

VÁCLAV ZÝKA, EMANUEL KOMÍNEK

HYDROGEOCHEMIE MINERÁLNÍCH VOD
SLOVENSKA*(Obr. 6—15 v textě, příloha 1, ruské a německé resumé)*

Tato práce je souhrnem našich znalostí o původu a rozšíření jednotlivých typů minerálních vod na Slovensku se zřetelem na geologické poměry. K této studii, která vznikla na přímý popud akademika Andrusova, využili jsme všech našich předchozích poznatků, i poznatků autorů dřívějších. Zpracovalo se více než 200 chemických rozborů minerálních vod uveřejněných v obsáhlé publikaci J. Hensela a spolupracovníků a řada rozborů dosud neuveřejněných. Geologickým podkladem této studie byly nám práce Andrusovovy a Mahelovy. K účelům klasifikačním byla přizpůsobena klasifikace Palmerova a názvosloví Sulínovo. Předložená studie, i když v hrubých rysech správná, bude v budoucnu nutně vyžadovat určitých změn a doplňků, zejména pokud se týče kartografického vymezení jednotlivých zon.

I. Hydrochemická charakteristika minerálních vod Slovenska

Na území Slovenska jsme zjistili celkem šest základních typů minerálních vod a dva typy smíšeného charakteru. Vody Slovenska dělíme do následujících skupin:

- a) vody natrium-bikarbonátové,
- b) vody natrium-chloridové (naftové),
- c) vody kalcium-chloridové,
- d) vody natrium-chloridové (solné),
- e) vody kalcium-sulfátové,
- f) vody kalcium-bikarbonátové,
- g) vody smíšeného typu I,
- h) vody smíšeného typu II.

Stručná charakteristika chemismu je uvedena níže.

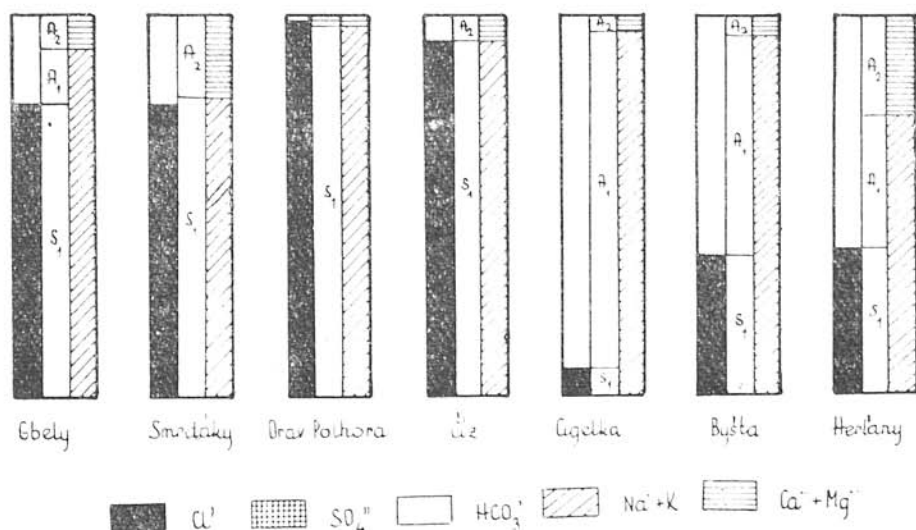
Detailním studiem genese vod se zabýváme pouze u skupiny vod smíšeného typu I. Původ ostatních typů vod je zřejmý a nepotřebuje být podrobněji rozváděn.

a) Vody natrium-bikarbonátového, natrium-chloridového a kalcium-chloridového typu.

Tyto vody jsou naftového původu, geneticky vázány na stávající i někdejší ložiska živice.

Typ natrium-bikarbonátový je charakterisován vysokým obsahem chloridů, karbonátů a bikarbonátů Na^+ a K^+ . Vyjádřeno Palmerovými indexy — ve složení vod převládá první salinita S_1 a první alkalinita A_1 . Podle stupně infiltrace jsou ve vodách zastoupeny též sulfáty Na^+ a K^+ , sulfáty Ca^{++} a Mg^{++} a karbonáty a bikarbonáty Ca^{++} a Mg^{++} . U typických vod naftových zachovaného charakteru jsou však posledně uvedené složky zastoupeny ve velmi omezeném měřítku; sulfáty jsou prakticky nepřítomny. V sousedství třetihorních vyvřelin doprovází vody vždy větší nebo menší množství volného kyslíčnicku uhličitého. Z charakteristických komponent je zastoupen jod a brom. U typických vod naftových poměr $\text{Cl} : \text{Br} < 300$.

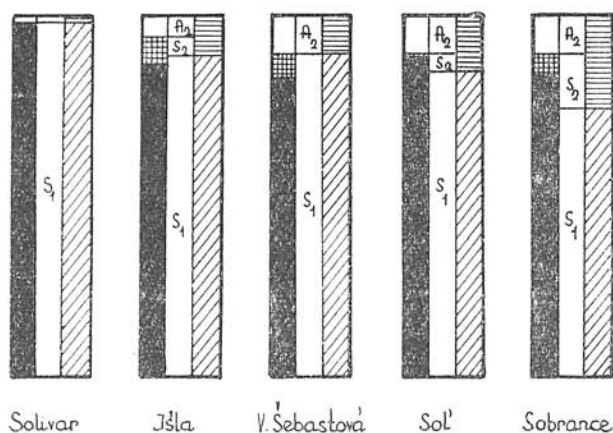
Typ natrium-chloridový (naftového původu). Ve složení vod dominují chloridy alkalií; ostatní složky bývají přítomny v nepatrném množství. Poměr $\text{Na} : \text{Cl} = 1$. Z charakteristických složek je opět zastoupen jod a brom ve značném množství. Karbonáty a bikarbonáty alkalií nejsou zastoupeny. Tyto vody vznikly většinou koncentrováním vod natrium-bikarbonátového typu, po ukončení procesů desulfatisačních, resp. po odloučení živice od vod. Vody natrium-chloridového typu mohou náležet též mezi fosilní, mořského původu. V posledních však jsou zastoupeny též SO_4^{--} . Genetický koeficient $\text{Cl} : \text{Br}$ je u vod naftového původu opět < 300 .



Obr. 6. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

Typ kalcium-chloridový je rovněž naftového původu, vzniká další koncentrací vod natrium-chloridového typu v hlubších částech sedimentárních souvrství, v basenech uzavřených neprodyšně od povrchu země. Ve složení vod dominuje chlorid sodný. Poměr $\text{Na} : \text{Cl} < 1$; zbývající chlor je vázán na Ca^{++} . Sulfáty nejsou přítomny. Karbonáty a bikarbonáty Ca^{++} a Mg^{++} bývají někdy přítomny, avšak v nepatrných množstvích. Poměr $\text{Cl} : \text{Br}$ dosahuje u vod tohoto typu velmi nízkých hodnot. Mineralisace vod vzrůstá od natrium-bikarbonátových ke kalcium-chloridovým vodám; u posledních dosahuje obsah rozpuštěných anorganických látek hodnoty 50 000 mg v 1 l vody, někdy i více. Graficky jsou chemické rozborů některých typických představitelů výše uvedených typů vyjádřeny na obr. 6.

b) Vody natrium-chloridového typu (ložisek solných). Chemické složení vod je vyznačeno chloridy $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, které ve složení zaujímají dominující postavení. Mimo to jsou ve vodách zastoupeny následující složky: sulfáty $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, sulfáty $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, chloridy Ca^{++} a Mg^{++} a konečně i karbonáty a bikarbonáty Ca^{++} a Mg^{++} . Z typických složek jsou opět pří-

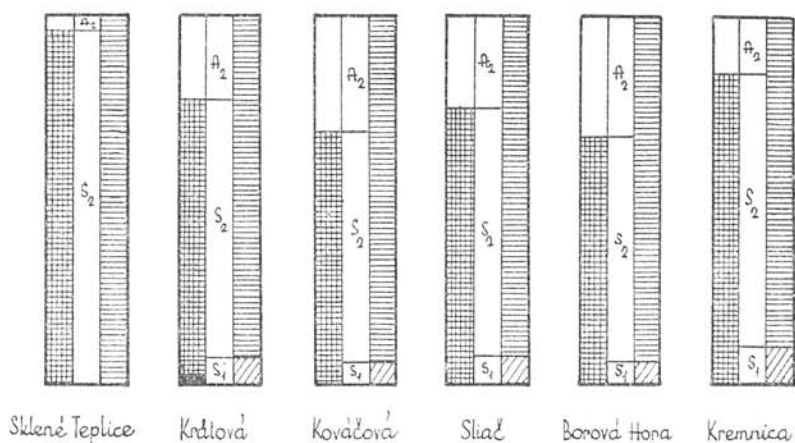


Obr. 7. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

tomny J a Br. Poměr $\text{Cl} : \text{Br} > 1000$; tímto poměrem lze rozlišit vody natrium-chloridového typu ložisek živců od vod ložisek solných. Mineralisace vod dosahuje hodnot až 300 000 mg anorganických látek v 1 l vody, i více. Grafická interpretace chemických rozborů typických vod této skupiny je uvedena na obr. 7.

c) Vody kalcium-sulfátového typu. Dominující složkou vod jsou sulfáty Ca^{++} a Mg^{++} . V menším množství jsou zastoupeny karbonáty a bikarbonáty Ca^{++} a Mg^{++} a jen ve zcela malé míře jsou přítomny chloridy

a sulfáty $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. Mineralisace vod tohoto typu v soulase s koeficienty rozpustnosti jednotlivých složek je poměrně malá. Graficky je chemismus této skupiny vod vyjádřen na obr. 8.



Obr. 8. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

d) Vody smíšeného typu I. Chemické složení vod této skupiny je velmi pestré a poměrně (vzhledem ke kvantitativnímu zastoupení jednotlivých složek) nejednotné. Bylo vytvořeno smíšením nejméně tří základních typů vod:

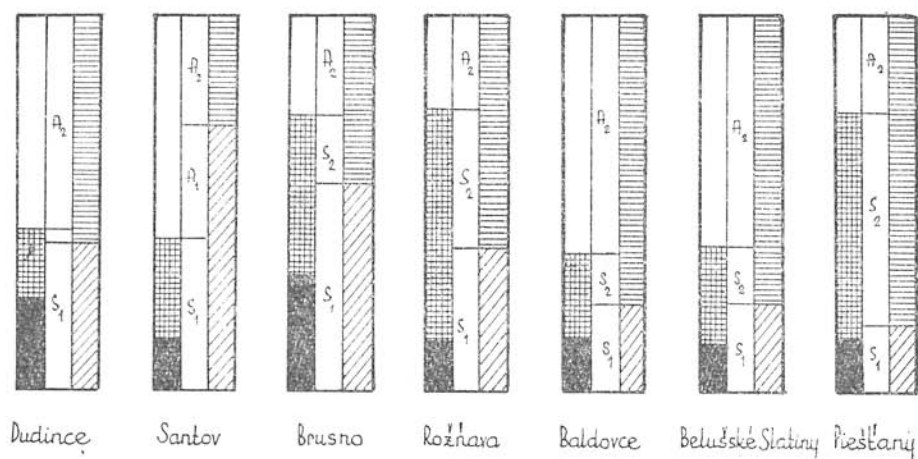
1. kalcium-sulfátového,
2. natrium-bikarbonátového,
3. kalcium-bikarbonátového.

Kvantitativní poměry míšení a kvantitativní zastoupení jednotlivých složek v obou typech vod měly rozhodující vliv na chemismus výsledné vody.

Ve složení vod jsou zastoupeny následující složky: chloridy a sulfáty $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, sulfáty $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ a karbonáty a bikarbonáty Ca^{++} a Mg^{++} . V některých vodách zůstává zachována též složka A_1 , reprezentující karbonáty a bikarbonáty $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. Nejednotnost chemického složení vod této skupiny vyplývá ze souhrnného vzorce Palmerových indexů sestavených v pořadí ubývajících hodnot (rolišujeme S_1 chloridovou a S_1 sulfátovou):

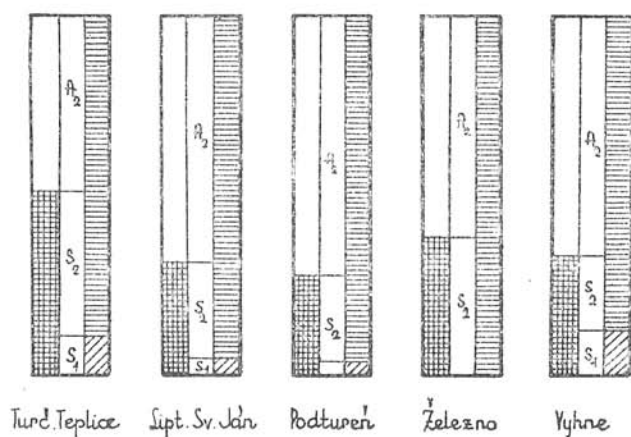
Dudince: A_2, S_{1a}, S_{1b}, S_2 ,
 Santov: A_1, A_2, S_{1b}, S_{1a} ,
 Brusno: S_{1a}, A_2, S_2, S_{1b} ,
 Rožňava: S_2, S_{1b}, A_2, S_{1a} ,
 Piešťany: S_2, A_2, S_{1a}, S_{1b} .

Ve vodách této skupiny je obsažen J a Br, pocházející z natrium-bikarbonátové komponenty. Z plynů je přítomen CO_2 a někdy značná kvanta H_2S , vznikajícího biogenní redukcí sulfátů. Grafická interpretace typických představitelů vod této skupiny je uvedena na obr. 9.



Obr. 9. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

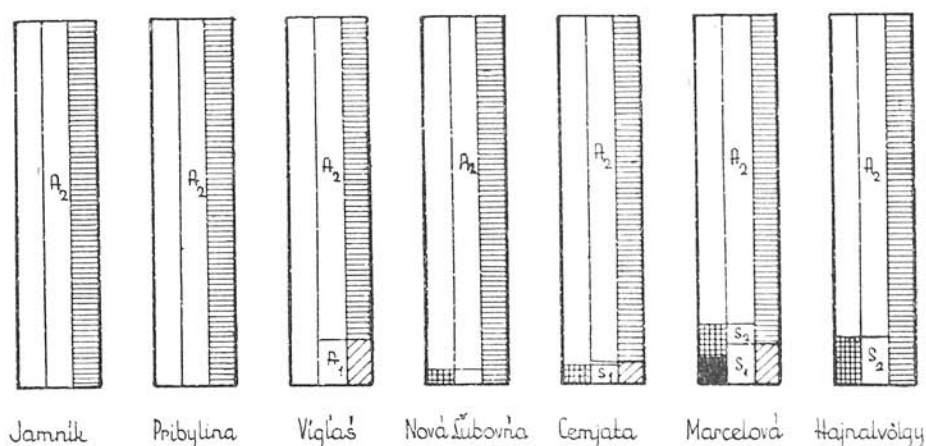
e) Vody smíšeného typu II. Dle hydrogeochemického typu náleží tyto vody do skupiny kalcium-bikarbonátové; od této však byly odděleny pro značně vysoký obsah sulfátů Ca^{++} a Mg^{++} . Ve složení vod dominující postavení zaujímají karbonáty a bikarbonáty $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, další místo zaujímají sulfáty $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$. Sulfáty alkálií jsou přítomny v nevýznamném množství. Složení vod této skupiny je poměrně jednotné; souhrnný vzorec



Obr. 10. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

Palmerových indexů pro všechny vody je představován řadou A_2 , S_2 , S_1 . Geneticky jde o směs dvou typů vod — kalcium-sulfátového a kalcium-bikarbonátového. Mineralisace vod je nevysoká. Graficky jsou rozborů vyjádřeny na obr. 10.

f) Vody kalcium-bikarbonátového typu. Dominující postavení zaujímají karbonáty a bikarbonáty $Ca^{++} + Mg^{++}$; všechny ostatní složky



Obr. 11. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

jsou přítomny obvykle v nevýznamných množstvích. Existence vod tohoto typu odpovídá kalcium-bikarbonátové fázi vyluhování hornin; vody nejsou vázány na horniny určitého stáří, mohou vznikat kdekoli. Mineralisace vod je většinou nízká. Graficky je složení vod vyjádřeno na obr. 11.

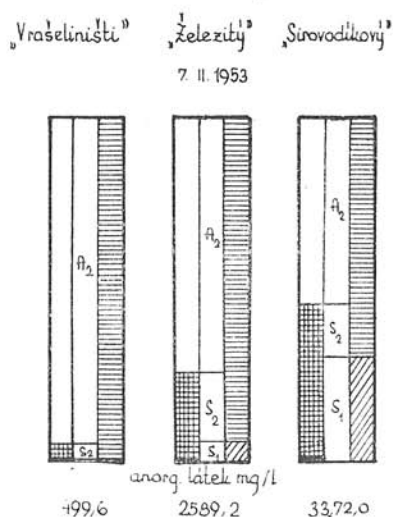
II. Původ vod smíšeného typu I

Geneticky nesporně nejzajímavější jsou vody smíšeného typu I. Touto skupinou vod musíme se nutně šíře zabývat, neboť námi uváděné názory na vznik těchto, na Slovensku tak rozšířených vod, nepochybně narazí na opačná mínění jiných pracovníků. K této skupině řadíme (kromě jiných) následující minerální vody: Sv. Jur, Piešťany, Trenčianské Teplice, Rajecké Teplice, Martin, Záturčie, Sliače, Belušké Slatiny, Baldovce, Sivá Brada, Borová Hora, Brusno, Lúčky, Rožňava, Vyšné Ružbachy, Liptovský Ján, Lipovec, Šindliar, Zvolen, Slatvina, Santov, Želovce, Dudince, Slatina, Malinovec. Hydrochemická charakteristika byla uvedena výše. Jako genetický důkaz námi popsaného původu vod jsme použili koeficientu $Cl : Br$. Poměr

obou prvků pohybuje se v těchto vodách od 11,4 do 28705; tyto hodnoty jsou ovšem zcela výjimečné a vzhledem k tomu je lépe nebrat je v úvahu. U novějších rozborů lze mezní hodnoty poměru Cl : Br vyjádřit krajními hodnotami 60,2—1472.

Většina vod, u nichž obsah obou prvků byl spolehlivě stanoven, má však hodnoty tohoto poměru < 300 . Kromě koeficientu Cl : Br uvedli jsme v následující tabulce též obsah jodu, pokud ovšem byl stanoven. Nicméně příznačný koeficient Cl : Br < 300 , obsah jodu a hydrochemický charakter, obsah H_2S , geologické podmínky nevyjímaje, — svědčí ve prospěch našeho názoru. K této skupině řadíme dále prameny: Pezinok, Turčianské Teplice, Kubrá, Koplotovce, Rojkov, Bojnice, Červený Kláštor, Malé Bielice, Bory a jiné. Bohužel obsah Br a J nebyl až dosud u těchto vod stanoven. Samotný hydrochemický typ v některých případech není spolehlivým kritériem pro genetické zařazení vody. Jako důkaz toho uvádíme na př. grafickou interpretaci chemických rozborů pramenů minerálních vod v Rojkově (Ružomberok); zde v plošně omezeném územním celku vyvěrají 3 minerální prameny (viz obr. 12) zdánlivě různého charakteru a genese. Přesto, detailním prozkoumáním podmínek vývěru se ukázalo, že tato různost je pouze zdánlivá.

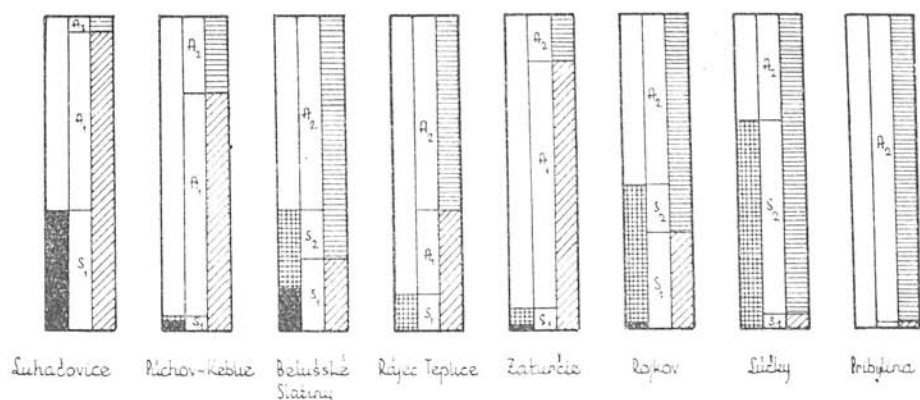
Pramen „v rašeliništi“ a „železitý“ vyvěrají nedaleko obce Rojkov, na pravém břehu Váhu. Pramen „v rašeliništi“ má nejlepší podmínky pro infiltraci povrchových vod, protože je nejvíce zředěn vodou meteorického původu, kalcium-bikarbonátového charakteru. Pramen „železitý“ vyvěrá o několik desítek metrů výše ve svahu. Podmínky pro infiltraci jsou zde značně menší, což se projevuje na chemickém složení i na celkové mineralisaci. Pramen „sírovodíkový“ vyvěrá na protilehlém břehu Váhu, nedaleko strážního domku. Podmínky pro infiltraci jsou omezené. Složitě geologické podmínky se zde projevují i na plynovém složení vod; prameny „v rašeliništi“ a „železitý“ jsou typickými kyselkami — obsahují značná kvanta volného CO_2 ; sírovodík neobsahují vůbec. Pramen „sírovodíkový“ neobsahuje CO_2 , za to však vykazuje obsah 7,5 mg volného H_2S , vznikajícího biogenní redukcí sulfátů. Stupeň zředění tedy ovlivňuje chemismus vod a v některých případech může úplně potlačit původní charakter vody, tak jako je tomu u pra-



Obr. 12. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska. Prameny v Rojkově.

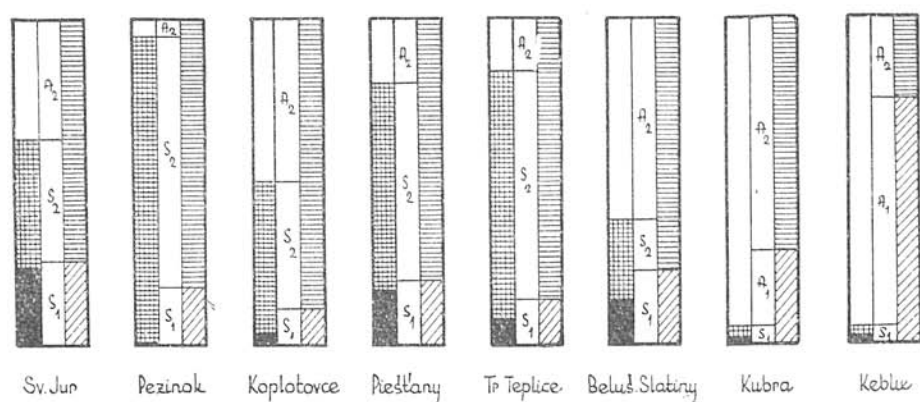
mene „v rašelišti“. Proto při konstrukci hydrogeochemických map nutno prozkoumat složení všech pramenů i když vývěrem omezených na plošně malou oblast.

Podobné poměry jako v Rojkově vyskytují se téměř na každé lokalitě. Grafická interpretace chemických rozborů minerálních vod při linii



Obr. 13. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

Sv. Jur—Keblice je uvedena na obr. 14. Diagramy zřetelně ukazují složité podmínky této zony, jsou však vedle ostatních důkazem správnosti námi předloženého názoru na původ těchto vod.



Obr. 14. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska.

Grafický původ jednotlivých složek ukazuje názorně obr. 15.

V některých případech nutno však přiřadit i některé složky jiného původu. Tak je tomu na př. u pramenů piešťanských, trenčianskoteplických

mg/l							
Cl'	Br'	J'	Cl':Br'	Lokalita	Pramen	Autor, rok	Citace
160,13		0,4		Sv. Jur		Němejc, 1947	Hensel, 1951
111,7	0,4	0,07	279,2	Piešťany	Traján	Veselý, 1930	Hensel, 1951
121,6		0,03		Piešťany	Traján	Němejc, 1948	Hensel, 1955
102,6	0,2	0,03	513,0	Tren, Teplice	Sina	Veselý, 1930	Hensel, 1951
103,2	0,24	0,03	516,0	Tren, Teplice	Starý	Veselý, 1930	Hensel, 1951
44,7		*		Púchov-Keblice		1944	Hensel, 1951
1,13		*		Rajec, Teplice	Čestmír	Veselý, 1933	Hensel, 1951
30,7		*		Martin	Medokýš	Němejc, 1943	Hensel, 1951
72,94	0,855	0,072	85,5	Záturčie	Fatra	Veselý, 1937	Hensel, 1951
26,5	*			Sv. Ján		Veselý, 1932	Hensel, 1951
58,4	0,8			Sliače (Ružom.)	Čertovica	Němejc, 1946	Hensel, 1951
130,3		0,084		Belušícké	Štiavica	Němejc, 1950	Hensel, 1951
				Slatiny			
130,6		0,139		Belušícké	Kúpeľný	Němejc, 1950	Hensel, 1951
				Slatiny			
309,5		0,26		Baldovec	Deák	Hankó, 1906	Hensel, 1951
282,93	1,162	0,2481	243,9	Sivá Brada	Sv. Križ	Němejc, 1944	Hensel, 1951
282,9	1,10	0,4	257,2	Sivá Brada	Sv. Križ		Zýka, 1956
5,1		0,0035		Borová Hora	Rosenauerov	Němejc, 1949	Hensel, 1951
146,7		0,0458		Brusno	Ludovít	Němejc, 1947	Hensel, 1951
938,9		0,03		Brusno	Hedviga	Schelle, 1907	Hensel, 1951
144,8		0,04		Brusno	Paula	Němejc, 1947	Hensel, 1951
90,3		0,03		Brusno	Janka	Němejc, 1947	Hensel, 1951
16,69	0,26	0,024	64,01	Lúčky	Kúpeľný	Veselý, 1949	Hensel, 1951
12,66	0,21	0,012	60,2	Lúčky	Marta	Veselý, 1949	Hensel, 1951
15,63	0,245	0,021	65,1	Lúčky	Badula	Veselý, 1949	Hensel, 1951
4,1		0,0015		Rožňava	Anton	Němejc, 1948	Hensel, 1951
22,416		0,036		V. Ružbachy	Švajčiarský	Červený, 1929	Hensel, 1951
20,4		0,016		Marcelová		Němejc, 1947	Hensel, 1951
26,53	*	*		Lipt. Sv. Ján	Teplica	Veselý, 1931	Hensel, 1951
85,9	1,419	0,048	61,3	Lipovec	Salvátor	Veselý, 1926	Hensel, 1951
99,3	0,1	1,7	993,0	Lipovec	Salvátor		Zýka, 1956
44,97	3,94	*	11,4	Šindliar	Sultán		Hensel, 1951
60,0	*	*		Šindliar	Sultán		Zýka, 1956
78,7		0,0173		Zvolen	Gustávka	Němejc, 1944	Hensel, 1951
37,9		0,0135		Zvolen	Podliavický	Němejc, 1949	Hensel, 1951
574,1	0,02	0,01	28705,0	Slatvina	Ánna		Hensel, 1951
574,1*	1,8	0,4	318,8	Slatvina	Anna		Zýka, 1956
361,6				Santov		Buchtala, 1930	Hensel, 1951
252,2*	1,6	0,9	1576,0	Mufa			Zýka, 1955
767,6		0,05		Želovce		Němejc, 1949	Hensel, 1951
564,9*	1,4	0,5	403,4	Dudince	1		Zýka, 1955
565,2*	0,9	0,4	605,7	Dudince	2		Zýka, 1955
572,25	0,397	0,635	1472,4	Slatina	Viera	Karpáti, 1941	Hensel, 1955
425,5	*	*		Slatina	Viera		Zýka, 1955
638,0*	0,9	0,4	708,8	Malinovec	Pavla		Zýka, 1955
670,6*	1,1	0,3	609,6	Malinovec	Štrandový		Zýka, 1955

* Stanoven pouze obsah J a Br.

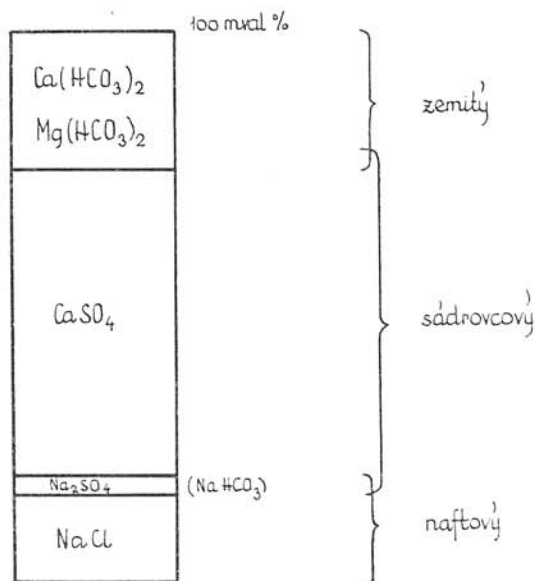
a jinde. Tak na př. v genesi minerálních vod piešťanských můžeme rozlišit následující hydrogeochemické etapy přeměn:

a) vznik vody natrium-bikarbonátového typu,

b) příchod značných kvant vody kalcium-sulfátového typu a jako důsledek toho, přeměna základního typu v typ kalcium-sulfátový,

c) příchod CO_2 postvulkanického původu a pravděpodobně i malého množství vody „juvenilní“. Tato etapa neprojevila se sice metamorfosou, za to však došlo k obohacení vody některými vzácnějšími prvky (stopové prvky),

d) příchod vody povrchové, kalcium-bikarbonátového charakteru.



Obr. 15. Hydrogeochemie minerálních vod Slovenska. Původ jednotlivých složek minerální vody pramene „Traján“ v Piešťanech.

Pochopitelně nelze rozlišit posloupnost těchto etap, i když by ji bylo možno přibližně stanovit. Volný H_2S v těchto pramenech vzniká podle naší domněnky buď redukcí SO_4 biogenní, neb chemickou cestou (působením uhlovodíků na SO_4 v roztoku za zvýšené teploty). Pravděpodobnější však je první případ.

III. Minerální vody ve vztahu ke geologii Slovenska

Po vyjasnění otázek genetického rázu je zcela pochopitelně nutno zabývat se vztahem minerálních vod ke geologii, či lépe: zjištěním, odkud pochází minerální vody jednotlivých typů a jakým způsobem charakter hornin uplatnil svůj vliv na celkový chemismus těchto vod. Tato otázka je neoby-

čejně slčitá, nicméně naše studie přinesla řadu důležitých poznatků i k tomuto problému.

Flyšové pásmo (Bílé Karpaty, Javorníky, Beskydy) je charakterizováno vodami těchto typů:

- a) natrium-bikarbonátového,
- b) kalcium-chloridového,
- c) kalcium-bikarbonátového.

Minerální vody prvních dvou typů jsou naftového původu, přímo vázány na existenci živců v sedimentárním komplexu. Hydrochemická charakteristika těchto typů je uvedena v předchozím. K těmto skupinám náleží vody v následujících lokalitách: Luhačovice—Keblice, Oravská Polhora, Cigelka, Cigla, Gaboltov, Bardejov, Slovenská Lúka, Smilno, Varadka, Dubová Hažlín, Šarišský Štiavnik a j. dále na východ. Podle lokálních podmínek je ve vodách obsažen H_2S a uhlovodíky (v případě zachovaného charakteru vod), nebo svůj vliv uplatňuje kyslíčník uhlíčitý postvulkanického původu (tak je tomu ve většině případů, až na oblast Oravské Polhory a Smilno). Většina minerálních vod natrium-bikarbonátového typu vykazuje charakter ve větší či menší míře potlačený vodami infiltrovanými, kalcium-bikarbonátového typu. Oravská Polhora je jedinou vodou kalcium-chloridového typu na Slovensku. Je to vysoce mineralisovaná voda naftových ložisek, uzavřená v souvrstvích neprodyšně uzavřených od jakékoliv vodovýměny. Svým složením připomíná vysoce mineralisované rosoly kalcium-chloridového typu na Ostravsku (OKD).

Směrem k jihu přechází ve východních Beskydech zona natrium-bikarbonátových vod do zony vod kalcium-bikarbonátových, bohatých rovněž volným CO_2 (t. zv. kyselky prosté).

Tato přeměna zony jednoho typu vod v druhý, odlišný typ může se uskutečňovat následujícími způsoby:

a) Potlačováním hydrochemického charakteru natrium-bikarbonátového příchozem (smíšením) velkých kvant vody kalcium-bikarbonátového charakteru. To se skutečně děje v řadě případů, kdy přítok vody prvního typu je malý, značně omezený buď přítomností těsnících puklin, nebo vyčerpáním ložiska vody, za neomezeného přítoku svrchnějších (nadložních) vod kalcium-bikarbonátových.

b) V oblastech, ve kterých ložiska živců a tedy i vod natrium-bikarbonátového typu nikdy nebyla, je vznik těchto vod přirozeným důsledkem kalcium-bikarbonátové fáze vyluhování hornin.

c) V oblastech naftonosných (a všeobecně kdekoliv jinde) typ kalcium-bikarbonátový je běžný pro nejsvrchnější část zemské kůry. Tedy při povrchu mohou dobře existovat tyto vody, zatím co hlubší části sedimentár-

ních souvrství mohou skrývat vody natrium-bikarbonátové (naftové), resp. natrium-chloridové a kalcium-chloridové.

V dané oblasti přiřkláníme se k možnosti sub a), resp. b).

Lokální výjimky existence vod tohoto typu v menších, uzavřených a dobře izolovaných basínech nejsou tím ovšem vyloučeny. S případy podobných přechodů a potlačovacích pochodů setkáváme se i jinde, neboť kalcium-bikarbonátový typ vod je nesmírně rozšířen a může vznikat kdekoli.

S hydrogeochemického hlediska jsou pro flyšové pásmo typické vody naftového původu, převážně natrium-bikarbonátového charakteru.

Bradlové pásmo

Na minerální vody je velmi chudé, typických vod minerálních postrádá. Slabě mineralisované prameny náleží typu kalcium-bikarbonátovému. V některých pramenech bývá zastoupen H_2S ; jeho vznik považujeme za biogenní. V okolí Trenčína slabě mineralisované vody bradlového pásma budou vykazovat smíšený charakter II, neboť zde lze předpokládat vliv vyluhování $CaSO_4$ ze sádrovcových čoček svrchního triasu (Andrusov 1938).

Lokálně mohou vyvěrat v bradlovém pásmu vody, které některé své složky obdržely z hornin mimo bradlové pásmo. Takový je na př. případ minerální vody Púchov—Keblice, která náleží k vodám natrium-bikarbonátovým, a jejíž původ lze spatřovat ve vnějším flyši (resp. neogenu?). Složka $Ca-(Mg)(HCO_3)_2$ pochází z infiltrace vod povrchového původu.

Minerální vody v Belušských Slatinách vyvěrají rovněž v bradlovém pásmu, vývěrem jsou vázány na neogenní sedimenty Považí; charakter vod je částečně určován horninami tohoto pásma.

Paleogen mimo flyšové pásmo

Tento útvar je charakterisován vodami následujících typů:

- a) kalcium-sulfátového,
- b) kalcium-bikarbonátového,
- c) natrium-bikarbonátového,
- d) smíšeného typu I.

Vody kalcium-sulfátového typu jsou pravděpodobně vázány na sedimenty mesozoického stáří. Usuzujeme tak z toho, že jsou rozšířeny v oblasti přílehlé bradlovému pásmu, kde tektonické poměry umožňují pronikání povrchových vod až do druhohorních souvrství. Zde se pak vody mineralisují a chemickou metamorfosou mění se povrchový typ kalcium-bikarbonátový v typ kalcium-sulfátový. Vody smíšeného typu I jsou rozšířeny rovněž podél bradlového pásma; všeobecně jsou rozšířeny v oblastech silně tektonicky porušených. Řadíme sem prameny v Červeném Kláštore, Vyšných Ružbachách; dále prameny v Baldovcích, Sivé Bradě, Šindliaru a j.

Vody natrium-bikarbonátového typu vyskytují se východně od Vysokých Tater (Starý Smokovec, Výborná, Ľubice a j.) směrem k severu přechází ve smíšený typ I.

Vody kalcium-bikarbonátového typu jsou rozšířeny jižně od Vysokých Tater (Jamník, Pribilina, Matliare a j.). Směrem k jihu vzrůstá obsah sulfátů spolu s vystupováním druhohorních útvarů. Kalcium-bikarbonátové vody vyskytují se dále v Toporci, Forbasích a N. Ľubovni. Za typické pro paleogen mimo flyšové pásmo pokládáme stejně jako ve flyšovém pásmu vody natrium-bikarbonátové.

Pásmo třetihorních nížin

Toto pásmo vyznačuje se mnohotvarostí chemického složení minerálních vod. V třetihorních nížinách Slovenska vyvěrají minerální prameny následujících typů:

- a) natrium-bikarbonátového,
- b) natrium-chloridového (naftový),
- c) natrium-chloridového (solný),
- d) smíšeného typu I,
- e) kalcium-bikarbonátového.

Mnohotvarost chemického složení minerálních vod není ovšem nikterak náhodná, nýbrž řídí se přesnými zákonitostmi zejména pokud jde o geologické stavby jednotlivých oblastí. Podle jednotlivých geologicko-geografických územních celků jeví se nám hydrogeochemická situace takto:

a) Neogenní oblast západně od Malých Karpat je vyznačena vodami natrium-bikarbonátového typu s plně zachovaným charakterem vod naftových ložisek. Náležejí sem prameny v těchto lokalitách: Smrdáky, Gbely, Skalica a řada dalších.

b) Oblast podél jižního okraje Krupinské Vrchoviny je vyznačena prameny smíšeného typu I. Náležejí sem vývěry vod v Borech, Kalinčiakově, Slatině, Santově, Dudincích, Malinovci a pod.

c) V oblasti jižního Slovenska nachází se pouze jeden pramen minerální vody v Marcelové. Podle hydrochemického charakteru náleží voda kalcium-bikarbonátovému typu, nelze však vyloučit, že až sem sahá zona vod smíšeného typu I. Bohužel, pro závěry tohoto druhu schází nutný hydrochemický materiál.

d) Území podél východního okraje Malých a Bílých Karpat je vyznačeno minerálními prameny smíšeného typu I. Náležejí sem prameny těchto lokalit: Sv. Jur, Pezinok, Koplotovce, Piešťany, Trenč. Teplice, Belušské Slatiny a Kubra.

e) Území mezi Muľou, Lučencem a Kalinovem je charakterisováno vodami natrium-bikarbonátového typu. (Prameny v Muľe, Lučenci a Kalinově.)

f) Oligocen jihovýchodního Slovenska je vyznačen natrium-chloridovými vodami v Čízu. Tyto vody jsou naftového původu.

g) Jinak území mezi Šafarikovem a Lučencem je charakterisováno vodami kalcium-bikarbonátového typu, místy ukazujícími, zdá se, na potlačený charakter naftových vod.

h) Východoslovenská neogenní území jsou typická minerálními vodami

1. natrium-chloridového typu, solného původu. Sem náleží prameny v Išle, Solivaru, Vyšné Šebastové, Soli a Sobrancích (původ pramenů poslední lokality není spolehlivě určen, chemismus svědčí však o solném původu vody). Geologická poloha pramenů v Išle, Vyšné Šebastové a Soli ukazuje na možnost existence vlastního solného ložiska pod neogenními vyvřelinami. Totéž platí i o Sobrancích.

2. natrium-bikarbonátového charakteru (naftového původu). K této skupině náleží minerální vody v Hencovecích, Byště, Velatech a Kuzmicích (?), dále minerální vody ve Vel. Kapušanech (?) a Herlanech. (Chemismus vod označených otazníkem není spolehlivě znám.) Natrium-bikarbonátové vody východoslovenského neogenu (resp. paleogenu) mají většinou původní charakter potlačený infiltrací a obsahují značná kvanta volného CO_2 , stejně je tomu i v oblasti Muľa—Lučenec. Prameny v Kokošovcích a Zl. Bani (poslední vyvěrají již z oblasti neogenních vyvřelin) vykazují dosti značně porušený charakter natrium-bikarbonátový a lze je řadit ke smíšenému typu I. Přítomnost těchto vod však ukazuje na těsnou spojitost solných ložisek s ložisky naftovými.

i) Kotlina Oravská — minerální prameny nejsou známy; lze však předpokládat vody typu natrium-bikarbonátového neb smíšeného typu I.

j) Kotlina Turčianská. Toto území označujeme jako zonu smíšeného typu I. Hydrogeochemické poměry svojí složitostí odpovídají geologické situaci. Náleží sem prameny v Bojnicích, Malých Bielcích, Turčianských Teplicích, Martině a Záturčí (a Stankovanech). Zařazení oblasti je sice správné avšak příliš schematické, neboť:

1. Smíšený charakter I vykazují vody v Bojnicích, Turčianských Teplicích, Martině (zde zachována markantně složka A_1) a Stankovanech.

2. Prameny v Malých Bielcích náleží kalcium-bikarbonátovému typu, ačkoliv znaky smíšeného typu I vykazují v menší míře rovněž.

3. Pramen v Záturčí náleží typu natrium-bikarbonátovému.

k) Neogenní pánev Zvolensko-Badinská a pánev Rožňavská.

1. Pánev Rožňavská je charakterisována vodami smíšeného typu I. (Kúpele Rožňava.)

2. Totéž platí i o ostatních pánvích. Ke smíšenému typu I náleží prameny ve Zvolení, Horní Lehotě a j. Všeobecně však v těchto pánvích převládá již sulfátový charakter vod.

Gemeridy

Krystalické oblasti Gemerid postrádají téměř minerální prameny. Pokud jsou přítomny, jejich mineralisace je nízká, charakter kalcium-bikarbonátový.

Na přechodu krystalinika do druhohorní vápencové serie gemeridní vyvěrá pramen v Rožnavě, vázaný na tamní malou neogenní pánev. Je to voda smíšeného typu I.

Ve vápencové oblasti Gemerid mají prameny minerálních vod charakter kalcium-bikarbonátový. Původ minerálních složek vody v Tisovci vidíme v těchto horninách. Typické pro Gemeridy jsou vody kalcium-bikarbonátového typu.

Tatridy a Granidy

Pokud se týče charakteru minerálních vod, dominuje charakter kalcium-sulfátový, resp. smíšený typ II.

Vulkanické pásmo

Typické jsou vody kalcium-bikarbonátového typu (kyselky prosté). Minerální vody kalcium-sulfátového typu (Sklené Teplice, Kremnica, Vyhne a j.) mají svůj obsah anorganických látek nepochybně z hornin mesozoických v podloží vyvěřelin. Podobný je i původ minerálních vod v Banské Štiavnici (v t. zv. Františkově šachtě); v tom případě jde o vodu smíšeného typu I.

IV. Hydrogeochemické profily

Změny chemického složení minerálních vod v závislosti na geologickém prostředí (t. j. okolních horninách) velmi názorně ukazuje obr. 8, představující grafickou interpretaci rozborů vod vyvěrajících přibližně na linii Luhačovice—Pribilina (pramen 68).

Luhačovické prameny (a všechny vody na Uherskobrodsku vůbec) náleží natrium-bikarbonátovému typu. Jsou to vody rozrušených naftových ložisek, bohaté volným kyslíčným uhlíčitým, které v geologické historii prošly řadou přeměnných hydrochemických etap (Zýka 1954). K těmto typu náleží i voda v Púchově-Keblie (pramen 22), zde se však již projevuje více než u pramenů uherskobrodských potlačování původního charakteru vodou infiltrovanou, typu $\text{HCO}_3\text{—Ca}$. Obě lokality jsou vázány na flyšové pásmo i když pramen v Púchově-Keblie vyvěrá v pásmu bradlovém. Minerální prameny v Belušských Slatinách (pramen 23) jsou vázány vývěrem na neogenní sedimenty. Ve složení vod uplatňuje se již větší podíl sulfátů

Ca^{++} a Mg^{++} a jako nová složka objevují se zde již sulfáty Na^{+} K^{+} . Voda náleží kalcium-bikarbonátovému typu, avšak geneticky je tvořena směsí vody natrium-bikarbonátového a kalcium-sulfátového charakteru. Na chemické složení vody uplatňuje vliv ještě třetí typ vod — kalcium-bikarbonátový.

Prameny v Rajeckých Teplicích (pramen 24) vznikly podobným způsobem jako v Belušských Slatinách; zde však vody kalcium-sulfátového charakteru se na přeměně původního typu uplatnily jen málo; proto je ve složení vod přítomna složka A_1 , představující karbonáty a bikarbonáty alkálií.

Prameny v Rajeckých Teplicích (pramen 24) jsou vázány vývěrem na druhohorní sedimenty, v charakteru vod se však uplatňuje vliv podhalského flyše. Pramen v Záturčí (25) je natrium-bikarbonátového charakteru; vliv kalcium-sulfátových vod se zde uplatnil jen nepatrně. Složka Na_2SO_4 v 1. salinitě je téměř bezvýznamná. Vývěrem jsou tyto prameny vázány na neogenní pánev martinskou. U pramenů vyvěrajících na katastru obce Rojkov (pramen 27) uplatňuje opět značný vliv na složení vod voda kalcium-sulfátového typu. Pramen v Rojkově musíme nutně považovat za vodu stejného původu, jako v Belušských Slatinách; v obou případech vykonávají na složení vod značný vliv sedimenty subtatranských příkrovů (druhohory).

Prameny v Lúčkách (pramen 29) náleží již téměř čistému kalcium-sulfátovému typu. Vývěrem je vázán na sedimenty podhalského flyše, avšak chemické složky přítomné ve vodách této lokality nepochybně pocházejí z triasových vrstev subtatranských příkrovů.

Minerální voda v Pribilíně (pramen 68) představuje čistý kalcium-bikarbonátový typ; geologicky vázaná na podhalský flyš. Tento typ je běžný v blízkosti povrchových partií lithosfery.

Změny chemického složení jsou velmi názorné z rejstříků Palmerových indexů, sestavených v pořadí ubývajících hodnot. Uvádíme je pro uvedené vody v následující tabulce; na rozdíl od dřívějších prací rozlišujeme zde první salinitu S_1 chloridovou (S_{1a}) a sulfátovou (S_{1b}).

Lokalita	Palmerovy indexy	SO_4^{--} v mval %
Luhačovice:	S_1 , A_1 A_2	0,0
Púchov:	A_1 , A_2 , S_{1a} , S_{1b}	1,0
Belušské Slatiny:	A_2 , S_2 , S_{1a} , S_{1b}	13,0
Rajecké Teplice:	A_2 , A_1 , S_{1b}	6,0
Zaturčie:	A_1 , A_2 , S_{1b} , S_{1a}	2,5
Rojkov:	A_2 , S_1 , S_2 , S_{1ba}	23,0
Lúčky:	S_2 , A_2 , S_{1b}	31,5
Pribilina:	A_2 , A_1	0,0

Analogických příkladů možno ovšem uvést více. Velmi typickou na př. byla by řada pramenů při linii Smrdáky—Víglaš. Velmi zajímavý a ná- zorný po stránce mnohotvarosti chemického složení minerálních vod Slo- venska je profil od severu k jihu, t. j. vody při linii Oravská Polhora—Lu- čenec—Sóshartyani.

Oravská Polhora (28) náleží typu kalcium-chloridovému, jde o vysoce mineralisovaný rosol hlubinného uložení, naftového původu.

Prameny v Lúčkách (29) náleží již téměř čistému typu kalcium-sulfáto- věmu, stejně jako pramen v Korytnici (32) a v Železnu (31). Vody v Brusně (34) náleží smíšenému typu I (kalcium-sulfátový + natrium-bikarboná- tový). Tyto vody přecházejí do čistého typu kalcium-bikarbonátového, vy- značeného prameny ve Víglaši (40) a širokém okolí.

Pak následuje zona natrium-bikarbonátových vod v oblasti Lučenec (44) — Muľa (42), přecházející do zony natrium-chloridové již na území Maďar- ska. Závislost jednotlivých typů vod na geologických útvech je zřejmá z přiložené mapy.

V. Závěr

Jednotlivé geologické útvary Slovenska jsou charakterisovány minerál- ními vodami specifického hydrochemického charakteru. Pro vnější flyš jsou příznačné vody natrium-bikarbonátového a kalcium-chloridového typu; jejich původ je naftový. Bradlové pásmo postrádá významnějších minerál- ních pramenů. Vody specifického hydrochemického charakteru nelze vůbec předpokládat. Vody tohoto pásma mohou mít charakter kalcium-bikarbo- nátový, lokálně i kalcium-sulfátový. Vody natrium-bikarbonátového typu, pokud jsou vývěrem vázány na bradlové pásmo, náleží geneticky jiným geologickým útvarům.

Pro vnitřní flyš jsou příznačné vody natrium-bikarbonátového typu.

Třetihorní nížiny (neogen včetně oligocenu) jsou charakterisovány vo- dami natrium-bikarbonátového typu; lokálně též natrium-chloridového typu. Pro východoslovenský neogen jsou příznačné kromě natrium-bikar- bonátových vod též vody natrium-chloridového typu solných ložisek, lokálně též vody smíšeného typu I. Lze předpokládat i vody kalcium-sulfátového typu geneticky vázané na ložiska sádrovce. Pro druhohorní sedimenty jsou všeobecně příznačné vody kalcium-sulfátového typu. Geneticky jsou tyto vody vázány pravděpodobně na sedimenty triasového stáří.

Gemeridy, jakož i vulkanické pásmo, jsou charakterisovány vodami pře- vážně kalcium-bikarbonátového typu. Pokud jsou v těchto oblastech za- stoupeny jiné typy vod, obsah minerálních složek pochází nepochybně z pod- ložních hornin. Tak je tomu na př. u pramenů v Kováčové, Sliači, Sklených

Teplicích, Vyhních a j., u nichž obsah ve vodě rozpuštěných solí odvozuje od podložních mesozoických hornin (trias).

Vody smíšeného typu I lze očekávat všude tam, kde pod útvary charakterisovanými přítomností natrium-bikarbonátových vod lze očekávat přítomnost mesozoických sedimentů. Minerální vody tohoto typu byly však zjištěny i v pásmu druhohorních sedimentů; tyto výskyty jsou však ojedinělé (Brusno) a geologický původ vod je stejný. K této skupině náleží též minerální voda vyvěrající v t. zv. Františkově šachtě v Banské Štiavnici.

Není vyloučeno, že natrium-bikarbonátová složka vody pochází ze sedimentů uložených pod efusivy; to je ovšem velmi nejisté konstatování.

Smíšený typ II je přechodním typem mezi kalcium-sulfátovými vodami a vodami kalcium-bikarbonátového charakteru. V podstatě se jedná o potlačování prvního typu vod vodami kalcium-bikarbonátovými. Původ kalcium-sulfátové složky odvozujeme stejně jako v ostatních případech od mesozoických (resp. ve specifických případech i neogenních) sedimentů.

Vody kalcium-bikarbonátového charakteru vyskytují se prakticky ve všech útvarech. Jejich existence odpovídá kalcium-bikarbonátové fázi vyluhování hornin. Vody tohoto typu jsou běžné v blízkosti povrchových partií lithosfery a jejich zvýšená mineralisace je způsobena agresivitou kyslíčnicku uhličitého. Všechny vody až na skupinu vod naftového charakteru jsou meteorického původu, mineralisované v horninách, ve kterých cirkulují.

Vody smíšeného typu I jsou minimálně trojího původu: 1. naftového, 2. sádrovcového, 3. zemitého (a 4. vulkanického?).

Jižní část Slovenska, t. j. území mezi Bratislavou, Levicemi a Bánovci nebyla při sestavování hydrogeochemické mapy vzata v úvahu; chybějí zde hydrochemičtí ukazatelé. Vody této oblasti budou však nepochybně náležet natrium-bikarbonátovému typu hlubinného původu, resp. typům příbuzným (natrium-chloridovému nebo kalcium-chloridovému).

Totéž platí i pro část východoslovenského neogenu, kde kromě výše uvedených typů lze předpokládat rozšíření zony vod natrium-chloridového typu solných ložisek, a možná i vody kalcium-sulfátového typu ložisek sádrovce. Některá jiná geologická pásma (lokálně bradlová, tatridy a pod.) nebyla uvažována pro nedostatek podkladů. V těchto případech lze očekávat minerální vody převážně kalcium-bikarbonátového typu, resp. v některých případech vody typů smíšených. Poslední však mají geologický původ v jiných horninách.

Grafické zobrazení chemických rozborů je uvedeno v příslušných obrázcích. Rozsah jednotlivých hydrogeochemických zon minerálních vod je zřejmý z přiložené mapy.

*Katedra geologie přírod. fakulty
Masarykovy university, Brno*

Andrusov D., 1938: Geologie Slovenska. Praha. Andrusov D., 1943: Geologia a výskyt nerastných surovín Slovenska. Bratislava. Andrusov D., 1948: Solné ložiská na východnom Slovensku. Košice. Duben V., 1940: Minerální vody v karpatské části jihovýchodní Moravy. Zpr. věř. sl. techn., Praha. Hensel J. a spolupracovníci, 1951: Balneografia Slovenska. SAV, Bratislava. Hynie O., 1927: Geologická stavba širšího okolí lázni Piešťan a jejich termální zřídla. Sborník SGÚ, Praha. Hynie O. a Zoubek V., 1949: Geologické poměry našich lázeňských míst. Almanach lázní ČSR, Praha. Komárek K., 1942: Podtatranské minerální vody. Práce SGÚ, Bratislava. Maheľ M., 1952: Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu. Práce SGÚ, Bratislava. Maheľ M., 1952: Slané vody pri južnom okraji Krupinskej vrchoviny. Geologické práce, Bratislava. Ivan L., 1952: Geologická stavba a minerálne pramene okolia Levíc. Geologické práce, Bratislava. Veselý V., 1927: Chemický výzkum minerální vody z lázni Smrdáky u Senice n. Myjavou. Sborník SGÚ, Praha. Zýka V., 1954: Hydrogeochemická studie minerálních vod jihovýchodní Moravy. Ru-kopis. Zýka V., Juránek J., 1956: Příspěvek k hydrogeochemii minerálních vod severní a severozápadní části Prešovského kraje. Práce VÚN, Praha. Zýka V., 1954: Hydrogeochemie minerálních vod oblasti Lučenec—Levice. Geol. zprávy, Bratislava 1955.

Vysvětlivky k příloze 1

Hydrogeochemická mapa pramenů minerálních vod Slovenska

1 Sv. Jur	27 Rojkov	53 Hodejč
2 Pezinok	28 Oravská Polhora	54 Duren
3 Smrdáky	29 Lúčky	55 Hájske
4 Piešťany	30 Sliače	56 Belin
5 Koplotovec	31 Železná	57 Sútor
6 Kubra	32 Korytnica	58 Číž
7 Trenč. Teplice	33 H. Lehota	59 Čakov
8 Bojnice	34 Brusno	60 Radnová
9 Malé Bielice	35 Kráľová	61 Barca
10 Marcelová	36 Sliač	62 Šafárikovo
11 Kalinčiakovo	37 Kováčová	63 Rožňava
12 Bory	38 Borová Hora	64 Tisovec
13 Santov	39 Zvolen	65 Lipt. Ján
14 Malinovec	40 Viglaš	66 Podtureň
15 Slatina	41 Želovec	67 Jamník
16 Dudince	42 Muľa	68 Pribilina
17 Bukovina	43 Sôshartyáni	69 St. Smokovec
18 Vyhne	44 Lučenec	70 Matliare
19 Sklené Teplice	45 Poltár	71 Výborná
20 Kremnica	46 V. Suchá	72 Slov. Ves
21 Turč. Teplice	47 Štiavnica	73 Toporec
22 Púchov-Keblice	48 Ožďany	74 Červ. Kláštor
23 Belušké Slatiny	49 Konrádovec	75 V. Ružbachy
24 Rajecké Teplice	50 Šid	76 Forbasy
25 Záturčie	51 Filákov	77 N. Lubovňa
26 Martin	52 Hajmálovgy	78 Lubica

79 Gánovce	89 Cigelka	99 Kokošovce
80 Hôrka	90 Bardejov	100 Drien. N. Ves
81 Baldovce	91 Dl. Lúka	101 Zl. Baňa
82 Sivá Brada	92 Dubová	102 Sol'
83 Slatvina	93 Hažlín	103 Herľany
84 Šindliar	94 Sariš. Štiavnik	104 Hencovce
85 Lipovec	95 Kuzmice	105 Sobrance
86 Sabinov	96 Išla	106 Byšta
87 Hrabské	97 Cemjata	107 Veľatý
88 Gaboltov	98 Solivar	

ВАЧЛАВ ЗИКА, ЭМАНУЭЛ КОМИНОК

ГИДРОХИМИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД СЛОВАКИИ

(Рис. 6—15 в тексте, приложение 1)

Отдельные геологические образования Словакии характеризуются минеральными водами специфического гидрохимического характера. Для внешнего флиша характерны воды натрий-бикарбонатного и кальций-хлоридового типа нефтяного происхождения. В клипповых зонах отсутствуют более значительные минеральные источники. Присутствие воды специфического гидрохимического характера совершенно невозможно здесь предполагать. Воды этой полосы могут иметь кальций-бикарбонатный характер, местами и кальций-сульфатовый. Воды натрий-бикарбонатного типа, поскольку они не находятся в зависимости от клипповой зоны, принадлежат генетически к иным геологическим образованиям.

Для внутреннего флиша являются характерными воды натрий-бикарбонатного типа (нефтяного происхождения).

Кайнозойские низменности (неоген и олигоцен) характеризуются водами натрий-бикарбонатного типа; местами натрий-хлоридового типа.

Для неогена восточной Словакии характерны кроме натрий-бикарбонатных вод, также воды натрий-хлоридового типа соляных залежей, местами также смешанного типа. Можно предполагать и наличие вод кальций-сульфатового типа генетически относящиеся к залежам гипса. Для мезозойских осадков характерны воды кальций-сульфатового типа. Генетически эти воды относятся наверно к осадочным породам триаса.

Гемериды и вулканическая полоса, характеризуются, главным образом, водами кальций-бикарбонатного типа. Поскольку в этих областях они представлены и другими типами вод, содержание минеральных компонентов происходит несомненно из подстилающих пород. Таковы напр. источники Ковачова, Слнч, Склённые Теплице, Вигне и др., у которых содержание в воде растворенных солей связано с подстилающими мезозойскими породами (триас). Воды смешанного типа I можно ожидать всюду там, где под образованиями, характеризованными присутствием натрий-бикарбонатных вод, можно ожидать присутствие мезозойских осадков. Минеральные воды этого типа однако найдены были и в полосе мезозойских осадков; однако эти находки являются одиночными (Брусно) и геологическое происхождение этих вод не ясно. К этой группе относится также минеральная вода так называемой Франтишковой шахты в г. Банска Штиавница; происхождение этой воды нельзя с уверенностью установить. Не исключено, что натрий-бикарбонатный компонент воды происходит из осадков находящихся под эфузивами; это конечно не вполне обоснованное предположение. Смешанный тип II является переходным типом между кальций-сульфатовыми водами и водами кальций-

бикарбонатного типа. По существу речь идет о подавлении I типа вод водами кальций-бикарбонатными. Происхождение кальций-сульфатового компонента мы ищем, так же как и в остальных случаях, в мезозойских (или же в специфических случаях и неогенных) осадках.

Воды кальций-бикарбонатного характера находятся практически во всех образованиях. Их наличие соответствует кальций-бикарбонатной фазе выщелачивания горных пород. Воды этого типа обычны в подповерхностных частях литосферы и их повышенная минерализация является результатом агрессивности углекислого газа. Все воды кроме группы вод нефтяного характера метеорического происхождения, минерализация произошла в горных породах, в которых они циркулируют. Воды смешанного типа I минимально тройного происхождения: 1. нефтяного, 2. гипсового, 3. щелочно-землистого (и 4. вулканического?). Южная территория Словакии, т. е. область между г. Братислава, г. Левинце и сел. Бановце, не была при изготовлении гидрогеохимической карты принята во внимание. Здесь не хватает гидрохимических показателей. Воды этой области будут однако несомненно принадлежать к натрий-бикарбонатному типу глубинного происхождения, или же к типам родственными (натрий-хлоридовому или кальций-хлоридовому). То же относится и к части неогена восточной Словакии, где кроме выше упомянутых типов можно предполагать распространение зоны вод натрий-хлоридового типа соляных залежей и возможно, и воды кальций-сульфатового типа залежей гипса. Некоторые геологические зоны (клипповые, татриды и под.), не принимались во внимание из-за недостатка данных. В этих зонах можно ожидать наличие минеральных вод преимущественно кальций-бикарбонатного типа, или же в некоторых случаях воды смешанного типа. Эти последние однако имеют геологическое происхождение в иных горных породах.

Графическое изображение химических анализов приводится в соответствующих таблицах. Распространение отдельных гидрогеохимических зон минеральных вод изображено на приложенной карте.

Со словацкого перевел Л. Микучка.

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

Объяснение рис. 6—15 в тексте, приложения 1

Рис. 1—6, 8, 9. Изображение гидрохимии минеральных вод Словакии.

Рис. 7. То же самое — минеральные источники Ройкова.

Рис. 10. Происхождение отдельных составных частей источника „Траян“ в г. Пиештианы (1 — землистые, 2 — сероводородные, 3 — нефтеносные).

Приложение 1. Гидрогеохимическая карта минеральных источников Словакии. Объяснение карты:

а — флиш, б — клипповая зона, в — кристаллический массив Вепора (Vepora) г — палеозойская серия, д — известняковые области (в, г, д = гемериды), е — палеоген центральных Карпат, й — мезозойская серия оболочки и субтатранские покровы, ж — ядра кристаллического массива (е, й, ж = центральная область), з — неогеновые вулканические области, и — неоген и четверт, к — минеральные источники: А — натрий-бикарбонатный, Б — натрий-хлоридовый, В — кальций-хлоридовый (А, Б, В = типы вод нефтяных залежей), Г — кальций-сульфатовый тип, Д — смешанный тип I, Е — смешанный тип II, Ж — натрий-хлоридовый (соляных залежей), З — кальций-бикарбонатный тип вод нефтяных залежей.

HYDROCHEMIE DER SLOWAKISCHEN MINERALWÄSSER

(Abb. 6—15 im Texte, Beilage 1)

Für die einzelnen geologischen Formationen der Slowakei sind Mineralwässer von spezifischem hydrochemischem Charakter bezeichnend. Für die äußere Flyschzone sind die Wässer des Natrium-Bikarbonat- und Kalzium-Chlorid-Typus charakteristisch; dem Ursprunge nach sind es Erdöl-Wässer. In der Klippenzone finden sich keine bedeutenderen Mineralquellen, und Wässer von spezifischem hydrochemischem Charakter können hier überhaupt nicht vorausgesetzt werden. Die Wässer dieser Zone können Kalzium-Bikarbonat-, lokal auch Kalzium-Sulphat-Charakter haben. Die Wässer des Natrium-Bikarbonat-Typus, soweit sie in der Klippenzone auftreten, gehören genetisch anderen geologischen Formationen an.

Für den inneren Flysch sind die Wässer vom Natrium-Bikarbonat-Typus (sie entstammen dem Erdöl) charakteristisch.

Für die tertiären Ebenen (Neogen einschließlich Oligozän) sind die Wässer des Natrium-Bikarbonat-Typus bezeichnend, lokal auch diejenigen des Natrium-Chlorid-Typus. Im ostslowakischen Neogen kommen außer den Natrium-Bikarbonat-Wässern auch Wässer der Salzlagerstätten vom Natrium-Chlorid-Typus vor, lokal findet man auch Wässer vom gemischten Typus I. Vermutlich sind auch Wässer vom Kalzium-Sulphat-Typus anwesend, welche genetisch an die Gipslagerstätten gebunden sind. Für die mesozoischen Sedimente sind allgemein die Wässer vom Kalzium-Sulphat-Typus charakteristisch, welche genetisch an Sedimente triasischen Alters gebunden sein dürften.

Die Gemeriden, sowohl wie die vulkanische Zone, werden durch Wässer vom überwiegend Kalzium-Bikarbonat-Typus charakterisiert. Soweit in diesen Gebieten andere Mineralwassertypen vertreten sind, entstammt ihr Gehalt an mineralischen Komponenten zweifellos den darunter liegenden Gesteinen. Dies gilt z. B. für die Quellen Kováčová, Sliač, Sklené Teplice, Vyhne u. a., wo der Gehalt an in Wasser gelösten Salzen von den mesozoischen Gesteinen im Liegenden (Trias) herrührt. Die Wässer des gemischten Typus I kann man überall dort erwarten, wo unter den durch die Anwesenheit von Natrium-Bikarbonat-Wässern charakterisierten Formationen mesozoische Sedimente zu erwarten sind. Mineralwässer von diesem Typus wurden jedoch auch in der Zone der mesozoischen Sedimente festgestellt. Diese Vorkommen sind aber vereinzelt (Brusno) und die geologische Herkunft dieser Wässer ist nicht geklärt. Zu dieser Gruppe gehört auch das Mineralwasser, welches im sog. František-Schacht in Banská Štiavnica heraustritt; auch bei diesem Wasser kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden, woher es stammt.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Natrium-Bikarbonat-Komponente des Wassers den unter den Ergußgesteinen abgelagerten Sedimenten entstammt; freilich ist diese Feststellung sehr unsicher.

Der gemischte Typus II ist ein Übergangstypus zwischen den Kalzium-Sulphat-Wässern und denjenigen von Kalzium-Bikarbonat-Charakter. Es handelt sich im wesentlichen um die Verdrängung des ersten Mineralwassertypus durch die Kalzium-Bikarbonat-Wässer. Der Ursprung der Kalzium-Sulphat-Komponente kann, ähnlich wie in den übrigen Fällen, von den mesozoischen (resp. in spezifischen Fällen von neogenen) Sedimenten abgeleitet werden.

Wässer mit Kalzium-Bikarbonat-Charakter kommen praktisch in allen Formationen vor. Ihre Existenz entspricht der Kalzium-Bikarbonat-Phase der Gesteinsauswaschung. Wässer von diesem Typus pflegen in der Nähe der Oberflächenpartien der Lithosphäre vorzukommen und ihre erhöhte Mineralisation wird durch die Aggressivität des Kohlendioxydes bewirkt.

Alle Wässer, mit Ausnahme der erdöiligen, sind meteorischen Ursprungs und wurden in den Gesteinen, in welchen sie zirkulieren, mineralisiert. Die Wässer des gemischten Typus I haben zumindest dreierlei Ursprung und man kann: 1. Erdölwässer, 2. Gipswässer, 3. erdige Wässer und 4. vulkanische Wässer unterscheiden. Der Südtail der Slowakei, d. h. das Gebiet zwischen Bratislava, Levice und Bánovce, wurde bei der Verfertigung der hydrochemischen Karte (Beilage 1) nicht in Betracht gezogen, da hier die nötigen hydrochemischen Wegweiser fehlen. Die Wässer dieses Gebietes dürften jedoch zweifellos dem Natrium-Bikarbonat-Typus plutonischen Ursprungs, resp. verwandten Typen (Natrium-Chlorid-Typus oder Kalzium-Chlorid-Typus) angehören. Dies gilt gleichfalls für einen Teil des ostslowakischen Neogens, wo man außer den obenangeführten Typen eine Erweiterung der Zone der Wässer vom Natrium-Chlorid-Typus der Salzlagerstätten und vielleicht auch Wässer vom Kalzium-Sulphat-Typus der Gipslagerstätten voraussetzen kann. Einige andere geologische Zonen (lokal die Klippenzone, die Tatriden und andere) wurden wegen Tatsachenmangel nicht behandelt. In diesen Fällen kann man Mineralwässer erwarten, in welchen der Kalzium-Bikarbonat-Typus überwiegend ist, resp. in manchen Fällen Wässer gemischter Typen. Die letzteren haben jedoch ihren geologischen Ursprung in anderen Gesteinen.

Die graphische Darstellung der chemischen Analysen ist in den betreffenden Tabellen angebracht. Die Verbreitung der einzelnen hydrogeochemischen Zonen der Mineralwässer ist aus beiliegender Karte ersichtlich.

Übersetzt von V. Dlabáčová.

*Lehrstuhl f. Geologie der naturwissenschaftlichen
Fakultät der Masaryk-Universität, Brno*

Erläuterungen zu den Abb. 6—15 und der Beilage 1

Abb. 1—6, 8, 9. Darstellung der Hydrochemie der Mineralwasserquellen der Slowakei.

Abb. 7. Dasselbe — Mineralwasserquellen von Rojkov.

Abb. 10. Ursprung der einzelnen Bestandteile des Wassers der Quelle „Trajan“ in Piešťany (1 — erdig, 2 — sulphatisch, 3 — erdölig).

Beilage 1. Hydrogeochemische Karte der Mineralwasserquellen der Slowakei:

a — Flyschzone, b — Klippenzone, c — Veporkristallin, d — Paleozoikum der Gemeriden, f — Paleogen der Zentralkarpathen, g — mesozoische Hülle der Zentralmassive und subtärtäre Decken, h — kristallinische Kerne, k — Neogene vulkanische Gebiete, m — Mineralquellen, l — Neogen und Quartär. A — Natrium-Bikarbonat-Typus des Wassers der Erdöllagerstätten, B — Natrium-Chlorit-Typus, C — Kalzium-Chlorit-Typus, D — Kalzium-Sulphat-Typus, E — gemischter Typus I, F — gemischter Typus II, G — Natrium-Chlorit-Typus, H — Kalzium-Bikarbonat-Typus des Wassers der Erdöllagerstätten.

Hydrogeochemická mapa
minerálných pramenů Slovenska.

