

ANTON PORUBSKÝ

**MINERÁLNE VODY FLYŠOVÉHO PÁSM
NA VÝCHODNOM SLOVENSKU**

Anton Porubský: Mineral waters of the flych zone in East Slovakia. *Geogr. Čas.*, 29, 1977, 3; 1 figure, 1 table, 10 rfs.

In the flysh zone of the eastern part of Western Carpathians, on Czechoslovak territory, 140 wells of mineral waters have been registered. These are mostly carbonaceous, sulphuric ones and, to a smaller extent, carbonaceous-sulphuric wells. To the latter ones belong also the baths known as the Spa of Bardejov. In this territory, we also find the medical mineral waters of Čígeľka which, by their chemism, pertain into the group of cold acidulous alcalic salt iodoc-bromic waters. Regionalization of the mineral waters in this territory is very difficult, in view of the great variability of the various geochemical properties of these waters, and of the territory's manifold geomorphological-geological structure.

Územie, ktoré budeme v tejto práci hodnotiť z hľadiska výskytu minerálnych vôd, po geografickej stránke sa nachádza v hraničnej oblasti československo-poľskej na V od Belanských Tatier až po hranice s územím ZSSR. Reprezentujú ho tieto čiastkové horské morfoštruktúry zo Z na V: Spišská Magura, Ľubovnianska vrchovina, Pieniny, Čerhov, Nízke Beskydy a Bukovské vrchy. Po morfolologickej stránke sa jednotlivé pohoria vyznačujú dlhými širokými chrbtami, ktoré uzatvárajú veľké množstvo dolín, brázd a menších čiastkových kotlín uzavretých medzi nimi.

Pre genézu a obeh minerálnych vôd najväčší význam má geologicko-tektonická stavba územia, v ktorom sa odohrávajú najrôznejšie procesy, a to vo vzťahoch voda—hornina—plyn. Jednotlivé procesy genetických mutácií a genetických variácií minerálnych vôd sú veľmi závislé od prírodného prostredia, ktoré podmieňuje ich vznik a určuje im ich výstupný charakter, ktorý sa najčastejšie prejavuje tak v ich chemickom zložení, celkovej mineralizácii, v ich teplote, ako aj v prítomnosti plynov.

Hodnotené územie československo-poľského pohraničia má veľmi zložitú a tektonicky mimoriadne pestrú stavbu, aj keď na prvý pohľad všeobecného stratigrafického začlenenia zdá sa byť jednoduchou a monotónnou. Po geologickej stránke patrí toto územie i so svojimi pohoriami v zmysle československého geologického členenia do vonkajších Karpát, pričom výnimku tvorí pohorie Spišskej Magury, ktoré patrí k vnútorným Karpatom. Je potrebné si uvedomiť, že celé Západné Karpaty sa geograficko-geologicky členia na vnútorné a vonkajšie Karpaty, pričom hraničné územie medzi nimi tvorí tzv. bradlové

pásmo, ktorého geologická stavba je veľmi charakteristickým prvkom Západných Karpát. Bradlové pásmo vzhľadom na svoju malú šírku (maximálne 5 km) sa nečlení na samostatné pohoria, ale svojou morfológiou je veľmi výrazne odlišné od svojho okolia. Po geologickej stránke ho budujú najmä útvary druhohôr a čiastočne aj útvary paleogénu a v celých Západných Karpatoch má najzložitejšiu tektonicko-morfológickú stavbu. Zasiahli ho všetky horotvorné pochody. V území, ktoré sme študovali, prichádza bradlové pásmo na čs. územie z územia Poľska, a to pri Červenom Kláštore v Pieninách a potom pokračuje v úzkom pruhu k Hanušovciam, Humennému a až do Zakarpatskej Ukrajiny. Územie od neho na S a SV až V sa priraduje k východnému úseku flyšového pásma.

GEOLOGIA ÚZEMIA

Po geologickej stránke územie východného úseku flyšového pásma — teda územie, ktoré tu hodnotíme — je budované magurským flyšom s čerhovskou, račianskou a bystrickou jednotkou, objavuje sa tu nová vonkajšia jednotka, ktorú nazývame duklianskou. Táto, známa aj ako dukliansko-užské vrásky, zasahuje na východné Slovensko z územia Poľska. Račianska a bystrická jednotka pokračujú do východného úseku z magurského pásma.

Horniny paleogénu majú veľmi pestrý vývoj a tektonicky veľmi kombinovaný sled jednotlivých sedimentovaných vrstiev. Ich litofaciálna pestrosť v horizontálnom i vertikálnom smere veľmi sťažuje ich štúdium, ktorým sa zaoberá veľa popredných poľských i československých geológov, geomorfológov a hydroológov.

Paleogén bradlového pásma vnútornej jednotky vytvára na československom území súvislé pásmo, a to od Dunajca až k Modrej nad Cirochou. Jeho horninami sú budované pohoria Pieniny, Čerhov a južná časť Nizkych Beskýd. Tento paleogén predstavuje komplex flyšových litofácií, ktoré sú charakteristické pestrou sedimentáciou, počnúc organogénnymi vápencami cez zlepenca a pieskovce až k pestrým pelitom. V haligoveckom vývoji v Pieninách v južnom pásme prevládajú pelity a v severnom pásme zasa psamiticko-pelitické sedimenty (eocén). Pre paleocén sú charakteristické pestré mramorované, slabo piesčité ílovcy a slienovce. Možno v nich nájsť aj modrozelené piesčité vápence. V severnom pásme v okolí Veľkého Lipníka a juhovýchodne od Červeného Kláštora sú pieskovce, ktoré často prechádzajú až do brekcií a zlepencom súľovského typu. Mnohí geológovia ich priradujú k centrálnokarpatskému paleogénu. V juhovýchodnej časti Lubovnianskej vrchoviny prevláda ujacký vývoj, ktorý je na báze reprezentovaný detritickými vrstvami, avšak postupne prechádza do pieskovcových lavíc, zlepenčov a brekcií. V tektonickom okne neďaleko od Malého Lipníka vystupujú v pestrých vrstvách mocné polohy karbonátových zlepenčov s okruhliakmi triasových vápencov a dolomitov. Sú mocné 200—300 m. Spomíname ich preto, lebo rozhodne majú väčší hydrogeologický význam pri tvorbe okolitých minerálnych a termálnych vôd, než aká sa im doteraz pripisuje. Za zmienku stojí tiež spomenúť, že v ujackých vrstvách (podľa obce Ujak, dnešný Údol) sú aj vrstvy globigerínových slieňov, menilitové vrstvy ílovcov a karbonátových brekcií. V týchto vrstvách v spodných polohách sa vyskytujú aj jaselské lupky, teda hnedasté a šedé vápence. Malcovské vrstvy

sú mocné 800—1000 m. V Pieninách sú tiež vymedzené kremňanský a lako-vecký vývoj, ktoré pokračujú ďalej na V. Po hydrografickej a hydrogeologickej stránke je zaujímavé najmä bazálne súvrstvie pieskovcov, zlepcov a brekcií, ktoré sú mocné až 250 m. Najrozšírenejšie sú čerhovská a krynická čiastková jednotka, ktoré budujú územie od poľských hraníc až k Vihorlatu, zaberajú územie severnej časti Pienín, Čerchov a južnú časť Nízkych Beskýd. Treba tu spomenúť, že na území Poľska pokračujú až do okolia krynických kúpeľov. Sú charakterizované rytmickým flyšovým vývojom psamitických vrstiev. U nás ich B. Leško označil ako kobylnické vrstvy a v Poľsku ich opísal H. Swidziński ako krynické pieskovce.

K vonkajším jednotkám hodnoteného územia patrí čiastková bystrická jednotka, ktorá vystupuje medzi Kurovským sedlom a Fričkou a v Nízkych Beskydách prebieha cez Bardejov do doliny Udavy. Pri Vyšnom Hrušove je prerušená a znova sa vynára medzi Udavou a Cirochou. Na poľskej strane jej odpovedá séria parantochtoniczna a zóna Sacz. V bystrickej jednotke sa rozoznávajú belovežské vrstvy, ktoré patria do spodného oddielu paleogénu, a zlínske vrstvy, ktoré reprezentujú vrchný oddiel paleogénu. Belovežské vrstvy majú drobný, rytmický flyšový až pelitický vývoj s výraznou prevahou pelitov. V spodných vrstvách sú pestré nevápnité piesčité výsuvy s lavičkami jemnozrnných, kremíto-vápnitých pieskovcov. Celá mocnosť belovežských vrstiev je 400—500 m.

Zlínske vrstvy sú charakterizované strednorytmickým až hruborytmickým flyšom. V ich vyšších častiach majú prevahu drobové až arkózové pieskovce.

Ďalšou jednotkou je račianska jednotka, ktorá má tiež svoj vlastný vnútorný i vonkajší vývoj. Je rozšírená v Nízkych Beskydách a v Bukovských vrchoch. Významnou jednotkou je duklianska jednotka v severozápadnej časti Nízkych Beskýd a v severovýchodnej časti Bukovských vrchov. V poľskej literatúre jej odpovedajú duklianske vrásky H. Swidzińskiego (1953). Väčšina špecialistov dukliansku vrásovú jednotku člení na menšie, stratigraficko-litologické celky a vrstvy, pričom kritériá zatriedenia často nie sú jednotné. Veľká variabilnosť faciálnych variet striedania a pomer jednotlivých vrstiev i hornín, ich granulometria a vzájomná stavba v sedimentačnom priestore alebo v alochtónnych územiach nedovoľujú ich ešte posudzovať rovnakými kritériami. V duklianskej jednotke sa vo vrchnej kriede až paleocéne nateraz rozlišujú lupkovské, cisňanské (pieskovce Veľkého Bukovca) a pestré vrstvy, ďalej podmenilitové, menilitové a krosnenské vrstvy. Z hľadiska nášho problému za zvláštnu zmienku stoja lupkovské vrstvy, v ktorých sa striedajú rôznofarebné, väčšinou vápnité, striedavo piesočnaté ílovce až slienovce. Sú mocné 800—1000 m (A. Matejka, B. Leško 1964). Z týchto vrstiev sa pri Mikovej využívalo ložisko ropy. Pozoruhodné sú aj 50—300 m mocné vrstvy pieskovca Veľkého Bukovca (B. Leško 1960).

V severozápadnej časti Nízkych Beskýd, medzi Smilnom a Nižným Mirošovom, vystupuje smilniansky vývoj, ktorý je tiež súčasťou duklianskej jednotky, lenže jeho vrstvy sa od nej vo vrchnom eocéne odlišujú. V jadre smilnianskeho okna predstavuje flyšové súvrstvie hrúbky 350—450 m, s význačnou prítomnosťou tmavošedých až čiernych, tvrdých a tabulovite sa deliteľných ílovcov, ktoré sa striedajú s čiernymi, kockovite sa rozpadajúcimi rohovcami.

Ako vidieť z veľmi úzkeho prehľadu geologickej stavby východného vonkajšieho flyšu Západných Karpát, táto stavba je veľmi nejednotná, čomu napo-

mohli aj rozsiahle tektonické pochody, deštrukcia a presuny veľkých más flyšových hornín z miesta pôvodnej sedimentácie a primárnej autochtónnej akumulácie do susedných alochtónnych oblastí. Tieto tektonické a presunové pochody vytvorili dnešný obraz geologicko-tektonickej stavby územia a podmienili jeho stavebnú pestrosť vo vertikálnom i horizontálnom smere. Opisované flyšové pásmo má pestrú alpinotypnú stavbu, ktorá je výsledkom kriedových a terciérnych tektonických pochodov.

Počas sávskeho vrásnenia [pred burdigalom] sa mezozoické a paleogénne vrstvy odtrhli od podkladu, zvrásnili sa a príkrovovo presunuli na S a SV, čím sa položil základ pre tektonickú stavbu tohto flyšového pásma, ktoré dnešný tektonický štýl nadobudol niečo neskôr, teda v období štyrskeho až staroštyrskeho vrásnenia. Do tohto obdobia sa datuje aj vznik veľkej megaštruktúry dukelsko-užských vrás, tzv. sigmoidy. Je tu vyvinutý systém rôznosmerných zlomov, z ktorých dominantnými sú zlomy smeru SV—JZ a S—J.

HYDROGEOLOGICKÉ POMERY A ZÁKONITOSTI PODZEMNÝCH VÔD

V tejto časti práce je potrebné aspoň v krátkosti sa zmieniť o vzťahoch vody ku geologickému prostrediu flyšových hornín. Je známe a všeobecne sa vie, že pohoria, resp. územia s flyšovou a peleogénnou stavbou, sú na podzemné vody mimoriadne chudobné. Hydrologická bilancia nám ukazuje, že najväčší podiel zo zrážkových a snehových vôd (až 70—80 %) otečie povrchovými tokmi do riek. Pre celkové straty, v ktorých je zahrnutý aj podiel doplňovania zásob podzemných vôd, zostáva veľmi malé percento a jednako vidíme, že aj vo flyšových oblastiach sú roztrúsené menšie pramienky s výdatnosťou do 2 l.s^{-1} a len zriedka $5\text{--}10 \text{ l.s}^{-1}$. Výdatnosti prameňov sú tu ukazovateľom slabej hydrofyzikálnej hodnoty priepustnosti flyšových hornín a ich malej akumuláčnej schopnosti na vytváranie zásob podzemných vôd vyšších horizontov nad miestnou eróznou bázou. Ak však skúmame flyšové súvrstvia s prevahou pieskovcov a zlepcov prieskumnými vrtmi pod eróznou bázou, zisťujeme, že tieto súčasťo na podzemné vody bohatšie ako prirodzené vývery. Hydrogeologické výskumy v tomto smere prinášajú v novšom čase mimoriadne zaujímavé poznatky — okolo $2\text{--}10 \text{ l.s}^{-1}$ vody na jeden vrt. Týmto chceme poukázať na to, že vo flyšových súvrstviach, ako sme to už spomenuli, existuje celá škála litologicko-petrografických variet, ktorých priepustnejšie vrstvy, ak sa dostanú do priameho styku so zrážkovými vodami, sú alebo tektonicky prepojené na priepustné horniny okolia či podložia alebo tiež na zvodnený kvartér potokov a riek, môžu sa vodami trvale obohacovať a pretransportovať ich na väčšie vzdialenosti, ako aj do väčších hĺbok. Už nejedným hydrogeologickým vrtom sa v paleogénnych a flyšových územiach zistili pomerne slušné výdatnosti z bazálnych vrstiev, ktoré najčastejšie tvoria pieskovce a zlepence. Svoju hydraulickú úlohu tu majú aj tektonické línie, ktoré si nemožno predstavovať iba ako dynamicky jednofázové, že nám vodu vyvádzajú iba na povrch do prameňov, ale treba pripustiť aj možnosť, že vedú vodu zo zvodneného prostredia alebo infiltračných oblastí aj do väčších hĺbok — povedzme 1000—2000 m. Hĺbky, do ktorých sa robia hydrogeologické prieskumy kvôli získaniu obyčajnej podzemnej vody vo flyšových územiach, sú 100—200 m. Pravda, ak je predpoklad blízkej prí-

tomnosti vápencov alebo dolomitov pod horninami flyšu, za vodou sa ide aj hlbšie. Pri tomto hodnotení flyšových území sa však nedá spoliehať iba na to, že mezozoikum tu vždy tvorí ponorenú synklinálu, ktorá má infiltráciu v susedných pohoriach. Aj keď snáď v celkovej bilancii podzemných vôd prevláda percento takýchto vôd v tzv. zakrytých štruktúrach, predsa musíme pripustiť (aj oproti doterajším názorom), že tieto mezozoické horniny určitým bilančným percentom drénujú aj horniny svojho flyšového nadložía, čo, pravda, môže byť lokálne veľmi diferencované vzhľadom na charakter hornín, morfológiu a tektoniku, ktoré ich formovali a formujú. V územiach s pravidelným normálom zrážok a prietokov na vodných tokoch každé horninové prostredie obsahuje vodu — ide len o to, koľko a ako ju exploatovať. Spomíname to už aj preto, lebo táto otázka je mimoriadne aktuálna pri tvorbe a akumulácii tiež minerálnych vôd vo flyšových oblastiach ako dynamickej zložky prírodného morfogeologického prostredia.

V územiach s flyšovou geologickou stavbou je rytmické striedanie relatívne nepriepustnejších slieňov, ílovcov a slieňovcov s priepustnejšími polohami pieskocov, zlepcov a brekcií. Vo všeobecnosti síce prevládajú ílovcové súvrstvia nad pieskocami, ale sú to oblasti, kde nemožno podceňovať prítomnosť pieskocových súvrství a bazálnych zlepcov, ako je to napr. v magurskej skupine hornín zborovských vrstiev račianskej jednotky alebo v duklianskej jednotke cisňanskej vrstvy, pieskocce Veľkého Bukovca a inde. V takýchto formáciách sa tektonickými pochodmi a plošnými presunmi mohli aj tu vytvoriť pásma rozdrvenia, ktoré, ak sa vyskytujú, majú určite akumuláciu schopnosť viazať na seba značnú časť podzemných pórových a pórovo-puklinových vôd. Bez pripustenia alebo podceňovania týchto vzťahov by potoky vo flyšových územiach museli byť v letných a zimných mesiacoch bez prietokov.

TVORBA MINERÁLNYCH VÔD, ICH OBEH A VÝSKYT

Tvorbou minerálnych vôd a ich obehom v územiach s flyšovou geologickou stavbou sa zaoberalo a zaoberá veľa československých a poľských geológov, hydrológov a hydrogeológov. Na základe ich geochemickej substancie, minerálneho zloženia a teploty sa hľadajú teórie ich genézy a metamorfovania, často podľa predstáv jednotlivých autorov, a prijímajú sa pre túto otázku rôzne teórie. V československej literatúre ich najlepšie formulovali M. Maheľ (1952) a O. Hynie (1963), ktorí v rámci svojich koncepcií použili aj výsledky geochemických výskumov, a to najmä naftového výskumu, ktorý mal najreálnejšie možnosti pre získavanie podkladov z väčších hĺbok.

O. Hynie (1963) vychádza z názoru, že vo východných flyšových pásmach sú základnými dva typy minerálnych vôd — vody kontinentálneho pôvodu, ktoré reprezentujú studené minerálne vody-kyselky, a vody reliktné, ktoré môžu mať pôvod vo fosilnej morskej vode, alebo vody naftové. Vychádza z názoru, že oblasti flyšových kyseliek sú viazané na veľké pásma, resp. na uzlové križovatky zlomov, kde vnútri týchto kyselkových oblastí sa juvenilný CO₂ rozdeľuje do jednotlivých kyselkových sústav určitými cestami po násunových plochách čiastkových príkrovov. Infiltrované povrchové vody sa tu obohacujú o CO₂. Juvenilný CO₂ sýti v niektorých prípadoch aj akumulácie naftových vôd. Pri formovaní oboch typov flyšových minerálnych vôd výraznú úlohu

hrajú aj pochody iónovej premeny. Metamorfovaným vodám udáva charakter určitá dominantná zložka. Výstup minerálnych vôd sa deje po zlomových poruchách, kde sa vytláčajú k povrchu dynamickým pretlakom CO₂.

Typy minerálnych vôd hodnoteného územia podrobnejšie rozpracoval M. Michalíček [1963], ktorý ich rozdelil na vody nátriumbikarbonátové a kalciumbikarbonátové. Oba tieto typy sú metamorfované do rôznych stupňov pod vplyvom CO₂, a to riedením povrchovými infiltrovanými vodami, rozpúšťacími účinkami vody na soli a na rozpustné horniny, ďalej výmennými pochodmi alebo obmedzeným kontaktom s hlbinnými vodami. Podľa obsahu rozpustených plynov ich delí na kyselky a vody sírovodíkovometanové. V kalciumbikarbonátových vodách vyčleňuje ešte vody kalciummagnéziumsulfátové.

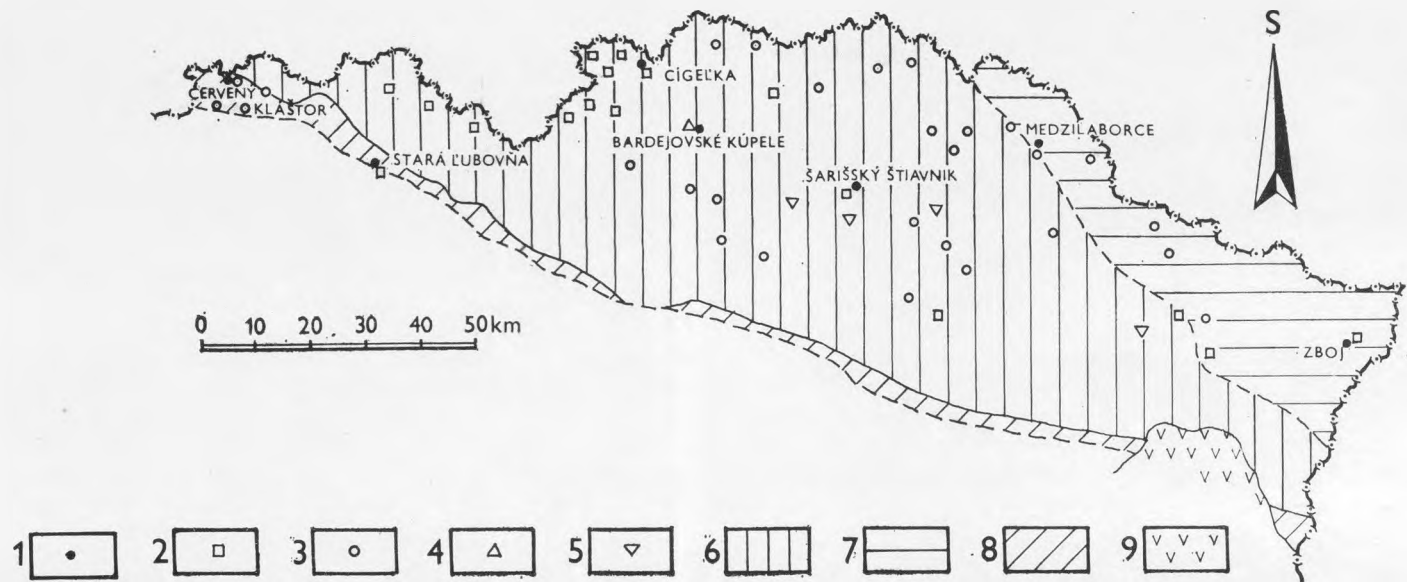
Ďalšie členenie v zmysle Michalíčka je zverejnené aj v *Regionálnej geológii ČSSR*, II, zv. 2 (T. Buday a kol. 1967). V metamorfovaných vodách určil tieto typy: kyselky nátriumbikarbonátové s hodnotou mineralizácie 1–18 g/l s charakteristickými zložkami NaCl a CO₂. Podľa obsahu NaCl možno kyselky označiť ako slané, sírovodíkovometanové, nátriumbikarbonátové vody s podobnou genézou ako nátriumbikarbonátové kyselky. Mineralizácia týchto vôd bez slanej zložky je okolo 750 mg/l, obsah H₂S je nízky. Michalíček ich vznik vysvetľuje mikrobiogénnou redukciou sulfátov, pri ktorej ubúdajú sírany. Kalciumbikarbonátové kyselky vznikajú pôsobením vadóznych vôd obohatených CO₂ na horniny s obsahom karbonátov.

GEOGRAFICKÉ ROZLOŽENIE PRAMEŇOV MINERÁLNYCH VÔD

Na území východoslovenskej flyšovej oblasti, ktoré sme hodnotili v rámci celoslovenskej registrácie, a ktorú na požiadanie Ministerstva zdravotníctva-Inšpektorátu kúpeľov a zriedel uskutočnil v rokoch 1956–1965 postupne Ústav stavebnej geológie, Geologický prieskum a IGHP a komplexnú registračnú správu spracoval P. Tkáčik, zistilo sa, zamapovalo a prvotnou dokumentáciou potvrdilo 140 prameňov minerálnych vôd. Mravčiu prácu pritom vykonal A. Jakab, ktorý každý prameň vyhľadal, fotograficky zdokumentoval, zakreslil do mapy a z väčšiny odobral aj vzorky vody na chemickofyzikálne rozbory. Neskôršie r. 1974 vo forme štúdie *Zhodnotenie prameňov minerálnych vôd Západných Karpát a ich ochrana* zhodnotil všetky pramene minerálnych a termálnych vôd na Slovensku kolektív 5 autorov pod vedením P. Tkáčika.

Minerálne pramene východoslovenského úseku flyšového pásma sú topograficky veľmi nerovnomerne rozložené, čo je spôsobené veľmi pestrou geologicko-tektonickou stavbou a geomorfologickou stavbou celého územia, ako aj petrografickým a granulometrickým zložením horninového prostredia. V rámci hodnotenia prameňov minerálnych vôd čs. flyšových území už O. Hynie [1963] sa pokúsil o ich prvú hydrografickú rajonizáciu tým, že ich rozdelil do troch izolovaných provincií. Prvú provinciu tvorí široké okolie kúpeľov Luhačovice, druhú provinciu široké okolie kúpeľov Bardejov, ktoré pokračuje na SZ do Poľska, do širšieho okolia kúpeľov Krynica, a tretiu kyselkovú východokarpatskú provinciu, ktorá sa začína pri československo-sovietskych hraniciach a ťahne sa pod Vihorlatom do Zakarpatskej Ukrajiny. Všetky tri oblasti kyseliek sú súčasne aj oblasťami výskytu naftových vôd solaniek.

O. Hynie vo svojich prácach konštatuje, že veľký pruh naftových solaniek



Obr. 1. Geografické rozloženie minerálnych prameňov vo východoslovenskom flyši.

1 — signatúra obce, 2 — minerálne vody uhličité, 3 — minerálne vody sírnej, 4 — minerálne vody uhličito-sírne, 5 — minerálne vody obyčajné, 6 — magurské flyšové pásmo, 7 — duklianska flyšová jednotka, 8 — bradlové pásmo, 9 — neovulkanity.

karpatského smeru sprevádza hlavnú poľskú naftovú oblasť sanocko-krosnienko-gorickú, kde sú dôležitejšie poľské žriedla Iwonicza a Rymanów. H. Swiżdziński vo svojich prácach ešte r. 1954 konštatoval, že tento naftový pruh prekračuje československo-poľské hranice na území slovenských flyšových Karpát a v jeho západnom pokračovaní na Orave vystupuje sústava rýdzich naftových solaniek v Oravskej Polhore a južným okrajom zasahuje na východné Slovensko do širokého okolia Bardejova. Na východnom Slovensku sa navrátili flyšové naftové solanky na viacerých lokalitách, a to v okolí Zborova, Nižného Komárnika, pri Mikovej, Radome a Krivej Oľke — výhradne v čiastkových stratigraficko-tektonických jednotkách magurského flyša. Treba poznamenať, že rýdze naftové solanky v hodnotenom území nikde nevystupujú na povrch vo forme prameňov, ale majú zvláštny podiel na tvorbe ostatných flyšových minerálnych vôd.

V zmysle Hynieho rajonizácie územie, ktoré sme hodnotili, patrí najmä do kyselkovej krynicko-bardejovskej provincie. Na základe obsahu plynov CO_2 a H_2S sa v tomto území vyčlenili tieto skupiny vôd:

1. Vody uhličitě s obsahom CO_2 viac ako 1000 mg/s, spolu 84 prameňov, čo je z celkového výskytu 60 %. Najbohatšie na CO_2 sú prameň Hrabské s obsahom 3300 mg/l a Bardejovské kúpele s obsahom CO_2 do 3100 mg/l.

2. Vody sírne s obsahom H_2S viac ako 1 mg/l, spolu 48 prameňov (34,3 %). Najbohatšie na výskyt H_2S sú lokality Kelča (51,0 mg/l), potom Vyšný Orlík, Turany nad Ondavou a Volica s obsahom 21,81—26,68 mg/l.

3. Vody uhličito-sírne v Bardejovských kúpeľoch sa získali vrtanou studňou.

4. Vody s obsahom plynov menším ako 1000 mg/l, spolu 7 prameňov (5 %) (P. Tkáčik a kol. 1974).

Na výskume minerálnych vôd hodnoteného flyšového pásma sa zúčastňovali pracovníci aj z výskumu nafty, ako aj z iných výskumných organizácií, ktorí popri výskyte CO_2 a H_2S si v plynných zložkách všimli aj prítomnosť uhlodíkov, najmä metanu. Jeho prítomnosť M. Michalička a R. Květ (M. Maheř 1963) zistili v 66 prameňoch minerálnej vody, pričom najviac (50—87,6 %) ho bolo na lokalitách Kelča, Krajná Bystrá, Pčoliné, Radoma, Ruská Poruba a Šarišský Štiavnik.

Najvýznamnejšími a zároveň najvyužívanejšími lokalitami minerálnych vôd vo východokarpatskom flyšovom pásme sú Bardejovské kúpele a Cígelka.

Minerálna voda v Bardejovských kúpeľoch je studená alkalická, slaná, bórová, železitá kyselka. Má rovnaký chemický a genetický typ ako luhačovická kyselka (O. Hynie 1963). Pôvodne prírodné pramene kyselky boli situované v doline Kvasného potoka, dnes sa na liečebné ciele využíva aj minerálna voda získaná vrtanými studňami. Hydrogeologicky je výskyt týchto vôd viazaný na rovnaké geologické pomery ako na poľskej strane kúpele Krynica. Najsilnejším minerálnym prameňom je Lekársky prameň, ktorý má až 7000 mg/l rozpustených tuhých látok a 2500 mg/l kysličníka uhličitého. Celková výdatnosť všetkých zdrojov v Bardejovských kúpeľoch je ca 2,0 l.s⁻¹.

Minerálna voda v Cígelke sa plní do fliaš ako voda liečivá. Patrí k typu studených kyseliek alkalických slaných jodobromových vôd. Jej mineralizácia je najvyššia zo všetkých vo flyšovom pásme, a to 18000—22000 mg/l s množstvom voľného kysličníka uhličitého vyše 2700 mg/l. Výdatnosť zdroja je ca 0,5 l.s⁻¹.

Rajonizácia minerálnych vôd vôbec (nielen flyšových území) je mimoriadne

Tabuľka 1

Chemicko-fyzikálne rozbory minerálnych vôd niektorých

Hodnoty	Bajerov PV-3	Brežany PV-4	Cemjata PV-10	Jakubovany PV-19	Kokošovce prameň Sigort	Olejníkov prameň Švablovka	Olšov prameň vajcovka	Pavlovce PV-51
Teplota vody °C	8,5	11,0	9,0	5,5	9,3	6,0	8,0	11,0
PH	5,4	5,5	6,0	7,2	6,1	7,2	6,9	6,0
TVrdosť celková °N	16,5	62,24	33,09	14,58	34,8	19,96	17,38	43,07
Na*	3,21	1.481,0	16,32	61,61	514,3	18,39	30,34	27,12
Ca**	35,77	425,0	179,5	61,72	194,0	83,37	80,96	157,11
Mg**	19,46	111,39	34,53	25,78	33,08	35,99	26,27	91,44
Fe***	0,49	0,26	0,49	0,15	0,10	0,40	0,33	0,20
Al****	—	32,08	16,56	—	—	—	—	—
Mn**	0,74	0	1,27	0,11	0	0,22	0,28	0,52
Cl*	2,25	750,0	2,5	2,70	297,0	6,10	11,2	3,0
Br'	—	2,0	—	—	—	—	—	—
I'	0	0,4	0	0	0,20	0	0	stopy
SO ₄ '	31,68	426,31	21,40	29,21	405,2	51,02	58,2	99,58
HCO ₃	323,3	3.953,9	732,1	439,3	1.104,5	408,8	366,1	878,6
CO ₂	2.330,0	1.750,0	2.520,0	30,8	2.300,0	40,92	33,0	1.940,0
H ₂ S	—	—	0	4,01	0	1,38	3,60	0

ťažká a náročná. Procesy tvorby a metamorfózy minerálnych vôd na jednej strane a pestré horninové prostredie s tektonicky zložitými pomermi a s geochemickou skladbou hornín na strane druhej podmienili spolu s prítomnosťou plynov vo vodách vznik rôznorodých typov minerálnych vôd a variet medzi nimi. Minerálne a termálne vody sa charakterizujú na základe obsahu a množstva minerálnych látok i plynov v rôznych geochemických typoch, na základe fyzikálnych vlastností, najmä teploty, rozdeľujú sa na studené, teplé a horúce, na základe liečivých účinkov sa delia na obyčajné minerálne vody a liečivé minerálne vody, pričom O. Hynie ich delí ešte aj na minerálne a mineralizované vody (minerálne podľa neho sú tie, ktoré majú geochemickú skladbu minerálnych látok, ktorá je liečivá pre ľudský organizmus. Mineralizované sú podľa O. Hynieho tie, ktoré obsahujú také látky alebo v takom množstve, že sú pre ľudské zdravie z hľadiska farmakologického a balneoterapeutického nebezpečné).

Doterajšie rajonizácie vychádzajú vyložené z geologickej stavby územia (M. Mahel 1952, O. Hynie 1963), prípadne z geologických typov pre väčšie regionálne celky (S. Gazda, O. Franko 1975; Z. Holéczyová, A. Porubský 1974). Z nášho pohľadu sa nám javí taká potreba taxonomickej gradácie teritoriál-

vybraných lokalít východoslovenského flyšu

Podhorany studňa	Prešov na lúke	Sabinov kúpele	Veľký Slivník PV-84	Zlatá Baňa prameň	Borov vajcovka	Keľča prameň v lese	Ruska Poruba prameň sitničky	Becherov prameň	Dubova prameň	Gerlachov prameň kyseľka	Hrabske prameň
14,0 6,0 105,95	8,0 6,2 53,84	8,0 7,2 20,41	18,0 6,0 21,42	10,0 5,8 21,17	7,0 7,0 21,42	12,5 7,4 6,84	7,5 7,0 21,20	10,0 8,7 0,78	13,0 6,3 16,66	10,0 5,9 55,9	11,0 6,1 79,2
107,6 463,3 179,0 0,08 — 1,34 — 0,20 836,2 1.525,0 1.800,0 0	262,1 10,57 74,42 0,55 47,7 1,67 — 0 119,7 1.037,1 1.475,0 0	57,47 95,40 30,64 0,08 — 0 — 0 186,8 347,8 22,0 1,06	20,46 81,0 43,78 0,30 10,88 1,36 — 0,1 30,9 469,8 880,0 0	21,38 109,8 25,30 0,10 — 1,91 — 0,20 76,55 414,9 2.000,0 0	87,36 113,0 24,32 0,16 — 0,22 — stopy 34,97 634,6 73,48 6,63	410,6 27,25 13,13 0,13 — 0 — 0 62,13 1.012,9 59,40 51,0	81,61 107,4 26,75 0,26 — 0,22 — 0 54,31 598,0 69,96 7,10	224,38 2,40 1,94 0,65 — 0 — 0 9,0 985,8 0 1,57	83,37 1.460,0 21,64 0,15 37,45 0 16,0 1,2 49,38 3.539,0 2.160,0 0	136,3 262,0 83,6 stopy 3,17 0,30 — — 21,0 1.523,0 2.310,0 0	553,83 488,0 48,6 1,0 6,12 0,50 — 0,4 13,2 3.145,0 2.370,0 0

nych celkov s výskytom minerálnych vôd, ktorá by najvhodnejšie vystihovala zákonitosti celého geokomplexu, teda prírodná regionalizácia, ktorá by sa na najvyššom taxonomickom stupni vyhla účelnosti rajonizácie. Potrebu takejto regionalizácie vystihol aj O. Hynie, keď minerálne vody flyšu rozdeľuje teritoriálne na provincie a oblasti.

Základom regionalizácie by mala byť jedna dominujúca charakteristika minerálnych vôd, ktoré sa vyskytujú v celom regióne. Pri nižších taxonomických územných jednotkách by pribúdali ďalšie znaky grúp minerálnych vôd, pričom by sa prišlo až na najnižšie jednotky, a to na lokality a variety. Pokusy o takúto regionalizáciu sa robia aj na Geografickom ústave SAV v rámci hlavnej úlohy Krajina ako teritoriálny systém a jej potenciál.

LITERATÚRA

1. BUDAY, T. a kol.: Regionální geologie ČSSR, II, 2, Praha 1967. — 2. HYNIE, O.: Hydrogeologie ČSSR, II, Praha 1963. — 3. MAHEL, M.: Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu. Práce Štát. geol. ústavu, Bratislava 1952. — 4. MAHEL, M.: Regionální geologie ČSSR, II, 1, Praha 1967. — 5. PORUBSKÝ, A.: Slovensko

— zem minerálnych vôd. In: Zborník prác zo sympózia Minerálne vody Slovenska, Piešťany 1970. — 6. PORUBSKÝ, A.: Vodné bohatstvo Slovenska. Geogr. Čas. 1, Bratislava 1971. — 7. PORUBSKÝ, A.: Výskum minerálnych vôd Západných Karpát a potreba spolupráce v rámci KBA. In: Geologický zborník SAV, Bratislava 1973. — 8. TKÁČIK, P. a kol.: Výskum minerálnych vôd Slovenska [Výskumná úloha, archív IGHP. Žilina 1974]. — 9. Štúdie a správy archívu Ministerstva zdravotníctva SSR — Inšpektorát kúpeľov a žriedel, Bratislava. — 10. Štúdie a správy Slovakotermu, Bratislava.

Anton Porubský

MINERALWÄSSER DER FLYSCHZONE IN DER OSTSLOWAKEI

Geographisch befindet sich das bewertete Gebiet im tschechoslowakisch-polnischem Grenzgebiet, östlich von der Hohen Tatra bis zu den Grenzen der UdSSR. Es ist durch die Gebirge der Zipser Magura, Pieniny, das Bergland von Lubovňa, Čerchov, Niedere Beskyden und Bukovské Berge repräsentiert. Morphologisch sind einzelne Gebirge durch lange, breite Rücken gekennzeichnet, die eine grosse Menge von Tälern und kleineren Teilbecken einschliessen.

Das Gebiet hat einen sehr komplizierten und tektonisch ausserordentlich bunten Bau. Im Sinne der tschechoslowakischen geologischen Gliederung gehört das Gebiet zu den äusseren Karpaten, mit Ausnahme der Zipser Magura, die zu den inneren Karpaten gehört. Die hier auftretende Klippenzone bildet die Grenzzone zwischen den inneren und äusseren Karpaten. Der geologische Grundbau ist durch tektonische Einheiten der Flyschzone — der äusseren von Krosňany und der inneren der Magura charakterisiert. Der östliche Teil ist durch die Einheit von Dukla gebaut. Die Gesteine des Paläogens haben eine sehr abwechslungsreiche Entwicklung und tektonisch eine sehr kombinierte Folge einzelner sedimentärer Schichten. Ihre lithofaziale Vielfalt wie in horizontaler so auch in vertikaler Richtung erschwert sehr ihr Studium, womit sich viele prominente polnische und tschechoslowakische Geologen befassen. In einzelnen tektonischen Einheiten wechseln rhythmisch Ton- und Mergelschichten mit Sanden und Sandsteinen, wobei in erheblichem Masse pelitische Gesteine überwiegen.

Die Flyschgesteine haben auch einen sehr bunten tektonischen Bau mit entwickeltem System ungleichgerichteter Brüche.

Die Eigenart der Flyschgebiete kommt auch in der hydrologischen Bilanz zum Ausdruck. Meistens sind die Gesteine nur wenig durchlässig und bis 80 % des Niederschlags- und Schneewassers hat einen Oberflächenabfluss. Hydrologisch günstige Gesteine sind nur Sandsteine und Konglomerate. In ihnen werden Akkumulationen des Grundwassers gebildet, das einen Risscharakter hat. Beim Kontakt der Sandsteinschichten mit dem Terrain sind kleinere Quellen mit der Ergiebigkeit von 1—2 l/s und nur sehr selten ca. 5 l/s konzentriert.

Aus hydrologischem Aspekt haben in der östlichen Flyschzone Mineralwässer eine ausserordentliche Stellung. Sie gehören in zwei grosse Gruppen u. zw. in die Gruppe der Säuerlinge mit erhöhtem Inhalt des CO_2 und in die Gruppe der Wässer des Schwefelwasserstoffs mit erhöhtem Inhalt des H_2S . Es sind vor allem Gewässer der seichteren Grundwasserzirkulationen, die teilweise durch Mineralstoffe und teilweise durch Kohlendioxyd, der hier über tektonische Felder aus grösseren Tiefen hervorgeht, bereichert werden. Im allgemeinen gilt die Ansicht, dass CO_2 hier juvenilen Ursprungs ist.

Eine extra Kategorie von Mineralwässern bilden Erdölwässer evtl. Reliktenwässer der Meere. Diese entspringen in keiner Naturquelle als reiner Typ, sondern wurden bei Bohrarbeiten im Rahmen der Erdölforschung angebohrt.

Aufgrund des Gasinhalts von CO_2 und H_2S werden in diesem Gebiet folgende Wassergruppen ausgegliedert: kohlenstoffhaltige Wässer mit dem Inhalt des CO_2 über

1000 mg/l, insgesamt 84 Quellen. Die auf den Inhalt des CO₂ reichsten Quellen sind die Quelle Hrabské mit dem Inhalt 3300 mg/l und das Bad Bardejov mit dem Inhalt des CO₂ bis 3100 mg/l. Schwefelhaltige Wässer mit dem Inhalt des H₂S über 1 mg/l sind in 48 Quellen vorhanden. Das reichste Vorkommen von H₂S ist in den Lokalitäten Kelča — 51,0 mg/l, Vyšný Orlík, Turany nad Ondavou und Holica mit dem Inhalt 21,81—26,68 mg/l.

Bekanntlich werden z. Z. als Badewässer nur kohlenstoff-schwefelhaltige Wässer im Bad Bardejov ausgenutzt. Als Heilwasser wird das Mineralwasser Cigelka benützt, das zwischen jod-bromhaltige Salzwässer eingereiht wird. Die meisten übrigen Mineralquellen werden nur lokal, im Rahmen der Touristik und Erholung ausgenutzt. Erhöhte Aufmerksamkeit widmet ihnen auch das Gesundheitsministerium, und es werden Formen ihrer gesundheitlichen und ökonomischen Ausnutzung gesucht.

Abb. 1. Geographische Verteilung der Mineralquellen im ostslowakischen Flysch.

1 — Signatur der Siedlung, 2 — kohlenstoffhaltige Mineralwässer, 3 — schwefelhaltige Mineralwässer, 4 — kohlenstoff-schwefelhaltige Mineralwässer, 5 — gewöhnliche Mineralwässer, 6 — die Magura — Flyschzone, 7 — die Dukla — Flyscheinheit, 8 — Klippenzone, 9 — Neovulkanite.

Tab. 1. Chemisch-physikalische Analyse der Mineralwässer einiger erwählter Lokalität des ostslowakischen Flysches.

Übersetzt von A. Mišiková

Антон Порубскы

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ФЛИШЕВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ СЛОВАКИИ

Рассматриваемая территория с географической точки зрения расположена в чехословацко-польской пограничной зоне восточнее Высоких Татр и доходит до границы с СССР. Здесь возвышаются горы: Спишска Магура, Пиенины, Любовнянское среднегорье, Чергов, Низкие Бескиды и Буковские горы. С морфологической точки зрения отдельные горы отличаются длинными и широкими хребтами, среди которых замкнуто значительное количество долин и небольших котловин.

Тектоническое строение данной территории очень сложное и чрезвычайно разнообразное. Согласно чехословацкой геологической классификации эта территория относится к внешним Карпатам, за исключением спишской Магуры, относящейся к внутренним Карпатам. Здесь пролегалает утесовая полоса, которая является граничной зоной между внутренними и внешними Карпатами. Основное геологическое строение представлено тектоническими единицами флишевой зоны — внешней кроснянской и внутренней магурской. Восточная часть образует вана дуклянской единицей. Развитие горных пород палеогена очень разнообразное, а также очень комбинирована поочередность отдельных седиментарных слоев. Литофациальное разнообразие так в горизонтальном как и в вертикальном направлении затрудняет изучение этих пород, которым занимается значительное количество передовых польских и чехословацких геологов. В отдельных тектонических единицах ритмично чередуются илисто-сланцевые и мергелистые слои песков и песчаников, причем в основном преобладают пелические породы.

Горные породы флиша имеют очень разнообразную тектоническую структуру с развитой системой сбросов разного направления.

Особенность флишевых участков проявляется также и в гидрологическом балансе. В большинстве случаев это породы слабо водопроницаемые; осадочных и талых вод оттекает почти

80 %. Положительными с гидрогеологического аспекта являются только песчаники и конгломераты. В них аккумулируются подземные воды трещинного характера. К выходам этих слоев на поверхность приурочены мелкие источники с дебитом 1—2 л/с, реже 5 л/с.

С гидрогеологического аспекта минеральные воды в восточной флишевой зоне встречаются в качестве исключения. Они образуют две крупные группы: углекислые с повышенным содержанием CO_2 и сероводородные с повышенным содержанием H_2S . Это содержание является результатом не слишком глубокой циркуляции, во время которой происходит насыщение минеральным веществом и углекислым газом, поднимающимся с больших глубин по линиям тектонических сбросов. В общем считается, что CO_2 имеет здесь ювенильное происхождение.

Особую группу образуют нефтяные минеральные воды и реликтовые морские воды. В чистом виде они не выходят на поверхность ни в одном источнике, но их наличие было обнаружено при бурении во время геолого-разведовательных работ.

По содержанию CO_2 и H_2S различаются на этой территории следующие группы вод: углекислые воды с содержанием CO_2 более 1000 миллиграммов в одном литре в общем 84 источников; самое обильное содержание CO_2 имеет источник Грабске — 3300 мг/л и Бардеевский курорт — 3100 мг/л), сероводородные воды с содержанием H_2S более 1 мг/л (48 источников; наиболее обильное содержание H_2S имеют источники в районе Кельча — 51,0 мг/л, Вышний Орлик, Тураны над Ондавой и Голица, содержание от 21,81 до 26,68 мг/л.

Как известно в курортных целях в настоящее время используются только углекисло-серные воды в Бардеевском курорте. В качестве целебной используется минеральная вода Цигелька, относящаяся к соленым йодобромистым водам. Большинство источников используется только для местных туристско-рекреационных целей. Повышенный интерес они вызвали в ведомстве Министерства здравоохранения. Ищутся пути их процедурного и экономического использования.

Рис. 1. Географическое размещение минеральных источников в восточно-словацком флише.

1 — сигнатура населенного пункта, 2 — углекислые минеральные воды, 3 — серные минеральные воды, 4 — углекисло-серные минеральные воды, 5 — обычные минеральные воды, 6 — магурская флишевая зона, 7 — дуклянская флишевая единица, 8 — утесовая зона, 9 — неовулканыты.

Табл. 1. Химико-физикальный анализ минеральных вод избранных участков восточно-словацкого флиша.

Перевод: Л. Правдова