

Výsledky a úlohy hydrogeológie v oblasti stredného a severozápadného Slovenska

PAVOL BUJALKA*, ONDREJ FRANKO**, KAZIMÍR MALATINSKÝ*

* IGHP, n. p., Rajecká cesta, 010 51 Žilina

** Geologický ústav D. Stúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(1 obr. v texte)

Doručené 17. 1. 1985

Результаты и задачи гидрогеологии в районах Средней и Северозападной Словакии

Очень сложное геологическое строение Средней Словакии отражается и в гидрогеологических условиях. На этой территории были разведаны крупные запасы подземных вод, особенно в карбонатных породах триаса, неовулканических породах и четвертичных осадках. Были установлены охранные пояса минеральных вод и перспективы использования источников геотермальной энергии межгорных депрессий.

Results and tasks of hydrogeology in Central and Northwestern Slovakia

The very complicated geological structure of Central Slovakia is reflected also in hydrogeological conditions. In spite of that, important amounts of groundwater have been documented there mainly in Triassic carbonates, neovolcanites and Quarternary sediments. Data on common water yields obtained from investigations are indicated together with the results of hitherto realized research in the development and design of spa protection areas. Perspectives to obtain geothermal energy sources in intermontane basins appear in the area as well.

Predchádzajúce celoštátne geologické zjazdy, ktoré sa konali na Slovensku, vo sfére aplikovanej geológie sa sústredili prevažne na územia Východoslovenského a Záposlovenského kraja. Preto náš prierez hydrogeologickou problematikou upriamujeme teraz predovšetkým na oblasť stredného a severozápadného Slovenska, s dôrazom na územia, ktoré sa dotýkajú exkurzných trás. Robíme tak i pre-

to, lebo rozsah nášho príspevku nedovoľuje venovať sa územiu celého Slovenska v takej špecifickej sfére, akou je objavovanie zákonitosti obehu a režimu podzemných vôd v pestrých geologických podmienkach Západných Karpát pri súčasnom riešení praktických úloh, vyplývajúcich z potrieb hospodárskeho a sociálneho rozvoja spoločnosti.

Na území Stredoslovenského kraja sú-

streďuje sa pre našu hydrogeológiu najširší sortiment hydrogeologických problémov, ktoré súvisia s nerovnomerným rozložením zdrojov vody na zásobovanie, s najväčším výskytom minerálnych a termálnych vôd, s najrozsiahlejšou banskou činnosťou, s najbohatšou výstavbou vodohospodárskych diel, ale aj s koncentráciou priemyslu, ktorá vyvoláva potrebu ochrany podzemných vôd pred znečistením. V mnohých oblastiach sa už tieto problémové okruhy prelínajú, čo si vyžaduje komplexné riešenie. Prístup k nemu musí byť podložený dobrou znalosťou hydrogeologických podmienok v regionálnom meradle. Takýto základ môže poskytnúť v zložitých geologických a orografických podmienkach Stredoslovenského kraja iba systematický regionálny hydrogeologický výskum a prieskum, ktorého stav ku koncu r. 1984 vyjadruje obr. 1, z ktorého vidno aj rozpracovanosť úloh prieskumu pri návrhu ochranných pásiem kúpeľov a zdrojov minerálnych vôd, ktorý má veľký význam pri skúmaní vôd vo väčších hĺbkach.

Súčasný stav hydrogeologického overenia jednotlivých oblastí je preto taký, že v prvej fáze sa prednostne spracúvali územia a hydrogeologické celky, ktoré pomáhali riešiť naliehavé potreby zásobovania vodou. Tempo spracovania zaostáva však za požiadavkami, čo je zapríčinené nedostatočnou technikou základňou pre hydrogeologické vrty v skalných horninách a organizáciou pozorovania režimu povrchových a podzemných vôd. Práve územie Stredoslovenského kraja kladie na tieto práce najvyššie nároky.

Súčasnnosť upriamuje pozornosť hydrogeológie aj na menej priaznivé horninové komplexy, ktoré by mali suplovať zdroje vôd za odsunutú výstavbu vodárenských nádrží Málinec na Ipli, Turček na Turci, Očová na Hučave, a nádrže na hornom Hrone (Hanáčková, 1984).

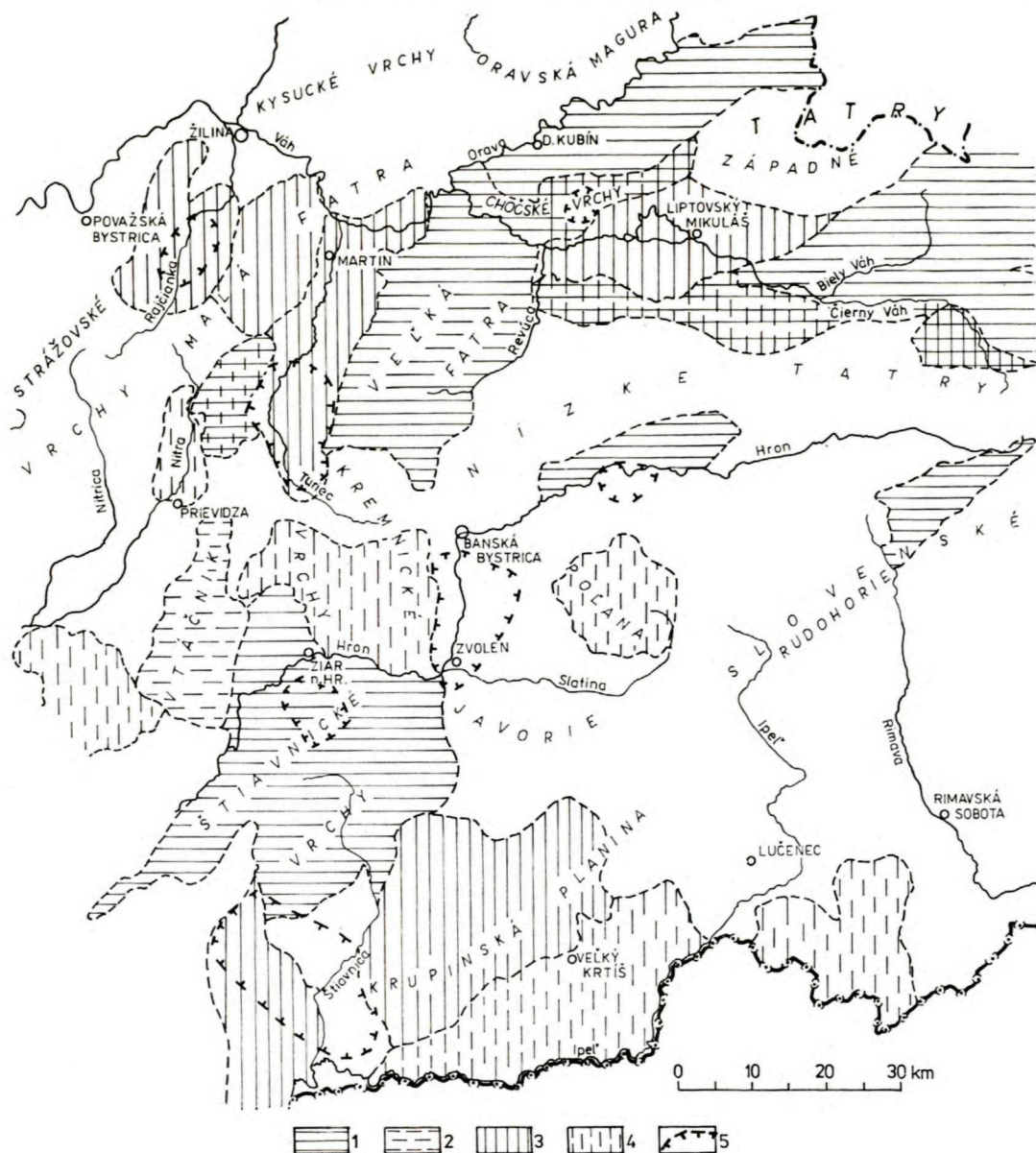
Napriek technickým a časovým problémom podarilo sa našim hydrogeologickým pracoviskám získať pozoruhodné poznatky a nájsť riešenia, ktorých aplikácia bude mať veľký význam v rozličných oblastiach nášho národného hospodárstva. Ich stručný prehľad predkladáme v nasledujúcej časti, ktorú rozčleňujeme na obyčajné, minerálne a termálne vody.

Obyčajné vody

Skúmanie obyčajných vôd v Stredoslovenskom kraji sa posunulo do oblastí predkvartérnych útvarov, v ktorých prvoradý význam má mezozoikum. Pretože základná schéma hydrogeologického hodnotenia ktoréhokoľvek orografického celku nášho územia vychádza z jeho litostratigrafického členenia, uplatňujeme ho aj pri našom popise súčasného stavu hydrogeologických poznatkov.

Kryštalínikum

V Západných Karpatoch ho tvoria dva horninové celky: kryštalické bridlice a granitoidné horniny. Ich prvú ucelenejšiu charakteristiku, podloženú hydrogeologickými meraniami v oblasti Západných Tatier podal L. Melioris (1971). Ďalšia analýza V. Dovinu a L. Meliorisa (1981) sa už opiera o doplnené merania z ďalších oblastí a sú v nej už aj výsledky z vrtovej a banskej diel. Hodnotia kryštalínikum všeobecne ako málo zvodnené, pričom priaznivejšie sa im javia granitoidné horniny, ktoré sa vyznačujú väčšou rozpukanosťou a otvorenosťou puklín. Väčšiu koncentráciu podzemných vôd predpokladajú v oblasti zlomových a prešmykových línií. Túto skutočnosť dokumentovala už v roku 1971 M. Polášková et al. Počas inžinierskogeologického prieskumu pre energetickú nádrž v doline Suchého potoka pri



Obr. 1. Prehľad regionálneho hydrogeologického overenia oblastí Stredoslovenského kraja. 1 — ukončený hydrogeologický výskum, 2 — rozpracovaný hydrogeologický výskum, 3 — ukončený vyhľadávací prieskum, 4 — rozpracovaný vyhľadávací prieskum, 5 — územie hodnotené v rámci prieskumu pre návrh ochranných pásiem kúpeľov a zdrojov minerálnych vôd

Fig. 1. Results of hydrogeological investigations in Central Slovakia. 1 — hydrogeological investigations terminated, 2 — hydrogeological investigations in course, 3 — hydrogeological prospecting terminated, 4 — hydrogeological prospecting in course, 5 — area assessed for spa protection and mineral water source maintenance and development

Šútove (Malá Fatra) vrtom J-3 do hĺbky 180 m overili sa až štyri zvodnené obzory v rozpukaných granitoch a granodioritoch. Najvýdatnejší z nich v hĺbke 135,0 m mal preliv na úrovni terénu $8,3 \text{ l.s}^{-1}$. Teplota vody $10,4^\circ\text{C}$ svedčí o hlbšom obehu a stabilitu prietoku dokumentovali režimovým meraním.

Významná úloha pri sústreďovaní podzemných vôd z kryštalinika sa pripisuje tektonickej pozícii s horninami mezozoika. Svedčí o tom synklinála Trangošky v Nízkych Tatrách (prameň Stará Trangoška $41,6\text{--}488,0 \text{ l.s}^{-1}$). Na možnosť výskytu ďalších zavrásnených, resp. prešmyknutých polôh karbonátov v kryštaliniku ukazujú aj ďalšie lokality v Nízkych Tatrách a v Malej Fatre zvýšením podzemných odtokov a prítokov do povrchových tokov.

Odtokové pomery kryštalinika Západ-

ných Karpát súhrnne zhodnotil V. Dovina (1984). Hodnoty priemerných minimálnych špecifických podzemných odtokov uvedené v tab. 1 sú dokladom dobrého lokálneho zvodnenia týchto hornín, čo je však pravdepodobne ovplyvnené polohami glacigenných sedimentov a už uvedenými tektonickými prejavmi. Podľa uvedeného autora dokumentované špecifické podzemné odtoky jednoznačne nepreukázali priaznivejšie zvodnenie granitoidných hornín v porovnaní s kryštalickými bridlicami. K podobným záverom dospela aj V. Šalagová et al. (1983) v oblasti Malej Fatry.

Výsledky doterajšieho overovania zvodnenia kryštalinika vrtami v hodnotenej oblasti sú prevažne málo priaznivé. V. Dovina et al. (1983) v oblasti Kyslej pri Jaseni (N. Tatry) dokumentoval výtoky na úrovni terénu zo 16 prieskumných loží-

Hodnoty priemerných minerálnych špecifických podzemných odtokov z jednotlivých typov horninového prostredia kryštalinika Západných Karpát (Dovina, 1984)

Average values of minimal specific discharges of groundwater from individual types of the West Carpathian crystalline rocks (Dovina, 1984)

Charakteristické horninové prostredie	Priemerný minimálny špecifický podzemný odtok ($\text{l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)
granitoidné horniny	0,5—3,5
granitoidné horniny s pokryvom kvartérnych, najmä glacigenných a glaciofluviálnych sedimentov a s mezozoikom v tektonickej pozícii	5—11
granitoidné horniny, menší podiel kryštalinických bridlíc	2—3,5
kryštalické bridlice (Volovské vrchy)	1—2 (3)
kryštalické bridlice (ostatné oblasti kryštalinika)	(1—3)
kryštalické bridlice, menší podiel granitoidných hornín	2—5
kryštalické bridlice, mezozoikum v tektonickej pozícii	6—7
kryštalické bridlice, resp. kryštalické bridlice s menším podielom granitoidných hornín s pokrývkou kvartérnych, najmä glacigenných a glaciofluviálnych sedimentov	9—11

Hodnoty v zátvorkách sú predpokladané.

kových vrtov s výdatnosťou do $0,1 \text{ l. s}^{-1}$. Väčšie prítoky boli v podzemných vrtoch v štôlni, a to $0,25\text{--}1,50 \text{ l. s}^{-1}$.

V kryštaliniku lučanskej skupiny Malej Fatry uvádza V. Šalagová et al. (1983) výdatnosť z odčerpaných 17 vrtov hlbokých 40–60 m $0,3\text{--}2,9 \text{ l. s}^{-1}$, najčastejšie hodnoty boli $0,5 \text{ l. s}^{-1}$. V. Dovina (1980, 1983) uvádza aj výtoky z banských diel v Dúbrave a z prieskumných štôlní pri Jasení. Z 11 štôlní v Dúbrave vytekalo spolu $32,0 \text{ l. s}^{-1}$ vody. V oblasti Kyslej sa v prieskumných štôlniach počas razenia objavovali zvýšené prítoky až do $15,0 \text{ l. s}^{-1}$, ktoré sa však postupne stabilizovali na podstatne nižších hodnotách. Svedčí to o dosť rýchlom odčerpaní objemových zásob s malým prítokom.

Pozícia kryštalinika, najmä v centrálnych vrcholových častiach príslušných pohorí a dosiaľ zachytávané podzemné vody vrtmi a štôľňami nabádajú hľadať iné formy odberu dosť veľkého množstva kvalitných vôd, ktoré sa v ňom formujú. Zdá sa, že by bolo účelnejšie využiť priaznivé hydrogeologické vlastnosti mezozoika, do ktorého sa vody kryštalinika dostávajú skrytými prestupmi. Treba preskúmať aj zlomy, ktoré vo vzťahu k podzemným vodám nie sú zatiaľ uspokojivo overené a hodnotené. Plánujeme preto orientovať vyhladávací hydrogeologický prieskum týmito smermi.

Mezozoikum

Pri hydrogeologickom hodnotení mezozoika Západných Karpát pozornosť sa sústreďuje na vápence a dolomity stredného, čiastočne aj vrchného triasu, ktoré predstavujú základný kolektor podzemných vôd. Ostatné litostratigrafické jednotky sú relatívne málo priepustné, alebo, v prípade jurských a spodnokriedových vápencov, priestorovo nevýrazné a izolované.

Triasové vápence a dolomity predstavujú v Stredoslovenskom kraji najvýznamnejšie prostredie pre zhromažďovanie a využívanie podzemných vôd. Ich hlavné výskyty sú v Strážovských vrchoch, v Malej Fatre, vo Veľkej Fatre, v Chočských vrchoch a na severných i južných svahoch Nízkyh Tatier. Vystupujú tu v zložitom prelínaní sa príkrovovej a zlomovej tektoniky, čo veľmi sťažuje vymedzenie hydrogeologických celkov, posúdenie ich vzájomného vzťahu a ocenenie zdrojov podzemných vôd.

Skúmanie puklinovokrasových vôd v zvodnených komplexoch mezozoika, popri často neúplných podkladoch o geologickej stavbe, naráža na problémy určenia charakteru a stupňa otvorenosti a porušenia hornín, jeho zmien v horizontálnom i vertikálnom smere. Preto je ťažké určiť rozdielnosť režimu podzemných vôd, filtračné parametre a dopĺňovanie zdrojov (Kullman, 1984).

Hodnotenie vodných zdrojov je sťažené aj nepresnými a neúplnými podkladmi pre stanovenie prvkov bilančnej rovnice pri vyčleňovaní podzemného odtoku a pri vyčíslení zmien zásob podzemných vôd v puklinovo-krasových štruktúrach. Ešte vždy nie je doriešená otázka technického zabezpečovania režimových meraní, ich kontinuity a sledovania exploatovaných zdrojov.

Napriek uvedeným problémom podarilo sa pracovníkom hydrogeologického výskumu zhodnotiť v Stredoslovenskom kraji všetky významnejšie výskyty puklinovokrasových vôd mezozoika, vyčleniť v rámci jednotlivých pohorí hydrogeologické štruktúry a vyčísliť v nich prognózne alebo aspoň orientačne množstvo podzemnej vody. Štruktúry tvoria spravidla súvislé komplexy triasových vápencov a dolomitov jednotlivých obalových sérií alebo príkrovov, príp. ich skupín, oddelené vrstvami málo priepustných hornín.

Stupeň ich hodnotenia zodpovedá úrovni dostupných geologických a hydrogeologických podkladov, ktoré sa v jednotlivých oblastiach veľmi líšia. Pri ich opise opierame sa predovšetkým o mnohé práce E. Kullmana, vystihujúce hydrogeológiu mezozoika celého Slovenska.

Územný rozsah hydrogeologických štruktúr sa pohybuje od 3 km² až do 174 km². Vodohospodárske hodnotenie týchto štruktúr sa mení podľa veľkosti územia a podmienok sústreďovania odtoku podzemnej vody.

Isté je, že už takmer všetky výdatnejšie a dostupné vývery vŕôd v prameňoch sa využívajú alebo sa pripravujú na využitie. Preto sa aj naša pozornosť sústreďuje na skúmanie skrytých zdrojov podzemných vŕôd, čo v danom horninovom prostredí predstavuje veľmi náročnú úlohu.

V *Strážovských vrchoch* boli výskumom vymedzené tri štruktúry o celkovej rozlohe cca 380 km². Vyhľadávacím prieskumom sa zatiaľ overila len severná časť vrchov (Šalaga et al., 1974), kde sa už využíva cca 950 l. s⁻¹ podzemnej vody. Je tu možné overiť ešte ďalších 700—800 l. s⁻¹ prírodných zdrojov, z ktorých značnú časť možno využiť. V celom pohorí zostáva ešte prehodnotiť spolu cca 1400 l. s⁻¹ prírodných zdrojov vody okrem výverov v prameňoch a stanoviť ich využiteľný podiel.

V *Krivánskej Malej Fatre* sú priaznivo zvodené horniny mezozoika rozdelené do štyroch menších málo preskúmaných štruktúr, ktorých vodnú kapacitu vyčerpávajú z väčšej časti známe pramenné vývery.

V *Lúčanskej Malej Fatre* a v protihlahlom mezozoiku Žiaru sa už vykonal regionálny výskum, na ktorý v súčasnosti nadväzujú prieskumné práce v jednej časti územia. Sú tu vymedzené tri hydrogeologické štruktúry. Z najsevernejšej — Strečno — Ďurčiná — sa už podstatná časť vŕôd využíva pre žilinskú aglomeráciu.

Ďalšie dve, spadajúce do Turčianskej kotliny v oblasti Valčianskeho a Slovenského potoka, Vrce a Polerieky sú mimoriadne významné svojimi prestupmi vody do priľahlej priepustnej výplne kotliny, ktoré sa hodnotia spolu na 300—350 l. s⁻¹ (Kullman, 1973; Bujalka, 1973). Preto sa na ne v súčasnosti sústreďuje vyhľadávací prieskum.

Vo *Veľkej Fatre* vyčlenil E. Kullman (1973) v mezozoiku po tri hydrogeologické štruktúry severne a južne od kryštálického jadra. V každej zo severných (východne od Krpelian, východne od Sklabine a západne od Vlkolince) sa očakávajú skryté prestupy vody do 150 l. s⁻¹, ktoré treba overiť hydrogeologickým prieskumom.

V južnej časti je významná štruktúra medzi Necpalmi a Liptovskou Osadou, ktorá sa odvodňuje prevažne v prameňoch 550—1000 l. s⁻¹. Je tu aj jeden z najväčších využiteľných puklinovokrasových výverov u nás — prameň Lazce v Necpalskej doline s výdatnosťou 320 až 666 l. s⁻¹ zachytený pre Martin.

Perspektívne osobitnú pozornosť si však zasluhuje najjužnejšia štruktúra východne od Necpal — Čremošné. Je budovaná dolomitmi a vápencami chočského príkrovu a má rozlohu 158,6 km². E. Kullman (1973) predpokladá, že z nej odtieká cca 2200 l. s⁻¹ podzemnej vody. Dôležité je zistenie, že okrem výverov v prameňoch a prestupov do tokov v pohorí značná časť vody preteká do priľahlých bazálnych zlepcov Turčianskej kotliny a sčasti vystupuje na povrch. To reprezentuje okolo 400 l. s⁻¹ podzemnej vody (P. Bujalka, 1973). Na jej dôkladnejšie overenie, prípadne aj zachytenie v okrajových častiach pohoria sa sústreďuje pripravovaný vyhľadávací prieskum.

Mezozoikum Nízkych Tatier je už zhodnotené v rámci regionálneho hydrogeologického výskumu (Hanzel, 1974; Kullman,

1976; Kullman et al., 1983), na ktorý v severnej časti už nadviazal rozsiahly vyhľadávací prieskum (Frankovič, 1984; Šalaga, 1985). Najdôkladnejšie je preskúmaná séria Veľkého boku v oblasti Liptovskej Teplice, kde sa už predložil návrh na schválenie využiteľných zásob podzemných vôd v kat. C₁ v množstve 590 l.s⁻¹.

V ďalších častiach severných svahov Nízkyh Tatier sa vymedzilo niekoľko významných hydrogeologických štruktúr: medzi Demänovskou dolinou a Revúcou, v priestore Jánskej doliny, karbonátový komplex Kráľovej Lehoty, važecko-svarínska štruktúra, lučivnianský komplex. Najväčšie vyvierajúce krasových vôd sú v Demänovskej (277,0—1466,0 l.s⁻¹) a v Jánskej doline — Hlboké (548—1180 l.s⁻¹). Prognózne využiteľné zásoby podzemnej vody v jednotlivých štruktúrach presahujú 200 l.s⁻¹, v oblasti Jánskej doliny nad 400 l.s⁻¹. Súčasný prieskum okrem vyhľadávania zdrojov vôd venuje osobitnú pozornosť problémom ich ochrany, najmä v turistickej oblasti Demänovskej doliny.

Mezozoikum južných svahov Nízkyh Tatier sa člení do šiestich hydrogeologických štruktúr, z ktorých sú nádejné pre ďalšie prieskumné overenie tieto:

— štruktúra vápencov a dolomitov krížňanského a spodného čiastkového chočského príkrovu v oblasti medzi Mýtom pod Ďumbierom a Podbrezovou, kde popri existujúcich prameňoch bude potrebné overiť možnosť zachytenia cca 160—200 l.s⁻¹ vody, ktorá podľa predpokladu E. Kullmana et al. (1983) prestupuje do Hrona v oblasti Valaská — Podbrezová,

— hydrogeologická štruktúra chočského príkrovu medzi Brusnom — Podbrezovou — Lopejom — Bukovým dielom, ktorej prognózne zdroje podzemnej vody (212 až 237 l.s⁻¹) sú ohrozené únikmi zo skládok gudrónov v Predajnej. Súčasný hydro-

geologický prieskum sa zaoberá mierou ich škodlivosti (Ostrolucký — Gálisová, 1984), — hydrogeologická štruktúra medzi Hiadelom, Lučatinom, Medzibrodcom a Bukoveckou dolinou, z ktorej cca 210 až 230 l.s⁻¹ podzemnej vody prestupuje pravdepodobne do Hrona.

Z ostatných mezozoických štruktúr, nadväzujúcich na južnú časť Nízkyh Tatier, má najväčší význam štruktúra mezozoika východnej časti Kremnických vrchov. Jej zdroje podzemnej vody sa hodnotia na 350—450 l.s⁻¹, z toho v prameňoch 69—177 l.s⁻¹. Pripravovaný vyhľadávací hydrogeologický prieskum by mal tiež ukázať, do akej miery sa môže ostatná podzemná voda podieľať na hlbšom obehú a na tvorbe termálnych vôd v podloží Zvolenskej kotliny.

V oblasti Chočských vrchov vyhľadávací prieskum priamo nadviazal na výsledky regionálneho hydrogeologického výskumu, čo sa ukázalo aj na celkovo priaznivých výsledkoch (Kullman — Zakovič, 1972; Dujčík, 1984).

V hydrogeologickej štruktúre karbonatického komplexu krížňanského príkrovu v hornej časti Suchej doliny z celkového množstva 124 l.s⁻¹ prírodných zdrojov podzemnej vody bolo priradených do kategórie C₂ 84 l.s⁻¹ využiteľných zásob.

V štruktúre chočského príkrovu medzi Malatinou, Liptovskou Annou, Kvačanmi a Bielou Skalou bolo možné preradiť z 241 l.s⁻¹ prírodných zdrojov do kat. C₂ využiteľných 194 l.s⁻¹, a do C₁ 141 l.s⁻¹.

V príkrovovej troske Veľkého Choča z prírodných zdrojov 245 l.s⁻¹ je využiteľných v kat. C₂ 191 l.s⁻¹. Z nich prevažná časť sa zachytila v prameňoch.

V tektonickom okne krížňanského príkrovu v doline Ráztočné (Lúčky kúpele) vyvierajú prevažne minerálne vody v množstve 100 l.s⁻¹. Ich pôvod sa bude podrobnejšie hodnotiť súčasným prieskumom pre ochranné pásma kúpeľov.

Ďalšie 4 hydrogeologické štruktúry v pohorí sú malé — do 5,7 km s menšími zásobami podzemnej vody.

Hydrogeologickým prieskumom bolo z celkového množstva prírodných zdrojov 1099 l.s⁻¹ klasifikované ako využiteľné v kat. C₂ 84 ‰ a v kat. C₁ 46,1 ‰, čo svedčí o jeho úspešnosti.

Z uvedeného hodnotenia vyplýva, že vápence a dolomity mezozoika nielen v Stredoslovenskom kraji, ale v celých Západných Karpatoch predstavujú z pohľadu súčasného záujmu hydrogeológie najvhodnejšie horninové prostredie, v ktorom špecifický odtok podzemnej vody v priemere kolíše okolo 10,0—13,0 l.s⁻¹. km⁻², v závislosti od morfolologickej a tektonickej pozície a typu hornín. V niektorých oblastiach je tento odtok ešte vyšší, napr. E. Kullman (1984) uvádza, že v príkrovovej troske Veľkého Choča v niektorých obdobiach je odtok podzemných vôd až 18,1 l.s⁻¹. km⁻², čo predstavuje až 60,2 ‰ spadnutých zrážok.

Kedže veľká časť podzemného odtoku je skrytá, na jeho overenie a zachytenie treba sústrediť dostatočné prieskumné kapacity, aby sa mohli riešiť nasledovné problémy:

- spresnenie rozsahu štruktúr a drenážneho účinku vápencov a dolomitov na okolité prostredie, čo je významné nielen pri kvalifikácii zdrojov, ale aj pri ochrane vôd,

- vyhľadávanie priaznivých podmienok pre využitie akumulčných schopností horninového prostredia pri vyrovnaní čerpania podzemnej vody aj pri veľkých rozkyvoch dotácie. Niektoré výsledky už ukázali možnosť takéhoto riešenia (Manin, Jergaly) i jeho vysokú efektívnosť (Kullman, 1981),

- ochrana puklinovo-krasových vôd, ktoré sú mimoriadne citlivé na povrchové znečistenie pri zníženej samočistiacej schopnosti zvodneného prostredia. Jej rie-

šenie si vyžiada vybudovať pozorovacie systémy kvality vody a sústavne ich vyhodnocovať,

- technologické doriešenie hĺbenia a výstroje hydrogeologických vrtov v silne porušených, až prachových dolomitoch v striedaní s pevnými vápnitými polohami,

- zavedenie sústavných kvalitných meraní na všetkých využívaných zdrojoch podzemnej vody.

Paleogén

S výnimkou niektorých častí vnútrokarpatského paleogénu je celkový stupeň hydrogeologického preskúmania paleogénnych sedimentov v rámci ich rozsiahlejších výskytov na severozápadnom Slovensku veľmi nízky. To preto, že blízke výskyty mezozoika a sedimenty kvartéru poskytovali zdroje vody bez nákladného a časovo náročného vyhľadávania. Preto sa pri hydrogeologickom hodnotení týchto hornín uplatňoval zväčša schematický prístup, podľa ktorého sa delili na dobre priepustné bazálne zlepenice vnútorného pásma, polohy pieskovcov s obmedzenou cirkuláciou a nepriepustné ílovce, resp. slieňovce.

Iná situácia je na východnom Slovensku, kde paleogén buduje rozsiahle oblasti označované ako vodohospodársky pasívne. Hydrogeologický výskum a prieskum tohto územia (Zakovič, 1980; Bajo, 1984) núti nás korigovať staršie, hydrogeologicky negatívne hodnotenia paleogénu. Súčasne ale vyžaduje jeho dôkladnejšie hydrogeologické poznanie, založené na systematickom komplexnom prieskume, vychádzajúcom z uplatnenia nepriamych povrchových metód a hydrologických meraní. Vlastné overenie prostredia vrtmi prednostne sa zameriava do miest sústreďovania podzemnej vody v tektonicky porušených zónach. Taká je aj príprava

vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu flyšového pásma na severozápade Slovensku.

Vnútrokarpatský paleogén tejto oblasti sa bližšie overil v Súľovských vrchoch, čiastočne v Žilinskej a Liptovskej kotline, na okrajoch Chočských vrchov, v Oravskej vrchovine a Skorušinských vrchoch.

V Súľovských vrchoch a v Žilinskej kotline sa vyhľadávací a následný prieskum orientoval na overenie bazálneho súvrstvia karbonátových zlepcov, často s puklinovo-krasovou priepustnosťou. V nich boli dokázané významné zdroje podzemnej vody na niekoľkých lokalitách (Šalaga et al., 1974).

V obci Lietava vystupuje podzemná voda cca 100 l. s^{-1} z poklesnutej kryhy bazálnych zlepcov podmienenej križovaním zlomových porúch. Voda je zachytená vrtmi a využíva sa.

Významná časť vody bazálneho paleogénu sa odvodňuje aj do povodia Domanižianky. Najväčší odtok je zdokumentovaný v okolí Čertovej skaly pri Domaniži — priemerne 116 l. s^{-1} . Aj táto voda je už zachytená.

O vzájomnej komunikácii vody bazálneho paleogénu a podložných hornín strážovského príkrovu v oblasti Domanižská Lehota informuje V. Šalagová et al., (1984). Vrtmi sa tu podarilo zachytiť nesústreďené vývery podzemnej vody v celkovom množstve 100 l. s^{-1} so zaradením do kat. C₁. Kladom tohto prieskumného hodnotenia je aj úspešný pokus o matematické modelovanie čerpacej skúšky na výpočet exploatačných zásob vody.

V ostatných oblastiach sa bazálny paleogén primyká v úzkych pruhoch k podložným mezozoickým horninám a tvorí s nimi jeden bilančný celok, s ktorými bol už hodnotený (najmä Veľká Fatra, Chočské vrchy, Nízke Tatry).

Vyššie časti vnútrokarpatského paleogénu, členené na ílovcové, ílovcovo-pies-

kvcové a pieskovcovo-ílovcové súvrstvia sú charakterizované len slabými prameňmi — v minimách do $0,5 \text{ l. s}^{-1}$ a špecifickými výdatnosťami menšieho množstva vrtov v rozmedzí $0,01\text{--}0,2 \text{ l. s}^{-1}$. Dosť veľký význam pripisujú V. Dovina — S. Rapant (1985) najvrchnejšiemu súvrstviu pieskovcov bielopotockých vrstiev v oblasti Skorušinských vrchov a Oravskej vrchoviny. Vyznačuje sa dobrou puklinovou priepustnosťou. Odvodňuje ho rad výdatnejších prameňov: Vitanová — Ūboč $3,55\text{--}8,74 \text{ l. s}^{-1}$, Čimhová — Rovienky $8,57\text{--}11,42 \text{ l. s}^{-1}$, Liesek — Richtársky potok $13,30\text{--}39,45 \text{ l. s}^{-1}$. Najvýdatnejší je prameň Rezbárova baňa v Oravskom Potoku $38,8\text{--}64,9 \text{ l. s}^{-1}$.

Zvodnenie tohoto súvrstvia sa overilo aj vrtom HR-3 v Zabiedove do hĺbky 150 m. Ten potvrdil maximálnu výdatnosť 20 l. s^{-1} pri znížení hladiny vody o 20 m.

Sedimentárny neogén

V rámci Stredoslovenského kraja sedimenty neogénu vyplňajú kotliny: Turčiansku, Zvolenskú, Hornonitriansku, Juhoslovenskú, Ilavskú, Oravskú a Brezniansku.

Hoci výplne jednotlivých kotlín majú vodohospodársky význam, došlo v nich od r. 1970 iba k niekoľkým rozsiahlejším prieskumným prácam, ktoré majú spresniť naše doterajšie hydrogeologické poznatky. Sú to: Turčianska a Žiarska kotlina, čiastočne Zvolenská a prievdzská časť Hornonitrianskej kotliny. V ípeľskej časti Juhoslovenskej kotliny sa iba lokálne doplnili poznatky získané hydrogeologickým a ložiskovým prieskumom už v šesťdesiatych rokoch.

Turčianska kotlina sa hydrogeologicky zhodnotila v rámci vyhľadávacieho prieskumu v r. 1973, za ktorým nasledovali prieskumné práce vyšších etáp.

Z neogénnej výplne majú najväčší

hydrogeologický význam bazálne a vyššie štrky a zlepence, prevažne z dolomitového a vápencového materiálu, vystupujúce v strednej časti kotliny. Vytvárajú dva hydrogeologické celky: západný v Kláštore pod Znievom — medzi Vlčianskym potokom a Poleriekou — a východný medzi Blatnicou a Hájom.

Celok v oblasti Kláštora pod Znievom má 300—400 m hrubú vrstvu štrkov (geofyzikálne merania) s dobrou priepustnosťou, komunikáciou s vodou okrajového mezozoika i nadložného kvartéru a s povrchovými tokmi Turca a jeho prítokov. V tejto časti možno odoberať niekoľko sto l.s^{-1} podzemnej vody, treba však zachovať potrebné ochranné opatrenia.

Východný celok tvoria prevažne bazálne štrky a zlepence, ktoré sú v tektonickom styku s hydrogeologickou štruktúrou chočského prikrovu Veľkej Fatry. Význam tohto celku spočíva v možnosti akumulácie a zachytenia prestupujúcej vody z mezozoika, ktorej kvantifikáciu sme už vyjadrili. Doterajšie pokusy o jej zachytenie vrtmi narážajú však na technické problémy v prostredí porušených preplavených dolomitov (Mošovce, Háj).

Žiarska kotlina bola zhodnotená regionálnym výskumom, na ktorý nadviazali lokálne prieskumy v priaznivejších polohách.

Výplň kotliny tvoria piesčito-ílovité sedimenty, ktoré sa striedajú s vulkanoklastickým materiálom. Priaznivo zvodnené časti sú najmä v ryolitových tufoch a tufitoch v okrajovej časti Kremnických vrchov, kde z vrtu P-20 bol prelev vody $1,5 \text{ l.s}^{-1}$. Ďalšie horizonty sa overili v oblasti Lutila, Slaská a Kosorín v rozpukaných limnokvarcitoch. Prelev vody na úrovni terénu bol okolo $1,0 \text{ l.s}^{-1}$ (Škvarka, 1980).

Celkove možno konštatovať, že neogénna výplň kotliny môže poskytnúť len obmedzené množstvo podzemnej vody pre

lokálne využitie.

Priaznivejšie zvodnený tektonický styk kotliny s Vtáčnikom má pôvod dotácie vôd vo vulkanitoch pohoria, ktorým sedimenty kotliny tvoria málo priepustnú bariéru.

Zvolenská kotlina — predovšetkým jej západná časť — je v súčasnosti predmetom vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu na získanie podkladov pre ochranné pásma kúpeľov Sliač a Kováčová. O ňom informujeme ďalej. Výskyt minerálnych vôd v tejto oblasti celkom zatláča nevýznamné horizonty obyčajných vôd v sedimentárno-vulkanických polohách.

Aj v *Prievidzskej kotline* prebieha v súčasnosti vyhľadávací prieskum. V jej výplni sa striedajú piesčité, štrkové, ílové a tufitické polohy, ktorých zvodnenie sa javí ako nízke, so špecifickou výdatnosťou $0,1\text{--}0,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$. Ich význam môže vzrásť vyhľadaním priaznivejších kolektorov, najmä v okrajovej zlomovej časti.

Neovulkanity

V hydrogeologickom hodnotení vulkanických hornín v Západných Karpatoch došlo v poslednom období k významnému pokroku. Je to dôsledok prác regionálneho hydrogeologického výskumu a vyhľadávacieho prieskumu, doplneného aj výsledkami vyšších prieskumných etáp.

Základnú formuláciu zvodnenia a obehu podzemnej vody v neovulkanitoch stredného Slovenska predložili V. Böhm et al. (1964). L. Švarka (1974) zdôrazňuje hlavne význam zlomových línií, popri ktorých hodnotí aj ďalšie faktory.

Významným doplnením poznatkov bola práca P. Feceka a Z. Hlavatého (1980), ktorou sa pozornosť upriamuje aj na význam pórového zvodnenia niektorých tufov, hlavne piesčitých tufitov a na možnosť jeho exploatácie. Autori sa opierajú

o výsledky prieskumu na Krupinskej planine od r. 1967.

Hodnotenie neovulkanitov aj bilančnými metódami, s ostatným súhrnným riešením na základe sumarizácie výsledkov z Vihorlatu a Slanských vrchov predkladajú I. Bajo et al. (1983).

Podľa týchto prác sú komplexy neovulkanitov Slovenska spravidla zloženým zvodneným systémom, v ktorom sa podľa obsahu jednotlivých litofácií striedavo uplatňuje priepustnosť puklinová i pórová, prípadne aj izolačné vlastnosti niektorých polôh. Dôležitým faktorom pre zdôraznenie puklinatosti a prepojenie relatívne izolovaných častí komplexu aj na väčšie vzdialenosti sú zlomové zóny, ktorými sa zabezpečuje sústreďovanie toku podzemnej vody a tvorba jej významných zdrojov.

Praktická aplikácia týchto záverov v jednotlivých pohoriach stredného Slovenska, budovaných neovulkanitmi, priniesla tieto výsledky:

V *Štiavnických vrchoch*, v oblasti medzi Vyhňami, Banskou Štiavnicou a Voznicou, je prevažná časť podzemných vôd odvodňovaná do banských priestorov a do dedičnej štólne, ktorou odteká do Hrona cca 400 l.s^{-1} podzemnej vody. Aj prieskumné štólne drénujú podzemnú vodu, ktorá v súčte predstavuje niekoľko desiatok l.s^{-1} . Tento stav, ktorý nie je podchytený sústavnými meraniami, zneumožňuje hydrogeologické hodnotenie pohoria, ktoré sa zameriava na okrajové časti.

Najvýznamnejšie zdroje vôd sú zatiaľ overené pri južnom okraji pohoria na jeho tektonickom styku s Podunajskou nížinou v priestore Rybníka a Čajkova (cca 70 l.s^{-1}).

V súčasnosti sú Štiavnické vrchy predmetom študijného hydrogeologického hodnotenia, ktoré predloží aj koncepciu následného prieskumu.

Hydrogeologický prieskum *Krupinskej planiny* v jej jednotlivých častiach i v súhrnnom hodnotení priniesol rad cenných poznatkov o dobrom zvodnení tuftických pieskov až pieskovecov a pórových tufov. Vrtnými prácami a čerpacími skúškami sú dokumentované dosť vysoké odberné množstvá z jednotlivých lokalít (napr. 72 l.s^{-1} — Plášťovce). Celkove sa na tomto území zistilo 685 l.s^{-1} využiteľných zásob podzemných vôd v kat. C₂ a 104 l.s^{-1} v kat. C₁, čo má mimoriadny význam pre zásobovanie vodou celej oblasti (Hlavatý — Fecek, 1982).

V *pohorí Javorie* a v priľahlej Pliešovskej kotline napriek menšej plošnej rozlohe sa dosiaľ overilo okolo 300 l.s^{-1} podzemnej vody prevažne na dvoch významných lokalitách: Podzámčok (Fecek — Hlavatý, 1980), kde sa pre pohronský skupinový vodovod odoberá okolo 200 l.s^{-1} a Dobrá Niva s odberom cca 100 l.s^{-1} pre mesto Krupinu. Výskyt týchto vôd sa viaže na porušenie neovulkanitov na zlomovom systéme S—J smeru. Stratovulkán Poľany je v súčasnosti predmetom vyhadávacieho hydrogeologického prieskumu. Jeho neúplné výsledky dokumentujú zložitost hydrogeologických pomerov; možnosť zachytávania podzemnej vody vrtmi v andezitoch, ich pyroklastikách, ale aj v podložných kremencoch. Orientácia na získanie drénovanej vody z podložia vulkanitov je u nás ojedinelá a prináša zatiaľ pozitívne výsledky (výdatnosť vrtov až 28 l.s^{-1}).

Kremnické vrchy nie sú zatiaľ hydrogeologicky preskúmané. Podľa množstva a charakteru prítoku do banských diel predpokladá sa nízka intenzita zvodnenia vulkanitov. Celkove je do nich zaústené cca $50\text{--}100 \text{ l.s}^{-1}$ podzemnej vody. Iné podmienky možno očakávať v okrajových častiach pohoria pri tektonickom styku s kotlinami. Nasvedčujú tomu výsledky neukončeného prieskumu v oblasti Hor-

ného Turčeka, kde z troch vrtovej situovaných v andezitoch a ich pyroklastikách bol zaznamenaný preliv okolo 25 l. s^{-1} .

Na základe vykonanej štúdie začína sa v r. 1985 v južnej časti pohoria vyhľadávaci hydrogeologický prieskum.

Vtáčnik. Režim podzemnej vody v pohorí je v severnej časti ovplyvnený banskou činnosťou. Vo vrcholovej časti sa vyskytuje niekoľko prameňov s výdatnosťou $2\text{--}10 \text{ l. s}^{-1}$, v jednom prípade $2\text{--}20 \text{ l. s}^{-1}$. Sú to puklinovo-vrstvové pramene na styku andezitov a ich pyroklastik. Najväčší význam pre sústredený záhyt podzemných vôd majú však zlomové línie SV—JZ a S—J smeru. Na novobansko-klakovskom zlomovom pásme boli z dvoch vrtovej prelivy až 20 l. s^{-1} , podobné podmienky sa vyskytujú aj na súbežnom okrajovom zlome na styku so Žiarskou kotlinou. Pri Revišskom Podzámčí bola overená výdatnosť vrtu až 30 l. s^{-1} , v oblasti Slaská—Kosorín do 13 l. s^{-1} vo vrtoch 60—200 m hlbokých. Ak berieme do úvahy priemerný špecifický odtok podzemných vôd $4\text{--}6 \text{ l. s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, možno predpokladať, že využitím priaznivých štruktúr možno získať z pohoria ešte významné množstvo podzemnej vody.

Pohronský Inovec bol dosiaľ hydrogeologicky len málo preskúmaný. Záujem o získanie podzemnej vody v minulosti sa sústredil na okolie Novej Bane, kde je zachytených cca 25 prameňov s celkovou výdatnosťou $5\text{--}18 \text{ l. s}^{-1}$.

Vrtné práce na južnom okraji pohoria overili možnosť prestupu vody do sedimentárnej výplne Podunajskej nížiny v množstve, ktoré pravdepodobne presahuje 200 l. s^{-1} . Preto aj odtoky podzemnej vody, ktoré sa realizujú prostredníctvom potokov v pohorí, sú veľmi nízke — $0,2\text{--}2,0 \text{ l. s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Ďalšie zdroje podzemnej vody treba overiť na styku s dolinou Hrona v tektonicky porušených zónach.

Kvartér

Hydrogeologický význam kvartérnych riečnych sedimentov pre zdroje podzemnej vody je nesporne veľký, v dôsledku — retencie vôd v pórovom, všesmerne priepustnom prostredí,

— pozície zvodneného systému v mieste eróznej bázy,

— drenážneho účinku na okolité zvodnené horniny,

— možnosti komunikácie s povrchovými tokmi a tvorby indukovaných zdrojov vody,

— priaznivých podmienok pre uplatnenie umelej infiltrácie.

Základné hydrogeologické overenie významnejších fluvialných sedimentov v rámci Stredoslovenského kraja sa vykonalo už do r. 1970 (Porubský, 1964). V ostatnom čase sa spresnil pohľad aj na glaciogénne sedimenty v predpolí Vysokých Tatier (Hanzel et al., 1984). V náplavoch riek v rámci kraja môžeme očakávať cca $2,5\text{--}3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľných zdrojov vody, z čoho cca $1,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ sa už overilo na úrovni kategórie C₂ v povodí horného Váhu po Žilinu spolu s náplavami Oravy a Turca (Tužinský et al., 1971; Bujalka, 1973).

Stupeň využívania vôd je však dosť nízky. Najznámejší je odber v Tepličke n/Váhom pre Žilinu s dokumentovaným množstvom 160 l. s^{-1} (Bujalka, 1961) odobraným už od r. 1964. V ostatnom čase sa pre zásobovanie Lipt. Mikuláša zachytilo cca 150 l. s^{-1} vody z náplavov Váhu v oblasti Liptovská Porúbka — Kráľova Lehota (Žák — Banský, 1974). Na ostatných tokoch sú odbery len pre menšie lokálne zásobovanie.

Ostáva tu vyriešiť ochranu prostredia pred znečistením, na ktoré sú vody náplavov zvlášť citlivé, aby sa zásoby vody mohli intenzívnejšie využívať. Vplyv antropogénnych faktorov vytvára stále nové

problémy, ktoré treba riešiť doplňujúcim prieskumom. V týchto reláciách nemôžeme preskúmanosť príslušného územia považovať za stabilný ukazovateľ, lebo v niektorých častiach možno očakávať jeho relatívny pokles.

Najpriaznivejšie hydrogeologické podmienky boli dosiaľ overené v náplavoch horného Váhu, kde sa k nim v tatranskej oblasti pripájajú fluvioglaciálne a glacienné sedimenty.

Podľa doterajších výsledkov hrúbka glacienných sedimentov v Roháčskej doline je nad 100 m, podobne aj v Kôprovej doline. Postupne prechádzajú do fluvioglaciálnych nánosov v podhorí v hrúbke 30–50 m (Hanzel et al., 1984). Sú relatívne dobre priepustné. Možnosť odberu vody z nich nebola overená pre technické problémy.

Hrúbka náplavov Váhu, prevažne štrkov, podľa pozície a prípadného vplyvu neotektoniky dosahuje 7–20 m. Sú veľmi dobre priepustné s koeficientom filtrácie prevažne v rade 10^{-3} m.s⁻¹. Podobné podmienky sú aj v dolnej časti Turca, Rajčianky a Kysuce. Výdatnosti vrtov sa často približujú k 50 l.s⁻¹, v oblasti Tepličky n/Váhom sa pohybovali až okolo 100 l.s⁻¹. Podobne zvodnené sú aj náplavy v Bytčianskej a Ilavskej kotline.

Hrúbka náplavov ostatných väčších stredoslovenských tokov je spravidla menšia: Nitry v Hornonitrianskej kotline do 12 m, Hrona po Banskú Bystricu do 5 m, po Kozárovce 14 m, Ipľa v hornom úseku do 7 m, v strednom a dolnom do 13 m.

Zvodneným prostredím sú piesčité štrky, v horných úsekoch tokov zahlinené, v dolných dobre vytriedené a priepustné. Prejavuje sa tu väčšia variabilita koeficienta filtrácie v rozsahu rádov 10^{-3} – 10^{-5} m.s⁻¹ a výdatností do 25 l.s⁻¹. Pomerne priaznivé zvodnenie majú aj časti náplavov viacerých ich prítokov: Bielej

vody, Vlára, Nitrice, Krupnice, Štiavnice.

Načrtnutý rámcový prehľad o výskyte obyčajných podzemných vôd v jednotlivých horninových komplexoch Stredoslovenského kraja dokumentuje mimoriadnu pestrosť hydrogeologických podmienok a z toho vyplývajúcich problémov pri vyhľadávaní vôd a pri ich ochrane. Riešenie týchto problémov bude možné len systematickým postupom a sústredeným úsilím všetkých zložiek prieskumu, ale aj spoluprácou s príslušnými vodohospodárskymi zložkami.

Minerálne vody

Územie stredného Slovenska je obzvlášť bohaté na minerálne a termálne vody. Je tu zaregistrovaných okolo 560 zdrojov, z ktorých sa časť využíva v 11 kúpeľoch celoštátneho významu, v 3 plniarňach a v 10 miestnych kúpeľoch a termálnych kúpaliskách.

Po základnej registrácii zdrojov minerálnych a termálnych vôd v rokoch 1961–1968 sa ich stav periodicky kontroluje, merajú sa hydrologické parametre, evidujú sa nové zdroje a odoberajú sa vzorky na fyzikálno-chemický rozbor. Takto získaný bohatý materiál sa súhrne spracoval v roku 1974 (Tkáčik et al, 1974).

Lepšie využitie bohatstva minerálnych a termálnych vôd si vyžiadalo najskôr rekonštrukciu starých zdrojov na vyššej technickej úrovni, neskoršie bolo potrebné rozšíriť jestvujúce kapacity o nové zdroje. Tejto činnosti predchádzali prospekčné práce. Vykonan sa balneohydrogeologický prieskum v Rajeckých Tepličkách, kde sa hlbšími vrtmi vo výverovej oblasti zvýšila jej kapacita o 12 l.s⁻¹ na celkových 22 l.s⁻¹. (Klago, 1976). Práce s podobným zameraním sa vykonali aj v Korytnici. Tu sa pre malú plniareň a

kúpele kapacita zdrojov zdvojnásobila na $1,0 \text{ l. s}^{-1}$ (Malatinský, 1976).

Prospekčné práce v centre kúpeľného areálu v Bojniciach vymedzili rozptyl termálnej vody v pokryvných útvaroch a travertínoch a pomohli zlepšiť zachytenie termálnych vôd v Starom prameni (Rebro, 1976).

Pri prospekčných prácach na lokalite Belušské Slatiny bol zistený nový zdroj stolovej minerálnej vody (Rebro, 1979). Rozsiahle práce rovnakého charakteru sa vykonali pred odvrtním 818 m hlbokého vrtu na Štiavničkách v Banskej Bystrici. Voda z tohto vrtu v množstve $11,5 \text{ l. s}^{-1}$ sa využíva na rekreačné účely (Klago, 1981).

Pri skúmaní zložitej žriedelnej štruktúry v najmladších slovenských kúpeľoch Nimnica, sa okrem vybudovania nového zdroja liečivej minerálnej vody s kapacitou $2,9 \text{ l. s}^{-1}$, objavil aj nový chemický typ vzácnej minerálnej vody, ale len v malom množstve (Rebro, 1983).

Balneohydrogeologický prieskum v Budiši overil využiteľné zásoby stolových minerálnych vôd v množstve $5,0 \text{ l. s}^{-1}$. Na základe týchto výsledkov sa tu v roku 1980 vystavala nová plniareň (Klago, 1978).

Okrem prieskumných prác sa v oblasti minerálnych a termálnych vôd realizovali práce regionálneho výskumu. Zhodnotené boli hydrogeologické pomery Liptovskej kotliny z hľadiska výskytu minerálnych vôd (Franko et al., 1979). Podobný charakter mali aj výskumné práce vo Zvolenskej kotline (Franko et al., 1982).

V Západných Tatrách v oblasti Oravíc na styku paleogénnych a mezozoických hornín a na križovaní severojužného zlomu so zlomom východozápadným, sa vrtom OZ-1 získala $28,5^\circ\text{C}$ teplá voda v množstve 35 l. s^{-1} (Zakovič, 1981).

Práce regionálneho hydrogeologického výskumu študujú vznik a rozšírenie mi-

nerálnych a termálnych vôd v rozličných geologicko-tektonických štruktúrach.

V poslednom období je ťažisko prieskumných prác v oblasti minerálnych a termálnych vôd zamerané na plnenie vládneho uznesenia SSR č. 56 z roku 1974, ktoré ukladá získavať podklady pre stanovenie ochranných pásiem prírodných liečivých zdrojov a prírodných zdrojov stolových vôd. Práce na tejto úlohe sa vykonávajú podľa Smernice č. 55 SGÚ a MZ SSR z roku 1977.

Nevyhnutným podkladom pre vypracovanie projektovej dokumentácie je základná geologická mapa v mierke 1 : 50 000, ktorú v predstihu spracúvava GÚDŠ. Na základe skúseností z dosiaľ vykonaných prác sa geofyzikálne práce vyčleňujú z vlastného projektu vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu ako prvá podetapa riešenia a na základe ich výsledkov sa spracúva projekt vlastných prieskumných prác.

Ich podstatnú časť tvoria vrty, ktorých cieľom, okrem získavania hydrogeologických údajov, je spresňovanie výstupových ciest minerálnych vôd a ich možného zachytenia vo väčších hĺbkach, aby sa chránili proti prípadnému znečisteniu.

Cenné poznatky o výstupe termálnych vôd v hydrogeologickej štruktúre Skleňných Teplíc sa získali 1820 m hlbokým vrtom ST-4. Ním sa získala 59°C teplá voda v množstve $16,0 \text{ l. s}^{-1}$. Toto prelivové množstvo už má nepriaznivý vplyv na prírodné a umelé zdroje v 1,5 km vzdialených kúpeľoch (Klago, 1984). V súčasnosti sa na vrte dlhodobo pozoruje preliv $2,0 \text{ l. s}^{-1}$ pri tlaku 40 kPa.

Rozsiahly vrtný prieskum sa vykonal na úlohe Sliač — Kováčová. Získané údaje zo 7 hydrogeologických vrtov hlbokých od 220 do 572 m ukazujú na úzky vzťah medzi termálnymi vodami v Sliačskej kotline a vyššie položenými zdrojmi liečivých minerálnych vôd v kúpeľoch Sliač.

Ďalej ukázali, že v akumuláčnej oblasti spoločnej žriedelnej štruktúry Sliač—Kováčová sú v prostredí karbonatických hornín značné množstvá termálnych vôd (Bondarenková, 1981).

Od roku 1972 sa vykonávajú režimné merania termálnych vôd vo výverovej oblasti kúpeľov Bojnice a banských vôd v akumuláčnej oblasti, ktorá zaberá územie Nováčkových uhoľných baní. Z prevádzkových dôvodov bolo nutné zlikvidovať v kotline pozorovací vrt Š1-NB a nahradil ho v roku 1981 nový rovnocenný vrt Š1-NB II, hlboký 1851 m (Mondočková, 1983). Podobne aj v Bojniciach bol prieskumný vrt Š2-NB, ktorý slúžil ako zdroj liečivej termálnej vody, nahradený novým exploatačným zdrojom BR-1. Takto sa zlepšil technický stav hlavných pozorovacích objektov pre režimné sledovanie výverovej a akumuláčnej oblasti, ktoré majú študovať vplyv odvodňovania nováčkeho uhoľného ložiska na zdroje termálnych vôd v Bojniciach.

Geotermálna energia

Do úloh hydrogeológie sa v ostatnom čase výrazne premieta aj vyhľadávanie a oceňovanie zdrojov geotermálnej energie.

V Stredoslovenskom kraji je možné získať geotermálnu energiu v Žilinskej, Turčianskej, Liptovskej a Žiarskej kotline, a tiež v Skorušinských vrchoch (Franko, 1979). Nositeľom geotermálnych vôd sú vo všetkých oblastiach stredotriasové vápence a dolomity. Sú to predovšetkým karbonáty krížňanského príkrovu, ktoré majú súvislé rozšírenie (karbonáty chočského príkrovu sú viac-menej zachované len vo forme trosiek). Pri určení hĺbky vrtov treba preto počítať zhruba s 1000 m hrúbkou sedimentov kriedy vrchného triasu po karbonáty stredného triasu krížňanského príkrovu. Pretože treba získať

vodu s najvyššími teplotami, musí sa hľadať v najhlbších depresiách a v strede kotlín, lebo okraje sú ochladené studenou vodou (Franko et al., 1984).

Z energetického hľadiska je najzaujímavejšia Žiarska kotlina (Franko et al., 1973), pretože sú v nej vody vysokej teploty (v 1000 m okolo 50 °C), pričom sa predpokladá, že triasové karbonáty krížňanského príkrovu sú v hĺbke okolo 5000 m (priamo pod terciárom sa predpokladá výskyt súvrstvia s melafýrmi). V tejto hĺbke sú teploty okolo 180 °C, takže na povrchu možno očakávať teplotu vôd okolo 150 °C. Na báze tejto vody, resp. jej pary je možné priamo vyrábať elektrickú energiu.

V Žilinskej kotline sú dve depresie s hrúbkou paleogénnych sedimentov okolo 1500 m (Fusán et al., 1979). Jedna depresia je na okraji bradlového pásma (Žilinská) a druhá v oblasti Rajca (Rajecká). V hĺbkach 2500—3000 m možno očakávať rezervoárové teploty okolo 60 °C.

V Turčianskej kotline sú tri depresie — severná, stredná a južná (Fusán et al., 1979). V severnej, v oblasti Martina, je hrúbka terciérnych sedimentov okolo 2000 m, v strednej, v oblasti Jazernice a v južnej, v oblasti Hornej Štubne, okolo 1500 m. V hĺbkach 3000—3500 a 2500—3000 m možno očakávať rezervoárové teploty okolo 100 °C (v severnej depresii sa predpokladajú nižšie teploty ako v južnej).

V Liptovskej kotline je šesť depresií (Franko et al., 1984). Hrúbka paleogénnych sedimentov je: v západnej časti ivachnovskej depresie okolo 1400 m, v depresii Liptovskej Mary okolo 1600 m, v demänovskej okolo 1100—1300 m, v bobroveckej okolo 1100 m a vo východnej časti v depresii Konskej a Liptovskej Kokavy okolo 800 m. V prvých dvoch západných depresiách v hĺbkach 2500—3000 m môžeme očakávať rezervoárové teploty okolo

100 °C a v druhých dvoch v hĺbkach 2100—2600 m okolo 80 °C. Vo východných depresiách v hĺbkach 2000 m môžu byť rezervoárové teploty okolo 70 °C.

V Skorušinských vrchoch je jedna rozsiahla depresia so stredom v oblasti Zábiedova. Rozprestiera sa medzi Vitanovou a M. Borovým. Hrúbka paleogénnych sedimentov v strede depresie dosahuje okolo 2200 m. V hĺbke 3500 m sú možné rezervoárové teploty okolo 100 °C.

Výskumné a prieskumné práce na overenie uvedených predpokladov a využitie priaznivých výsledkov sa začnú v nasledujúcej päťročnici. Budú nadväzovať na regionálne ocenenie geotermálnej energie v Podunajskej panve — centrálnej depresii, ktoré predložil v roku 1984 O. Franko et al. v práci, ktorá zhrňa pozitívne výsledky dlhoročného výskumu tejto oblasti.

Recenzoval P. Tkáčik

LITERATÚRA

- Bajo, I. — Bujalka, P. — Haluška, M. 1983: Hydrogeológia neovulkanitov Slanských a Vihorlatských vrchov. *Mineralia slov., sér. Monografia, 1*, s. 1—104.
- Bajo, I. 1984: Doterajšie poznatky o priepustnosti a zvodnení flyšových hornín na území východného Slovenska. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie, Bratislava, GÚDŠ*, s. 27—36.
- Bondarenková, Z. 1981: Sliač — Kováčová ochranné pásma. [Čiastková správa.] *Manuskript — IGHP Bratislava*.
- Böhm, V. — Klír, S. — Ostroľucký, P. 1964: Hydrogeologické pomery centrálnej časti stredoslovenských vulkanitov a Krupinskej vrchoviny. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 32, s. 47—57.
- Bujalka, P. 1961: Teplička nad Váhom — hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Bujalka, P. 1973: Turčianska kotlina, záverečná správa vyhladávacieho hydrogeologického prieskumu. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Bujalka, P. 1976: Hydrogeologické pomery južnej časti Turčianskej kotliny. *Mineralia slov.*, 8, s. 37—50.
- Dovina, V. 1980: Niekoľko hydrogeologických poznatkov z kryštalinika Nízkyh Tatier. *Mineralia slov.*, 12, s. 505.
- Dovina, V. — Melioris, L. 1981: Základná hydrogeologická charakteristika kryštalinika Západných Karpát. In: *Zborník prác IV. slovenskej geologickej konferencie, zv. 6, Bratislava, SGÚ — Dom techniky ČSVTS*, s. 57—64.
- Dovina, V. — Rapant, S. 1983: Hydrogeologická a hydrogeochemická charakteristika územia scheelitovo-zlatonosného zrudnenia v kryštaliniku Nízkyh Tatier v oblasti Kyslej pri Jasení. In: *J. Pecho et al., 1983: Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v N. Tatrách. Bratislava, GÚDŠ*.
- Dovina, V. 1984: Zhodnotenie minimálneho špecifického podzemného odtoku z kryštalinika Západných Karpát. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie, Bratislava, GÚDŠ*, s. 41—52.
- Dovina, V. — Rapant, S.: Fundamental hydrogeological characterization of the Inner Carpathian Paleogene of the Oravská vrchovina, Skorušinské vrchy Mts. and adjacent part of the Subtatic depression. In: *Proceedings of the XIIIth Congress of the Carpathian Balkan Geological Association, Krakow, 1985 (in press)*.
- Dujčík, J. 1984: Výsledky hydrogeologického prieskumu Chočských vrchov. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie, Bratislava, GÚDŠ*, s. 53—60.
- Feček, P. — Hlavatý, Z. 1980: Hydrogeológia vulkanitov Krupinskej planiny. *Mineralia slov.*, 12, s. 455—468.
- Feček, P. — Hlavatý, Z. 1980: Podzámček — hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Archív Výsk. úst. vod. hosp., Bratislava*.
- Franko, O. — Forgáč, J. — Fusán, O. — Zbořil, L. 1973: Zhodnotenie Ziarkej intravulkanickej depresie vzhľadom na vyhľadávanie hypertermálnych vôd. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 61, s. 15—32.
- Franko, O. — Bodiš, D. — Gazda, S. — Michaliček, M. 1979: Hydrogeologické vyhodnotenie Liptovskej kotliny z hľadiska výskytu minerálnych vôd. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Franko, O. 1979: Perspektívnosť hydrogeologických štruktúr termálnych vôd na Slovensku s ohľadom na využitie geotermálnej energie. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 72, s. 169—192.
- Franko, O. — Zakovič, M. — Bodiš, D. 1982: Minerálne vody Zvolenskej pahorkatiny. *Západné Karpaty, sér. hydro-*

- geol. a inž. geol. Bratislava, GÚDŠ, s. 135—178.
- Franko, O. — Gross, P. — Hricko, J. — Zbořil, L. 1984: Význam štruktúrnych máp predterciérneho podložia vnútrokarpatských depresií pre vyhľadávanie geotermálnych vôd na príklade Liptovskej kotliny. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie*. Bratislava, GÚDŠ, s. 189—195.
- Franko, O. — Remšík, A. — Fendek, M. — Bodiš, D. 1984: Geotermálna energia centrálnej depresie podunajskej panvy — prognózne zásoby. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava*.
- Fusán, O. Biely, A. — Plančár, J. 1979: Geologická stavba podložia terciéru Západných Karpát. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Frankovič, J. 1984: Séria Veľkého boku — lokality Rovienky a Pod sútokom — hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript — IGHP Košice*.
- Hanáčková, E. 1984: Náhradné riešenie zásobovania pitnou vodou do výstavby vodárenských nádrží na Slovensku. *Vodohospodársky spravodajca (Bratislava)*, 7—8, s. 253—258.
- Hanzel, V. — Gazda, S. 1973: Hydrogeologický výskum chočského príkrovu a série Veľkého boku Nízkych Tatier. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Hanzel, V. 1974: Podzemné vody chočského príkrovu a série Veľkého boku na severovýchodných svahoch Nízkych Tatier. *Západné Karpaty, sér. hydrog. a inž. geol.*, 1, Bratislava, GÚDŠ.
- Hanzel, V. — Gazda, S. — Vaškovič, I. 1984: Hydrogeológia južnej časti Vysokých Tatier a ich predpolia. *Západné Karpaty, sér. hydrogeol. a inž. geol.*, 5, Bratislava, GÚDŠ.
- Hlavatý, Z. — Fecek, P. 1982: Stredoslovenské vulkanity — Krupinská planina — vyhľadávací hydrogeologický prieskum — východná časť a súhrnné hodnotenie. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Klago, M. et al. 1976: Rajecké Teplice — hydrogeologický prieskum termálnych vôd. *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Klago, M. et al. 1978: Budiš — náhradný zdroj minerálnej vody. *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Klago, M. 1981: Banská Bystrica — Štiavnický balneohydrogeologický prieskum 3. etapa. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Klago, M. 1984: Sklené Teplice — ochranné pásmo — projekt hydrogeologických prieskumných prác. [Čiastková správa.] *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Kullman, E. — Zakovič, M. 1972: Základný hydrogeologický výskum Chočského pohoria. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Kullman, E. 1973: Základný hydrogeologický výskum západných svahov Veľkej Fatry a juhovýchodných svahov Malej Fatry. [Záverečná správa.] *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Kullman, E. 1976: Hydrogeologický výskum mezozoika severozápadných svahov Nízkych Tatier. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Kullman, E. 1981: Problémy a možnosti zvyšovania využiteľnosti krasových vôd. In: *Zborník prác IV. slovenskej geologickej konferencie*, zv. 6, Bratislava, SGÚ — Dom techniky, s. 65—82.
- Kullman, E. — Biely, A. — Kullmanová, A. — Vrána, K. 1983: Zhodnotenie hydrogeologických pomerov mezozoika južných svahov Nízkych Tatier s ocenením prognózných zdrojov a prognózných využiteľných množstiev podzemných vôd. [Záverečná správa.] *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Kullman, E. 1984: Obyčajné podzemné vody v puklinových a puklinovo-krasových kolektorských horninách. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie*, Bratislava, GÚDŠ, s. 13—25.
- Malatinský, K. 1976: Minerálne vody na severozápadných svahoch Prašivej (Nízke Tatry). *Mineralia slov.*, 8, s. 77—92.
- Melioris, L. 1971: Hydrogeologické pomery Západných Tatier. [Habilitačná práca.] PFUK Bratislava.
- Melioris, L. 1980: Hydrogeológia kryštalinika Západných Karpát. [Doktorská dizertačná práca.] PFUK Bratislava.
- Mondočková, N. 1983: Správa o výsledkoch pozorovaní prítokov vôd a meraní hladín za rok 1982. ULB Baňa Nováky, k. p., Nováky. *Manuskript — Inšpektorát kúpeľov a žriediel MZ SSR, Bratislava*.
- Ostrolucký, J. — Gálisová, M. 1984: Problematika skladovania tekutých toxických odpadov v karbonátovom prostredí na príklade skládky Predajná II. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie*, Bratislava, GÚDŠ, s. 335—342.
- Polášková, M. — Polášek, S. — Tužinský, Á. 1971: Sur la hydrogéologie du noyau cristalin de Malá Fatra. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 56.
- Porubský, A. 1964: Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín na Slovensku. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 32, 1964, s. 61—90.
- Rebro, A. 1976: Bojnica — záchytné vrty Z-1 a Z-2, podrobný prieskum. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Rebro, A. 1979: Nový typ minerálnych vôd v oblasti Belušíckych Slatín. *Mineralia slov.*, 11, s. 355—359.

- Rebro, A. 1983: Vysokomineralizovaná voda typu NaHCO_3 v kúpeľoch Nimnica. *Mineralia slov.*, 15, s. 163—167.
- Šalaga, I. — Hornung, T. 1974: Ražejská kotlina a priľahlý paleogén, vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Šalagová, V. — Vráblová, M. — Kazmuková, M. — Drahoš, M. 1983: Lúčanská skupina Malej Fatry — vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Šalagová, V. — Drahoš, M. — Šalaga, I. 1984: Využiteľné množstvá krasovo-puklinových vôd v Domanižskej doline. In: *Zborník referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie, Bratislava, GÚDS*, s. 137—146.
- Šalaga, I. 1985: Mezozoikum Nízkych Tatier — severovýchodná časť. Vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. [Záverečná správa.] *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Škarka, L. 1974: Zvodnené zlomové línie v oblasti neovulkanitov Slovenska, Západné Karpaty, sér. *hydrogeol. a inž. geol.*, 1, Bratislava, GÚDS, s. 115—172.
- Škarka, L. 1980: Hydrogeologické pomery Žiarskej kotliny. *Západné Karpaty, sér. hydrogeol. a inž. geol.*, 2, Bratislava, GÚDS, s. 193—229.
- Tkáčik, P. — Malatinský, K. — Kľago, M. — Rebro, A. — Gazda, S. — Struňák, V. 1974: Zhodnotenie prameňov minerálnych vôd Západných Karpát a ich ochrana. *Manuskript — IGHP Žilina*.
- Tužinský, A. — Banský, V. — Hornung, T. 1971: Liptovská kotlina — vyhľadávaci hydrogeologický prieskum (paleogén, kvartér). *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Zakovič, M. 1980: La caractéristique de la Slovaquie. *Západné Karpaty, sér. hydrogeol. a inž. geol.*, 3, Bratislava, GÚDS, s. 143—173.
- Zakovič, M. 1981: Termy a teplice v Oraviciach. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 75, s. 133—154.
- Žák, A. — Banský, V. 1974: Liptovská Porúbka — Kráľova Lehota, výpočet zásob podzemných vôd. *Manuskript — Geofond Bratislava*.

MINERALIA SLOVACA — časopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologických organizácií, ročník 17, číslo 3, jún 1985.

Vydáva Geologický prieskum, n. p., 052 40 Spišská Nová Ves v n. p. ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Hurbanovo nám. 3, 815 89 Bratislava, tel. 331 441 až 45.

Adresa redakcie: Geoprieskum — Mineralia slovaca, p. p. 7, Garbanova 1, 040 11 Košice, tel. 437 846. Vedúci redaktor: Ing. Ján Bartalský, CSc., zástupca: RNDr. Pavol Grecula, CSc. Vychádza 6-krát ročne. Tlačia Východoslovenské tlačiarne, n. p., Švermova 47, 040 67 Košice. Objednávky adresujte redakcii časopisu. Cena jednotlivého čísla Kčs 15,—, ročné predplatné Kčs 90,—. Imprimované dňa 16. 7. 1985.

Subscriptions and correspondence concerning advertisements me sent SLOVART Ltd., Gottwaldovo nám. 6, 817 64 Bratislava.

The Mineralia slovaca is also available on an exchange basis. For details please write to the Editor Mineralia slovaca, P. O. Box 7, 040 11 Košice, Czechoslovakia.

© ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava 1985.