem stále probíhajících procesů desulfatisace vod a jejich redukčního prostředí, které je typické pro vody naftové. Tabulka 4 udává pH a rH (redox-potenciál) minerálních vod studovaného území. Měření byla provedena Ing. Juránkem a autorem v r. 1953.

V závěru pozorujeme, že kromě již v předchozím uvedených charakteristických rysů, příslušnost těchto minerálních vod k vodám naftových ložisek je prokázána též:

Tabulka 3

Sulfátovost minerálních vod			
Lokalita (pramen)	SO ₄ ^{''} mg/l	Cl' mg/l	SO ₄ ^{''} : Cl'
Napajedla	75,9	1283,6	0,05
Malenovice 6	4,1	429,1	0,009
Malenovice 5	1,2	489,3	0,002
Malenovice 7	7,0	17,7	0,3
Louky 8	8,4	237,6	0,03
Louky 9	0,6	361,7	0,001
Otrokovice	462,5	21,3	21,7
Březnice	83,7	23,0	3,6
Bohuslavice	6,2	39,0	0,1
Želechovice	71,6	7,1	10,0
Kostelec 1	336,0	7,7	43,5
Kostelec 2	302,0	7,8	38,7
Kostelec 3	119,0	5,0	23,8
Kostelec 4	120,0	12,0	10,0
Vizovice 1	36,4	3,5	10,4
Vizovice 2	83,1	3,5	23,7
Vizovice 3	41,9	14,2	2,9
Vizovice 4	100,8	10,6	9,5

g) genetickým koeficientem Cl' : Br',

h) desulfatisačním koeficientem SO₄^{''} : Cl',

i) rH minerálních vod (negativní hodnoty mV).

Pro tento názor svědčí řada velmi závažných důvodů, zatím co neexistuje jediný důvod proti.

Různý stupeň mineralisace vysvětlují různou intenzitou infiltrace. Převážná většina vod vyvěrá v hluboce zaříznutých údolích tektonického původu, na březích resp. v těsné blízkosti stálých toků.

V souvislosti s úvahou o vzniku minerálních vod natrium-bikarbonátové skupiny třeba se zmínit o jevu, který jsem pozoroval u pramenů v Loukách. V této lokalitě vyskytují se dva vývěry sirovodíkových vod, vzdálené od sebe cca 15 m. Mineralisace těchto vod je různá, i když celkový charakter je do detailu shodný. Voda pramene 8 obsahuje 2316,8 mg anorganických solí v 1 l vody, zatím co voda pramene 9 pouze 1643,0 mg. Také obsah volného H₂S je různý: 5,6 mg/l u pramene 8, 0,7 mg ve vodě pramene 9.

Tato rozdílnost se pochopitelně odráží i v různých fyzikálních vlastnostech vod.

Tabulka 4

pH a rH minerálních vod				
Lokalita (pramen)	t. vody °C	pH	mV	rH
Napajedla	9,1+	7,6	−287	13,9
Malenovice 6	9,6	7,2	−85	20,0
Malenovice 5	11,8	7,0	−98	19,1
Malenovice 7	11,2	7,1	−83	19,8
Louky 8	8,0	7,6	−100	19,5
Louky 9	7,0	7,2	−61	20,8
Otrokovice	7,8	7,1	41	24,0
Březnice	8,8	7,2	−100	19,5
Bohuslavice	9,0	6,4	174	27,1
Želechovice	6,0	6,7	−61	19,8
Kostelec 1	11,0	7,2	−169	17,1
Kostelec 2	—	—	—	—
Kostelec 3	—	6,9	197	28,9
Kostelec 4	—	7,6	−222	16,1
Vizovice, Švajdovy lázně	6,5	7,3	−200	16,2
Vizovice, Dudíkovy lázně	7,0	7,5	−240	15,3
Vizovice, Kučerovy lázně	11,0	7,1	−187	16,3
Vizovice, Fojtíkova samota	9,0	7,1	−50	21,0

+ teplota vody při měření.

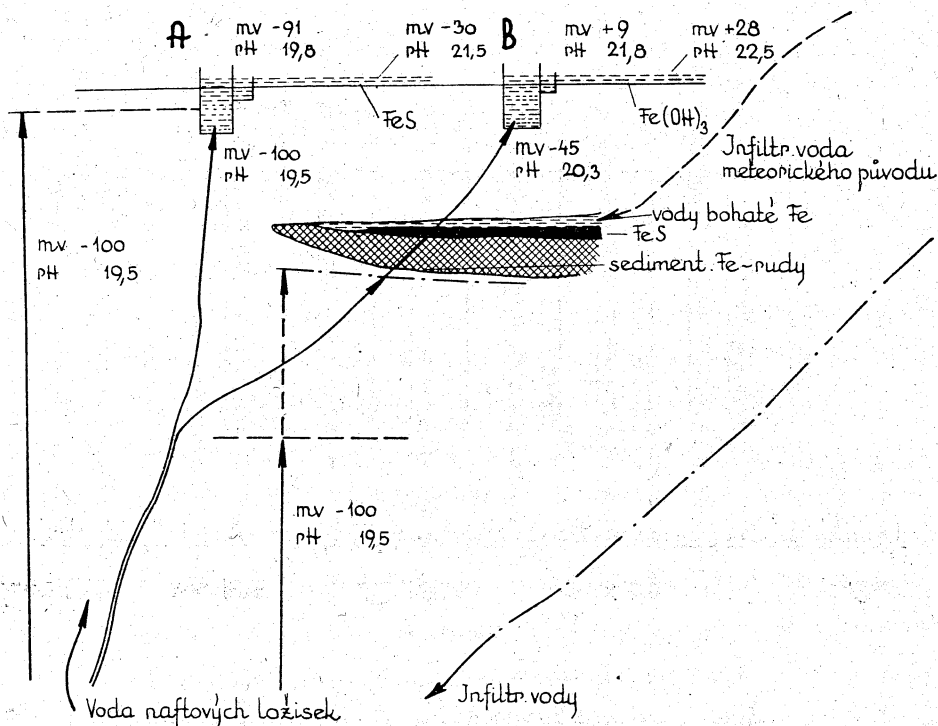
Studny, v nichž oba prameny vyvěrají, jsou zaskružené, vzdálenost hladiny vody od povrchu země a výška vodního sloupce v obou případech stejná. Ze skruže přepadá voda do betonové jímky a odtud přepadem do odtokového koryta.

Redox-potenciál vody pramene 8 odebrané na dně studny byl −100 mV, vody pramene 9 odebrané rovněž na dně však pouze −45 mV.

V jímce rH vody pramene 8 poklesl na −91, rH vody pramene 9 je však reprezentován hodnotou již pozitivní, +9 mV. Voda pramene 8 v odtokovém korytě ve vzdálenosti cca 4 m od skruže vykazuje hodnotu −30 mV, voda pramene 9 +28 mV. Tyto odchýlné fyzikální vlastnosti se projevují i vizuálně: v odtokovém korytě pramene 8 hromadí se kromě bílých povlaků koloidní síry černá sraženina FeS, zatím co koryto pramene 9 je zaplněno spoustami červenohnědé, voluminózní sraženiny Fe(OH)₃.

V době první fáze průzkumu této lokality, t. j. v průběhu r. 1950–1951 pramen 9 nevyvěral v původním místě; voda prosakovala pod skružením a vyvěrala níže ve svahu, čímž vytvářela mokřinky pokryté rezavou, iridescentní vrstvou. V době sucha nebyly ve vodě dokázány ani stopy sirovodíku.

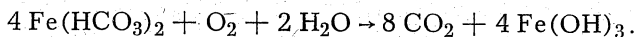
Různosti v obsahu H_2S , celkové mineralisaci a rH obou vod vysvětlují takto: Obě minerální vody, vyvěrající ve vývěrech nepříliš vzdálených, jsou stejného původu a pocházejí ze stejného matečného zdroje. Hybnou silou vzestupného pohybu primární vody je tlak plynu(?), nebo infiltrace povrchových vod.



Situace a fyzikální vlastnosti minerálních vod v Soukách. (Gottwaldov, Morava)

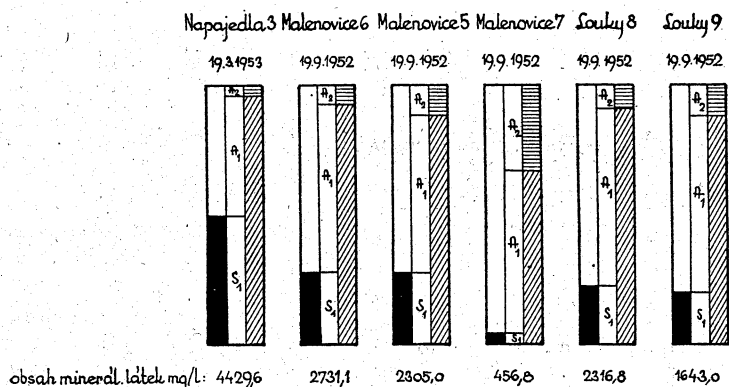
Obr. 27.

V nevelké vzdálenosti od povrchu země výstupová cesta (tektonická porucha) se dvojí. Voda, která na povrchu vyvěrá ve vývěru 9 prochází vrstvou sedimentárních Fe-rud a je současně zředována vodou spodní, bohatou železem. Fe se sráží působením sirovodíku jako FeS . Voda zbavená velké části svého obsahu sirovodíku vyvěrá pak na povrch, a protože obsahuje dosti Fe, usazuje se Fe(OH)_3 v odtokovém korytě působením vzdušného kyslíku:



Voda pramene 8 přichází na povrch bez významnějších změn.

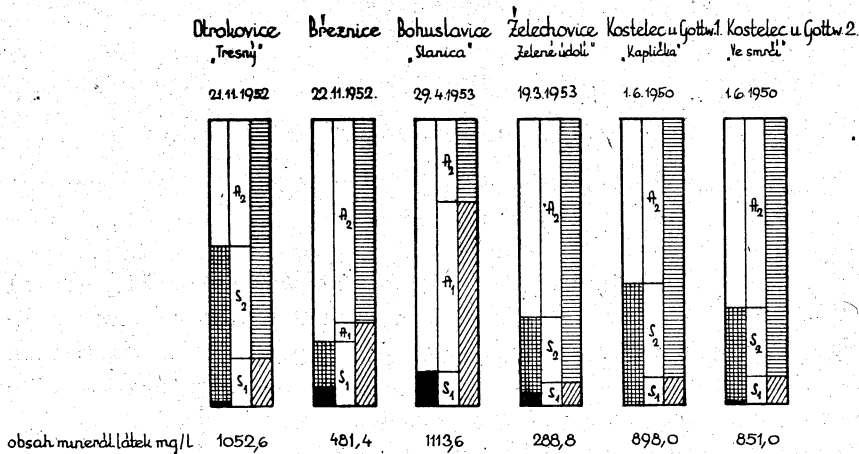
Celý tento nepříliš důležitý zjev je jedním z mnoha důkazů toho, že vody naftových ložisek v procesech koncentrování a rozptylování chemických prvků hrají v některých případech významnou roli (vznik travertinu v okolí Levic, Sivé Brady a j. na Slovensku, vznik rudních koncentrací na okrajích naftonosných oblastí v blízkosti mladých vyvěrelin atd. Naftové vody konečně v mnoha případech ovlivnily chemické složení sedimentárních hornin i erupтив).



Grafické znázornění chemického složení sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku.

■ Cl⁻ ▨ SO₄²⁻ □ CO₃²⁻ ▤ Na⁺+K⁺ ▧ Ca²⁺+Mg²⁺

Obr. 28.

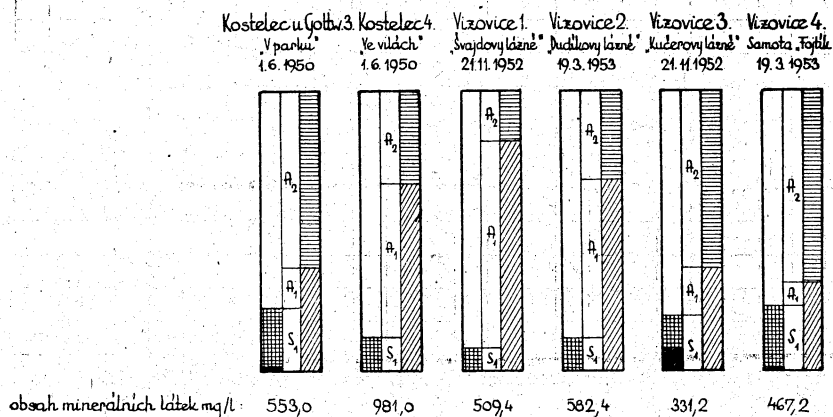


Grafické znázornění chemického složení sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku.

Obr. 29.

Schema dobře ilustruje pozorovaný jev. (Podle mínění prof. dr. K. Zapletala, který mnou studované území podrobně studoval před druhou světovou válkou, je mé vysvětlení pravděpodobné. Polohy sedimentárních Fe-rud vyskytují se zde velmi často.)

Nerozřešenou zůstává nyní otázka genese sirovodíkových vod kalcium-bikarbonátového charakteru. V případě této skupiny vod není již vysvětlení tak



Grafické znázornění chemického složení sirovodíkových pramenů na Gottwaldovsku.

Obr. 30.

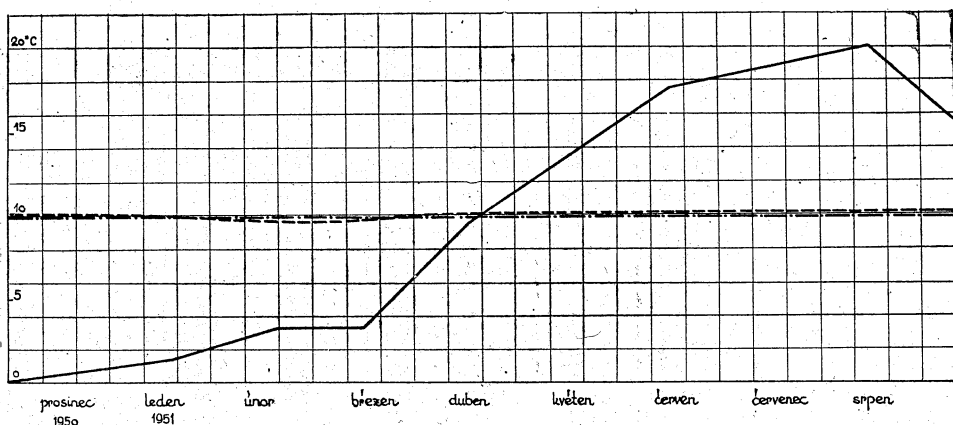
jednoduché, neboť chybí většina typických ukazatelů. Proto podat přímé důkazy o původu těchto vod není možné. Prozkoumáním chemického složení kteréhokoli izolovaného pramene nebyly by závěry genetického rázu vůbec možné. Přesto, zkoumáme-li grafické interpretace jednotlivých rozborů vod této hydrochemické skupiny, pozorujeme ve složení vod jisté rysy, které umožňují spolehlivěji řešit otázku jejich genese.

Významným rysem v chemickém složení většiny vod je značný obsah karbonátů a bikarbonátů Ca^{++} a Mg^{++} a sulfátů Ca^{++} a Mg^{++} . Tyto složky pochází z hornin (zejména CaSO_4), ze kterých byly vylouženy povrchovou vodou.

Sledujeme-li grafy pramenů v Kostelci, vidíme, že pramen Ve vilách se liší od ostatních svým natrium-bikarbonátovým charakterem. Složka A_1 je zachována v malé míře též u pramene V parku, u zbývajících dvou však zcela chybí. Ve všech vodách jsou však zastoupeny sulfáty alkálií a mizivá množství chloridů.

Totéž platí i pro prameny ve Vizovicích. Domnívám se proto, že i sirovodíkové prameny kalcium-bikarbonátového charakteru jsou přímo vázány na naftonositelnost terénu. Jednotlivé hydrochemické etapy, které vytvářely chemický charakter těchto vod, dělím takto:

- vznik vody primárního charakteru, složením blízké vodě mořské,
- vytvoření natrium-bikarbonátového charakteru procesy biogenní redukce sulfátů,
- velmi nepatrný vzestupný pohyb vod a mísení se vod naftových (nepatrného množství) s velkými kvanty povrchové vody.



Kolísání teploty vody sirovodíkového pramene v Napojedlích v období

od 1.XII. 1950 ~ 10.IX. 1951.

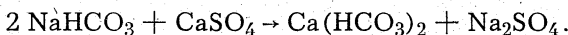
— teplota vzduchu

--- teplota vody ve vývěru

-.- teplota vody ve výstoku

• Obr. 31.

S největší pravděpodobností není nepatrný podíl naftových vod zapříčiněn těsností tektonických poruch, nýbrž vyčerpaností matečného zřídla vod. Mísení těchto dvou typů vod probíhá podle schématu:



Síran sodný, přítomný ve slabě mineralisovaných vodách sirovodíkových kalcium-bikarbonátového charakteru, je pak přirozeným důsledkem tohoto mísení.

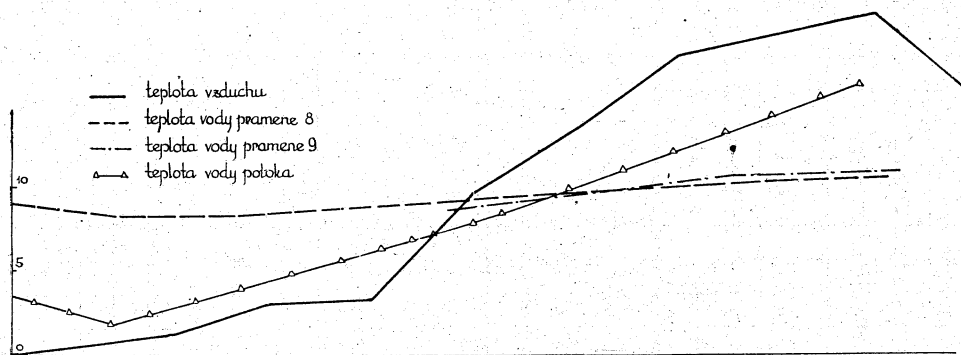
Naftová složka je nositelem redukčního prostředí, biogenní a (nebo) snad i chemická redukce SO_4^{2-} ve vodách stále pokračuje.

Je možné, že sirovodíkové prameny popsaného typu představují v určitých podmínkách jednu z konečných fází existence naftových vod.

Typickým dokladem potlačování původního chemického charakteru je voda pramene 7 v Malenovicích (srovnej s grafy vod pramenů 5 a 6).

Jinou možností byla by prostá redukce SO_4^{2-} ve spodních vodách působením uhlovodíků, migrujících z ložiska k povrchu.

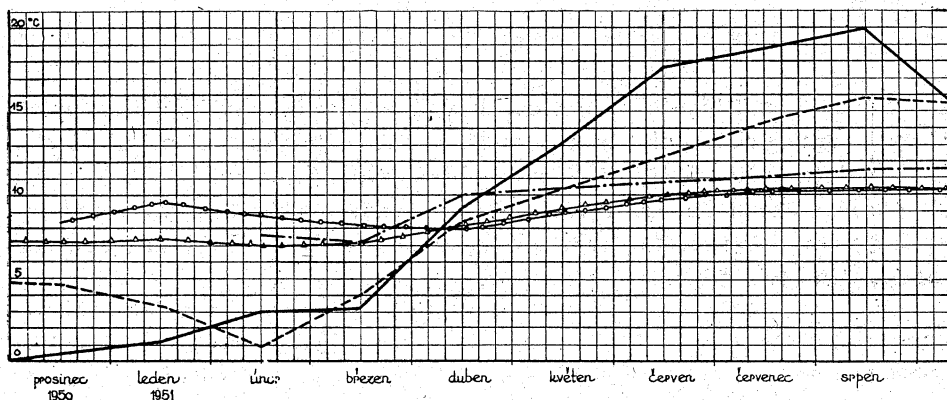
Tuto možnost však vylučuji z důvodů, které jsem uvedl při charakteristice pramenů v Kostelci a Vizovicích. Kdyby šlo o vody povrchového, nebo blízko povrchového původu, hydrochemický charakter všech sirovodíkových vod těchto lokalit by byl zcela, neb téměř shodný, podmíněn pouze petrochemickými vlastnostmi hornin. Skutečnost však ukazuje opak.



Kolísání teploty vod sirovodíkových pramenů v Soukách n. / Dř. v období

od 1. XII. 1950 ~ 10. IX. 1951.

Obr. 32.



Kolísání teploty vod sirovodíkových pramenů v Malenovicích v období od

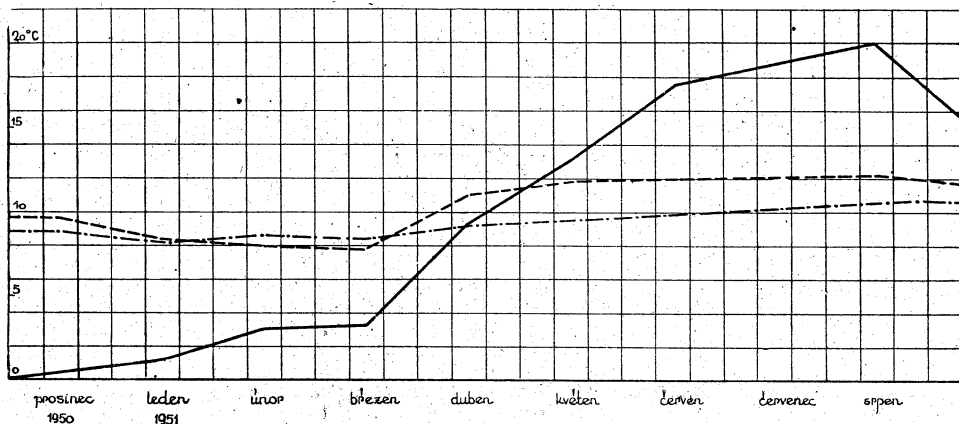
1. XII. 1950 ~ 10. IX. 1951.

— teplota vzduchu - - - - - teplota vody potoka v Malenovicích ●●●●● teplota vody sirovod. pramene 5 teplota vody sirovod. pramene 6 ■■■■■ teplota vody sirovod. pramene 7

Obr. 33.

Možnost čistě chemického vzniku H_2S , na př. rozkladem kyzu atd., odmítám vůbec.

Všechny vody studovaného území náleží teplotou do skupiny chladných vod. Vliv atmosféry na teplotu vod je ve většině případů značný. Největší tepelné výkyvy vykazují prameny kalcium-bikarbonátového charakteru; na vody natrium-bikarbonátového typu nemá již kolísání atmosférické teploty tak vel-



Kolísání teploty vody sírovodíkového pramene u lomu Tresný v Otrokovicích
a pramene pitné vody u lomu u Bělova v období od 1. XII 1950 ~ 10. IX. 1951.

— teplota vzduchu

--- teplota vody sírovod. pramene (2)

- · - teplota pramene pitné vody (1)

• Obr. 34.

kého vlivu. U natrium-bikarbonátových vod jsou výkyvy v průběhu teploty během hydrologických období tím větší, čím více je porušen primární charakter vod (t. j. čím větší je infiltrace). Voda v sírných lázních v Napajedlích má v celém území ze všech vod nejlépe zachován charakter vody naftové. Tepelné výkyvy v průběhu hydrologického období 1950—1951 zaznamenané jsou nepatrné (viz graf).

Recenzoval J. Kokta
 Předloženo 1. II. 1954

Katedra geologie Přírodovědecké
 fakulty Masarykovy univerzity,
 Brno

Analýsy vod zmíněných pramenů

Lokalita:	Napajedla, sírné lázně
Datum odběru:	19. III. 1953
t. vzduchu °C:	13,2
t. vody °C:	9,6
pH:	7,6

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	1646,9	71,6	48,0
	Ca ⁺⁺	52,0	2,6	1,2
	Mg ⁺⁺	12,8	1,1	0,8
	R ₂ O ₃	4,8	—	—

Anionty:				
	Cl'	1283,6	36,2	24,1
	SO ₄ ''	75,9	1,6	1,0
	HCO ₃ '	1008,0	33,6	22,4
	H ₂ SiO ₃	25,8	0,7	0,5
	J'	1,8	—	—
	Br'	4,1	—	—
	CO ₂ volný	184,0		
	H ₂ S volný	28,5		

Odparek při 180 °C/2 hod. 4429,6

Palmerovy indexy:

S ₁	50,2
S ₂	—
A ₁	45,8
A ₂	4,0

Lokalita: Malenovice 7
Datum odběru: 19. IX. 1952
T. vzduchu °C: 11,0
T. vody °C: 11,7
pH: 7,1

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	167,8	7,3	31,7
	Ca ⁺⁺	70,6	3,5	15,3
	Mg ⁺⁺	8,96	0,7	3,0
	R ₂ O ₃	1,8	—	—

Anionty:				
	Cl'	17,7	0,5	2,2
	SO ₄ ''	7,0	0,1	0,4
	HCO ₃ '	307,8	10,2	44,8
	H ₂ SiO ₃	21,8	0,6	2,6
	J'	—	—	—
	Br'	—	—	—
	CO ₂ volný	133,3		
	H ₂ S volný	1,8		

Odparek při 180 °C/2 hod. 456,8

Palmerovy indexy:

S ₁	5,2
S ₂	—
A ₁	58,2
A ₂	36,6

Lokalita:		Malenovice, prádelna		
Datum odběru:		19. IX. 1952		
T. vzduchu °C:		11,0		
T. vody °C:		11,8		
pH:		7,2		
Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	1064,3	46,3	46,9
	Ca ⁺⁺	43,9	2,2	2,2
	Mg ⁺⁺	11,0	0,9	0,9
	R ₂ O ₃	3,8	—	—
Anionty:	Cl [']	489,3	13,8	14,0
	SO ₄ ^{''}	1,2	—	—
	HCO ₃ [']	1041,3	34,9	35,3
	H ₂ SiO ₃	24,9	0,7	0,7
	J [']	2,0	—	—
	Br [']	1,6	—	—
	CO ₂ volný	227,3		
	H ₂ S volný	4,3		
	Odparek při 180 °C/2 hod.	2731,1		
Palmerovy indexy:				
S ₁		28,0		
S ₂		—		
A ₁		65,8		
A ₂		6,2		

Lokalita:		Malenovice 5		
Datum odběru:		19. IX. 1952		
T. vzduchu °C:		11,0		
T. vody °C:		11,2		
pH		7,0		
Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	891,6	37,9	44,7
	Ca ⁺⁺	64,1	3,3	3,9
	Mg ⁺⁺	14,0	1,2	1,4
	R ₂ O ₃	4,0	—	—
Anionty:	Cl [']	429,1	12,1	14,3
	SO ₄ ^{''}	4,1	0,09	—
	HCO ₃ [']	888,9	29,6	34,9
	H ₂ SiO ₃	26,3	0,7	0,8
	J [']	1,3	—	—
	Br [']	3,0	—	—
	CO ₂ volný	324,1		
	H ₂ S volný	6,0		
	Odparek při 180 °C/2 hod.	2305,0.		

Palmerovy indexy:

S ₁	28,6
S ₂	—
A ₁	60,8
A ₂	10,6

Lokalita:	Louky 8
Datum odběru:	19. IX. 1952
T. vzduchu °C:	12,6
T. vody °C:	12,2
pH	7,2

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	891,9	38,8	46,2
	Ca ⁺⁺	48,9	2,4	2,9
	Mg ⁺⁺	9,3	0,8	0,9
	R ₂ O ₃	2,4	—	—

Anionty:				
	Cl [']	361,7	10,2	12,1
	SO ₄ [']	0,6	—	—
	HCO ₃ [']	938,7	31,3	37,3
	H ₂ SiO ₃	20,0	0,5	0,6
	J [']	1,1	—	—
	Br [']	1,3	—	—
	CO ₂ volný	520,1		
	H ₂ S volný	5,6		
Odparek při 180 °C/2 hod.		2316,8		

Palmerovy indexy:

S ₁	24,2
S ₂	—
A ₁	68,2
A ₂	7,6

Lokalita:	Louky 9
Datum odběru:	19. IX. 1952
T. vzduchu °C:	12,8
T. vody °C:	10,8 C
pH	7,2

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	620,7	27,0	44,6
	Ca ⁺⁺	49,6	2,5	4,1
	Mg ⁺⁺	9,6	0,8	1,3
	R ₂ O ₃	2,6	—	—

Anionty:

Cl'	237,6	6,7	11,1
SO ₄ ''	8,4	0,2	0,3
HCO ₃ '	683,7	22,8	37,6
H ₂ SiO ₃	23,3	0,6	1,0
J'	0,1	—	—
Br'	0,7	—	—
CO ₂ volný	144,2		
H ₂ S volný	0,7		

Odparek při 180 °C/2 hod. 1643,0

Palmerovy indexy:

S ₁	22,8
S ₂	—
Al ₁	66,4
A ₂	10,8

Lokalita:	Otrokovice, Tresný
Datum odběru:	21. IX. 1952
T. vzduchu °C:	15,2
T. vody °C:	15,1
pH:	7,1

Kationty:

	mg/l	mval/l	mval%
Na + K	91,9	4,0	11,5
Ca	197,4	9,9	28,4
Mg	42,9	3,5	10,1
R ₂ O ₃	2,4	—	—

Anionty:

Cl'	21,3	0,6	1,7
SO ₄ ''	462,5	9,6	27,6
HCO ₃ '	202,0	6,7	19,3
H ₂ SiO ₃	20,5	0,5	1,4
Br'	—	—	—
J'	—	—	—
CO ₂ volný	153,0		
H ₂ S volný	1,5		

Odparek při 180 °C/2 hod. 1052,6

Palmerovy indexy:

S ₁	23,0
S ₂	35,6
Al ₁	—
A ₂	41,4

Lokalita: Březnice
Datum odběru: 22. IX. 1952
T. vzduchu °C: 15,0
T. vody °C: 9,8
pH: 7,2

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	66,7	2,9	14,9
	Ca ⁺⁺	110,4	5,5	28,4
	Mg ⁺⁺	16,4	1,3	6,7
	R ₂ O ₃	1,8	—	—
Anionty:				
	Cl'	23,0	0,7	3,6
	SO ₄ ^{''}	83,7	1,7	8,7
	HCO ₃ '	205,1	6,8	35,1
	H ₂ SiO ₃	20,3	0,5	2,6
	J'	—	—	—
	Br'	—	—	—
	CO ₂ volný	143,1		
	H ₂ S volný	1,7		
Odparek při 180 °C/2 hod.		481,4		

Palmerovy indexy:

S ₁	24,6
S ₂	—
A ₁	5,2
A ₂	70,2

Lokalita: Bohuslavice
Datum odběru: 29. IV. 1953
T. vzduchu °C: 15,0
T. vody °C: 11,8
pH: 6,9

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	115,0	5,0	30,1
	Ca ⁺⁺	30,0	1,5	9,1
	Mg ⁺⁺	21,9	1,8	10,8
	R ₂ O ₃	4,4	—	—
Anionty:				
	Cl'	39,0	1,1	6,7
	SO ₄ ^{''}	6,2	0,1	0,6
	HCO ₃ '	213,0	7,1	42,7
	H ₂ SiO ₃	20,8	—	—
	J'	0,3	—	—
	Br'	+ st	—	—
	CO ₂ volný	153,0		
	H ₂ S volný	+ st		
Odparek při 180 °C/2 hod.		1113,6		

Palmerovy indexy:

S ₁	13,0
S ₂	—
A ₁	57,0
A ₂	30,0

Lokalita:	Želechovice
Datum odběru:	19. III. 1953
T. vzduchu °C:	6,2
T. vody °C:	5,0
pH:	6,7

Kationty:	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ + K ⁺	9,2	0,4	3,8
Ca ⁺⁺	76,2	3,8	36,6
Mg ⁺⁺	12,8	1,0	9,6
R ₂ O ₃	2,8	—	—
Anionty:			
Cl [']	7,1	0,2	1,9
SO ₄ ^{''}	71,6	1,5	14,4
HCO ₃ [']	105,0	3,5	33,7
H ₂ SiO ₃	13,2	—	—
J [']	—	—	—
Br [']	—	—	—
CO ₂ volný	26,0		
H ₂ S volný	1,4		
Odparek při 180 °C/2 hod.	288,8		

Palmerovy indexy:

S ₁	8,0
S ₂	25,0
A ₁	—
A ₂	67,0

Lokalita:	Kostelec 1 (Kaplička)
Datum odběru:	1. VI. 1950
T. vzduchu °C:	21,0
T. vody °C:	11,0
pH:	7,2

Kationty:	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ + K ⁺	46,8	1,6	5,2
Ca ⁺⁺	220,0	11,0	36,2
Mg ⁺⁺	32,5	2,6	8,6
R ₂ O ₃	3,2	—	—

Anionty:

Cl'	7,7	0,2	0,6
SO ₄ ''	336,0	7,0	23,0
HCO ₃ '	490,0	8,0	26,4
H ₂ SiO ₃	10,8	—	—
J'	—	—	—
Br'	—	—	—
CO ₂ volný	116,5		
H ₂ S volný	1,9		

Odparek při 180 °C/2 hod. 898,0

Palmerovy indexy:

S ₁	10,0
S ₂	36,0
A ₁	—
A ₂	54,0

Lokalita:	Kostelec 2 (Ve smrčci)
Datum odběru:	1. VI. 1950
T. vzduchu °C:	21,0
T. vody °C:	14,0
pH:	7,2

Kationty:

	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ + K ⁺	32,2	1,4	4,9
Ca ⁺⁺	209,0	10,4	36,4
Mg ⁺⁺	30,8	2,5	8,7

Anionty:

R ₂ O ₃	3,2	—	—
Cl'	7,8	0,2	0,7
SO ₄ ''	302,0	6,3	22,0
HCO ₃ '	477,0	7,8	27,3
H ₂ SiO ₃	12,5	—	—
J'	—	—	—
Br'	—	—	—
CO ₂ volný	123		
H ₂ S volný	1,41		

Odparek při 180 °C/2 hod. 851,5

Palmerovy indexy:

S ₁	10,0
S ₂	26,0
A ₁	—
A ₂	64,0

Lokalita: Kostelec (V parku)
Datum odběru: 1. VI. 1950
T. vzduchu °C: 21,0
T. vody °C: 14,1
pH: 6,9

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	96,6	4,2	17,6
	Ca ⁺⁺	126,0	6,2	26,1
	Mg ⁺⁺	18,4	1,5	6,3
	R ₂ O ₃	8,3	—	—

Anionty:				
	Cl'	12,0	0,3	1,3
	SO ₄ ''	120,0	2,4	10,1
	HCO ₃ '	563,0	9,2	38,6
	H ₂ SiO ₃	17,1	—	—
	J'	—	—	—
	Br'	—	—	—
	CO ₂ ' volný	173,0		
	H ₂ S volný	0,0		

Odparek při 180 °C/2 hod: 553,0

Palmerovy indexy:

S ₁	22,0
S ₂	—
A ₁	13,0
A ₂	65,0

Lokalita: Vizovice (Švajdovy lázně)
Datum odběru: 21. XI. 1952
T. vzduchu °C: 11,0
T. vody °C: 12,2
pH: 7,3

Kationty:				
	Na ⁺ + K ⁺	167,8	7,3	39,7
	Ca ⁺⁺	25,6	1,3	7,0
	Mg ⁺⁺	7,5	0,6	3,3
	R ₂ O ₃	2,2	—	—

Anionty:		mg/l	mval/l	mval%
	Cl'	3,5	0,1	0,5
	SO ₄ ''	36,4	0,7	3,8
	HCO ₃ '	239,3	8,0	43,5
	H ₂ SiO ₃	16,2	0,4	2,2
	J'	—	—	—
	Br'	—	—	—

CO ₂ volný	179,2
H ₂ S volný	8,1
Odparek při 180 °C/2 hod.	509,4

Palmerovy indexy:

S ₁	8,6
S ₂	—
A ₁	70,8
A ₂	20,6

Lokalita:	Kostelec (Ve vilách)
Datum odběru:	1. VI. 1950
T. vzduchu °C:	21,0
T. vody °C:	13,7
pH:	7,6

Kationty:

	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ +K ⁺	296,7	12,9	36,1
Ca ⁺⁺	77,0	3,8	10,6
Mg ⁺⁺	14,7	1,2	3,3
R ₂ O ₃	2,12	—	—

Anionty:

Cl [']	5,0	0,1	0,3
SO ₄ ^{''}	119,0	2,4	6,7
HCO ₃ [']	940,0	15,4	43,0
H ₂ SiO ₃	11,0	—	—
J [']	—	—	—
Br [']	—	—	—
CO ₂ volný	59,0		
H ₂ S volný	13,52		

Odparek při 180 °C/2 hod.	981,0
---------------------------	-------

Palmerovy indexy:

S ₁	13,0
S ₂	—
A ₁	49,0
A ₂	38,0

Lokalita:	Vizovice (Dudíkovy lázně)
Datum odběru:	19. III. 1953
T. vody °C:	2,5
T. vzduchu °C:	7,0
pH:	7,5

Kationty:

	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ +K ⁺	206,9	9,0	32,0
Ca ⁺⁺	76,2	3,8	13,5
Mg ⁺⁺	15,8	1,3	4,5
R ₂ O ₃	6,0	—	—

Anionty:

Cl'	3,5	0,1	0,3
SO ₄ ''	83,1	1,7	16,1
HCO ₃ '	282,0	9,4	33,5
H ₂ SiO ₃	21,8	—	—
J'	—	—	—
Br'	—	—	—
CO ₂ volný	44,0		
H ₂ S volný	11,4		

Odparek při 180 °C/2 hod. 582,4

Palmerovy indexy:

S ₁	12,8
S ₂	—
A ₁	51,2
A ₂	36,0

Lokalita:	Vizovice (Kučerovy lázně)
Datum odběru:	21. XI. 1952
T. vzduchu °C:	12,8
T. vody °C:	11,2
pH:	7,1

Kationty:

	mg/l	mval/l	mval%
Na ⁺ + K ⁺	57,5	2,5	18,7
Ca ⁺⁺	65,6	3,3	24,6
Mg ⁺⁺	11,4	0,9	6,7
R ₂ O ₃	1,8	—	—

Anionty:

Cl'	14,2	0,4	3,0
SO ₄ ''	41,9	0,9	6,7
HCO ₃ '	146,1	4,9	36,6
H ₂ SiO ₃	20,3	0,5	3,7
J'	—	—	—
Br'	—	—	—
CO ₂ volný	26,2		
H ₂ S volný	3,2		

Odparek při 180 °C/2 hod. 331,2

Palmerovy indexy:

S ₁	19,4
S ₂	—
A ₁	18,0
A ₂	62,6

Lokalita:	Vizovice (samota Fojtík)
Datum odběru:	19. III. 1953
T. vzduchu °C:	2,5
T. vody °C:	7,6
pH:	7,1

Kationty:		mg/l	mval/l	mval%
	Na ⁺ + K ⁺	71,3	3,1	17,1
	Ca ⁺⁺	94,2	4,7	25,8
	Mg ⁺⁺	15,8	1,3	7,1
	R ₂ O ₃	5,6	—	—

Anionty:

Cl'	10,6	0,2	1,1
SO ₄ ''	100,8	2,1	11,5
HCO ₃ '	204,0	6,8	37,4
H ₂ SiO ₃	16,7	—	—
J'	—	—	—
Br'	—	—	—
CO ₂ volný	26,0		
H ₂ S volný	1,5		

Odparek při 180 °C/2 hod. 467,2

Palmerovy indexy:

S ₁	25,0
S ₂	—
A ₁	9,0
A ₂	66,0

Datum odběru	Bohuslavice 29. 4. 1953	Želechovice 19. 3. 1953	Kostelec 1 1. 6. 1950	Kostelec 2 1. 6. 1950	Kostelec 3 1. 6. 1950
t. vzduchu °C	15,0	6,2	21,0	21,0	21,0
t. vody °C	11,8	5,0	11,0	14,0	14,1
pH	6,9	6,7	7,2	7,2	6,9
Na ⁺ + K ⁺	115,0	9,2	46,8	32,2	96,9
Ca ⁺⁺	30,0	76,2	220,0	209,0	126,0
Mg ⁺⁺	21,9	12,8	32,5	30,8	18,4
R ₂ O ₃	4,4	2,8	3,2	3,2	8,3
Cl	39,0	7,1	7,7	7,8	12,0
SO ₄ ''	6,2	71,6	336,0	302,0	120,0
HCO ₃ ''	213,0	105,0	490,0	477,0	563,0
H ₂ SiO ₃	20,8	13,2	10,8	12,5	17,1
J'	0,3	—	—	—	—
Br'	+ st.	—	—	—	—
CO ₂ volný	153,0	26,0	116,5	123	173,0
H ₂ S volný	+ st.	1,4	1,9	1,41	0,0
odparek 180°	1113,6	288,8	898,0	851,5	553,0
S ₁	13,0	8,0	10,0	10,0	22,0
S ₂	—	25,0	36,0	26,0	—
A ₁	57,0	—	—	—	13,0
A ₂	30,0	67,0	54,0	64,0	65,0

Datum odběru	Kostelec 4 (Ve vřelách) 1. 6. 1950	Vizovice Svajdovy lázně 21. 11. 1952	Vizovice Dudíkovy lázně 19. 3. 1953	Vizovice Kučerovy lázně 21. 11. 1952	Vizovice samota Fojtk 19. 3. 1953
t. vzduchu °C	21,0	11,0	2,5	12,8	2,5
t. vody °C	13,7	12,2	7,0	11,2	7,6
pH	7,6	7,3	7,5	7,1	7,1
Na ⁺ + K ⁺	296,7	167,8	206,9	57,5	71,3
Ca ⁺⁺	77,0	25,6	76,2	65,6	94,2
Mg ⁺⁺	14,7	7,5	15,8	11,4	15,8
R ₂ O ₃	2,12	2,2	6,0	1,8	5,6
Cl	5,0	3,5	3,5	14,2	10,6
SO ₄ ^{''}	119,0	36,4	83,1	41,9	100,8
HCO ₃ ^{''}	940,0	239,3	282,0	146,1	204,0
H ₂ SiO ₃	11,0	16,2	21,8	20,3	16,7
J ⁻	—	—	—	—	—
Br ⁻	—	—	—	—	—
CO ₂ volný	59,0	179,2	44,0	26,2	26,0
H ₂ S volný	13,52	8,1	11,4	3,2	1,5
odparek 180°	981,0	509,4	582,4	331,2	467,2
S ₁	13,0	8,6	12,8	19,4	25,0
S ₂	—	—	—	—	—
A ₁	49,0	70,8	51,2	18,0	9,0
A ₂	38,0	20,6	36,0	62,6	66,0

Datum odběru	Napajedla sírné lázně 19. 3. 1953	Malenovice 19. 9. 1952	Mařenovice 5 19. 9. 1952	Malenovice 7 19. 9. 1952	Loučky 8 19. 9. 1952	Loučky 9 19. 9. 1952	Otrokovice Tresný 21. 9. 1952	Březnice 22. 9. 1952
t. vzduchu °C	13,2	11,0	11,0	11,0	12,6	12,8	15,2	15,0
t. vody °C	9,6	11,8	11,2	11,7	12,2	10,8	15,1	9,8
pH	7,6	7,2	7,0	7,1	7,2	7,2	7,1	7,2
Na ⁺ + K ⁺	1646,9	1064,3	891,6	167,8	891,9	620,7	91,9	66,7
Ca ⁺⁺	52,0	43,9	64,1	70,6	48,9	49,6	197,4	110,4
Mg ⁺⁺	12,8	11,0	14,0	8,96	9,3	9,6	42,9	16,4
R ₂ O ₃	4,8	3,8	4,0	1,8	2,4	2,6	2,4	1,8
Cl	1283,6	489,3	429,1	17,7	361,7	237,6	21,3	23,0
SO ₄ ^{''}	75,9	1,2	4,1	7,0	0,6	8,4	462,5	83,7
HCO ₃ ^{''}	1008,0	1041,3	888,9	307,8	918,7	683,7	202,0	205,1
H ₂ SiO ₃	25,8	24,9	26,3	21,8	20,0	23,3	20,5	20,3
J ⁻	1,8	2,0	1,3	—	1,1	0,1	—	—
Br ⁻	4,1	1,6	3,0	—	1,3	0,7	—	—
CO ₂ volný	184,0	227,3	324,1	133,3	520,1	144,2	153,0	143,1
H ₂ S volný	28,5	4,3	6,0	1,8	5,6	0,7	1,5	1,7
odparek 180°	4429,6	2731,1	2305,0	456,8	2316,8	1643,0	1052,6	481,4
S ₁	50,2	28,0	28,6	5,2	24,2	22,8	23,0	24,6
S ₂	—	—	—	—	—	—	35,6	—
A ₁	45,8	65,8	60,8	58,2	68,2	66,4	—	5,2
A ₂	4,0	6,2	10,6	36,6	7,6	10,8	41,4	70,2

Duben V. 1940: Minerální vody v karpatské části jv. Moravy. Zpr. věř. sl. techn. — Duben V. 1941: O původu minerálních vod v Čechách a na Moravě. Věst. čs. fysiatr. spol. Praha. — Hynie O., Zoubek K. 1949: Geologické poměry našich lázeňských míst. Almanach lázní ČSR. — Jahn J., Schnabel E.: Slovenské lázně Smrdáky. Zpr. věř. sl. techn. r. 3. — Klvaňa J. 1891: Das südostmährische Eruptiv-gebiet., Verh. d. naturf. Vereines in Brünn. — Knett J. 1901: Vorläufige Mitteilungen über die Fortsetzung der „Wiener Thermelinie“ Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien. — Palmer Ch. 1911: Geochemical Interpretation of Water Analyses. U. S. Geolog. Surv. Bull. 479. — Schubert R. 1915: Neue u. wenig bekannte Mineralquellen Südmährens., Mont. Rdsch. — Schnabel E. 1938: Radioaktivní alkal. prameny ve Skalce u Prostějova. Příroda. — Zapletal K. 1930: Stavba moravských Karpat, nafta a uhlí. Příroda. — Zapletal K.: Geologické poměry lázní Luhačovic a okolí atd., Zpr. kom. na přírodověd. prozk. Moravy. — Zapletal K. 1932: Vývoj a zařazení flyšového pásma a neogenu mezi Dunajem a Vislou se zřet. na zemní olej. Petroleum. — Žýka V. a Jurárek J. 1956: Hydrogeochemická studie minerálních vod sev. a sz. části Prešovského kraje.

ВАЦЛАВ ЗИКА

ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГЕНЕЗИС СЕРОВОДОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ГОТВАЛЬДОВСКОЙ ОБЛАСТИ

(Рис. 26—34 в тексте)

Готвальдовская область необычайно богата минеральными водами, содержащими сероводород. Их происхождение до сих пор не было выяснено, хотя высказывались многочисленные, часто противоречивые теории относительно их возникновения.

Гидрохимическое исследование области показало, что в общем имеется два главных типа вод:

- а) натриево-гидрокарбонатный, с высокой степенью минерализации,
 - б) кальциево-гидрокарбонатный, более низкой степени минерализации.
- Первая группа вод характеризуется следующими чертами:
- а) повышенная минерализация,
 - б) содержание сероводорода (иногда значительное),
 - в) принадлежность к натриево-гидрокарбонатному типу,
 - г) повышенное содержание Cl' , I' и Br' .

Воды второй группы относятся к кальциево-гидрокарбонатному типу; по своему составу они, однако, не так однородны, как воды первой группы (см. графическую интерпретацию химических анализов).

Каждому из обоих типов вод соответствуют определенные площади распространения — гидрохимические зоны (см. карту).

Установлено, что воды первой группы являются водами нефтяных месторождений. Вследствие примеси инфильтрационной воды их химизм несколько утрачивает свой первоначальный характер.

Воды второй группы также имеют связь с нефтеносностью области, но их присутствие является скорее „вторичным“ следствием наличия битумов в осадочных свитах. Наиболее постоянная температура (наименьшая амплитуда колебаний) в течение

гидрогеологического периода наблюдается у вод, которые лучше всего сохранили черты вод нефтяных месторождений (см. графики). pH вод в большинстве случаев > 7 , гН сильно отрицательное.

Сероводородные источники первой и второй групп четко оконтуривают зоны возможной нефтеносности.

Перевод со словацкого В. Андрусовой

Кафедра геологии
факультета естественных наук
университета им. Масарика,
Брно

Объяснение рисунков 26—34 в тексте

Рис. 26. Гидрогеохимическая карта минеральных вод в Готвальдовской области. — Рис. 27. Размещение выходов минеральных вод и их физические свойства в окрестностях сел. Лоуки. — Рис. 28. Графическое изображение химического состава сероводородных источников в Готвальдовской области. — Рис. 29. Графическое изображение химического состава сероводородных источников в Готвальдовской области. — Рис. 30. Графическое изображение химического состава сероводородных источников в Готвальдовской области. — Рис. 31. Изменения температуры воды сероводородного источника в сел. Напаедла в период от 1. XII. 1950 до 10. IX. 1953. — Рис. 32. Изменения температуры воды сероводородных источников в сел. Лоуки в период от 1. XII. 1950 до 10. IX. 1951. — Рис. 33. Изменения температуры воды сероводородных источников в сел. Маленовице в период от 1. XII. 1950 до 10. IV. 1951. — Рис. 34. Изменения температуры воды сероводородного источника, вытекающего близ каменоломни Тресний в сел. Отроковице, и источника питьевой воды, вытекающего близ каменоломни у сел. Белов в период от 1. XII. 1950 до 10. IX. 1951.

VÁCLAV ZÝKA

HYDROGEOCHEMIE UND GENESE DER SCHWEFELWASSERSTOFF-QUELLEN IN DER GOTTWALDOVER GEGEND

(Abb. 26—34 im Texte)

Die Gegend um die Stadt Gottwaldov ist außergewöhnlich reich an Mineralwässern von Schwefelwasserstoffcharakter. Ihr Ursprung war bis jetzt nicht klar und über ihre Entstehung wurde eine Reihe oft sich widersprechender Theorien ausgesprochen.

Die hydrochemische Durchforschung der Landschaft erwies im Prinzip zwei Haupttypen der Wässer:

- a) Wässer des Natriumbikarbonat-Typus, höhere Mineralisation.
- b) Wässer des Calciumbikarbonat-Typus, niedrigere Mineralisation.

Charakteristik der ersten Gruppe der Wässer:

- a) erhöhte Mineralisation,
- b) Schwefelwasserstoff-Gehalt (manchmal bedeutend),
- c) Zugehörigkeit zum Natriumbikarbonat-Typus,
- d) erhöhter Gehalt an Cl', Br', J'.

Die Wässer der zweiten Gruppe gehören dem Calciumbikarbonat-Typus an, jedoch ist ihre Zusammensetzung nicht so einheitlich wie bei der ersten Gruppe (siehe die graphische Interpretation der chemischen Analysen).

Beiden Typen der Wässer entspricht eine bestimmte Flächenausbreitung hydrochemischer Zonen (siehe die Kartenskizze).

Die Wässer der ersten Gruppe wurden als Erdöl-Wässer identifiziert. Ihr Chemismus trägt Spuren von Verdrängung des primären Charakters durch infiltrierte Wässer.

Die Wässer der zweiten Gruppe stehen ebenfalls in Zusammenhang mit dem Erdölreichtum des Terrains, sie sind jedoch vielmehr eine „sekundäre“ Auswirkung der Anwesenheit von Harzen in den sedimentären Schichtfolgen. Die stabilste Temperatur (die kleinsten Schwankungen) im Verlaufe der hydrologischen Perioden haben diejenigen Wässer, welche den Charakter der Erdölwässer am meisten beibehalten haben (siehe die graphischen Darstellungen), das pH der Wässer ist in überwiegender Mehrzahl der Fälle >7 , das rH stark negativ.

Die Schwefelwasserstoff-Quellen der ersten und zweiten Gruppe bilden eine gute Umgrenzung der Zonen der möglichen Erdöl-Erdgas-Führung.

*Lehrstuhl für Geologie
an der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Masaryk-Universität, Brunn*

Erläuterungen zu den Abb. 26–34 im Texte

Abb. 26. Hydrogeochemische Karte der Mineralwässer in der Umgebung von Gottwaldov. — Abb. 27. Die Situation und die physikalischen Eigenschaften der Mineralwässer in Louky (Gottwaldov — Mähren). — Abb. 28. Grafische Darstellung der chemischen Zusammensetzung der Schwefelwasserstoffquellen in der Umgebung von Gottwaldov. — Abb. 29. Graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung der Schwefelwasserstoffquellen in der Umgebung von Gottwaldov. — Abb. 30. Graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung der Schwefelwasserstoffquellen in der Umgebung von Gottwaldov. — Abb. 31. Die Temperaturschwankungen des Wassers der Schwefelwasserstoffquelle in Napajedla im Zeitraum von 1. XI. 1950–10. IX. 1951. — Abb. 32. Die Temperaturschwankungen der Schwefelwasserstoffquellen in Louky n. Dř. im Zeitraum von 1. XI. 1950–10. IX. 1951. — Abb. 33. Die Temperaturschwankungen der Schwefelwasserstoffquellen in Malenovice im Zeitraum von 1. XII. 1950–10. IX. 1951. — Abb. 34. Die Temperaturschwankungen der Schwefelwasserstoffquellen beim Steinbruch Tresný in Otrokovice und die Trinkwasserquelle beim Steinbruch in Bělava im Zeitraum von 1. XII. 1950 bis 10. IX. 1951.