

## Geochémia uránu, tória, uhlíka a ďalších prvkov v tmavých bridliciach kryštalinika Malých Karpát

BOHUSLAV CAMBEL\*, VLASTIMIL KÁTLOVSKÝ\*, MILOSLAV KHUN\*\*

\* Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 886 25 Bratislava

\*\* Katedra geochémie PFUK, Paulínyho 1, 801 01 Bratislava

(14 obr. a 3 tab. v texte)

Doručené 8. 9. 1980

### Распределение урана, тория, углерода и остальных элементов в углистых сланцах кристаллика Малых Карпат

Углистые сланцы продуктивных зон имеют повышенное содержание урана (15,1 гр/т.) и пониженное содержание тория (3,2 гр/т.). Породы гармонской серии имеют постоянное содержание урана (4,3 гр/т.), тория (9,2 гр/т.) и калия (2,79 ‰). На основании этого их можно хорошо устанавливать. Генетически и парагенетически уран связан с органическим углеродом и в продуктивных зонах имеет прямую зависимость на содержании TP и циркония. Больше того торий имеет непрямую зависимость с органическим углеродом. Возможна в этом случае сорбция урана на углерод, ванад, илиже субкристаллические коллоидные минералы глинистого состава. Наоборот торий связан вероятнее всего во форме диадохии на пороодообразующие и аксесорические минералы.

### Distribution of uranium, thorium, carbon and other elements in black shales of the Malé Karpaty Mts. crystalline (SW Slovakia)

Contents of uranium are primarily higher (15.1 g.t<sup>-1</sup>) whereas thorium contents are lower (3.2 g.t<sup>-1</sup>) in black shales of "productive" (i. e. ore-bearing) zones in the Malé Karpaty Mts. crystalline. Rocks of the Harmónia group contain steady amounts of U (4.3 g.t<sup>-1</sup>), Th (9.2 g.t<sup>-1</sup>) and K (2.79 p. c.) allowing their appropriate identification. Uranium is bound genetically to organic carbon and its amounts in "productive" zones depend on contents of REE and Zr in single rock varieties. To the contrary, contents of thorium reveal negative correlation with the organic carbon. Uranium has been primarily adsorbed by carbon, vanadium or subcrystalline colloidal minerals of clay structure whereas thorium is retained in the rock by diadochy in accessory rock-forming minerals.

Táto práca je výsledkom pokračovania komplexného geochemického výskumu bridličnatého kryštalinika Malých

Karpát, najmä jeho tmavých bridlíc, v ktorých je zvýšený obsah rozmanitých metalických prvkov. Tieto prvky

sa neskôr mohli stať východiskovým látkovým zdrojom mladších procesov, ktoré viedli k vzniku ložísk antimónu a polymetalických kovov. Obsah rozličných kovov v tmavých bridliciach sa zvyšoval pri morskej sedimentácii nedostatočne vetraného prostredia za prítomnosti exhalátov uvoľňujúcich sa pri submarinnom bázičkom vulkanizme ( $H_2S$ ,  $CO_2$ , halogenidy, výrony podmorských hydroteriem atď.) a prinášajúcich kovy, ktoré sa v morskej vode vyzrážali a dostávali do sedimentov. Organické planktonické zložky alebo terigénne zvyšky rastlinstva v období sedimentácie a diagenézy nezoxidovali, ale sa karbonizovali a pri metamorfóze sa menili na kerogénové a antracitové komponenty (Cambel — Šimánek — Kleinertová, 1965). Mnohé zo zvyškov sa stali stredobodom palinologických výskumov, ktoré priniesli dôkazy o paleozoickom veku kryštalinika Malých Karpát. Naším cieľom je zistiť geochemické rozdiely medzi tmavými bridlicami v zónach pyritových a antimonitových ložísk a tmavými bridlicami mimo nich. Doterajšie výskumy (Cambel — Khun, 1979; Cambel — Streško — Mičuda, 1981; Khun, 1980) potvrdzujú, že tmavé bridlice produktívneho súvrstvia Malých Karpát najmä pod vplyvom submarinného vulkanizmu nadobudli špecifické geochemické črty, ktorými sa od ostatných tmavých bridlíc malokarpatského kryštalinika zreteľne odlišujú. Potvrdzuje to aj geochemický výskum U a Th, ktorého výsledky v tejto práci analyzujeme.

V príspevku podávame prehľad o obsahu U, Th a  $C_{org}$  v bridličnatom kryštaliniku Malých Karpát, zaoberáme sa vplyvom metamorfózy na rozptyl, resp. koncentráciu týchto prvkov a objasňujeme kvantitatívny vzťah obsahu organickej hmoty k obsahu U a Th v sedimentoch a rozličných typoch pyritových rúd, ako aj v ílovito-kremitých

metamorfitoch rulovej povahy. Na porovnanie uvádzame aj priemerný obsah U a Th v granitoidných horninách Malých Karpát, ako aj sumárny obsah vzácnych zemín v rozličných typoch hornín kryštalinika Malých Karpát. Dôležitým petrologicko-litogenetickým znakom je aj korelácia pomeru TR, Zr a U, Th. Vzťahu U, Th k C (organickej hmote) venujeme osobitnú pozornosť, lebo U a organické zvyšky často prejavujú kvantitatívnu závislosť, a preto bolo treba preskúmať, do akej miery je táto závislosť genetická, resp. iba paragenetická.

V práci sú mnohé analytické údaje o U, Th, K, interpretácia korelačných vzťahov obsiahnutá v kandidátskej práci Kátlovského (1979), ako aj niektoré výsledky z rigorózneho práce (Khuna, 1977). Kátlovský sám gamaspektrometrickou metódou analyzoval horniny na K, U a Th. Zujitkujeme aj analytické výsledky získané neutrónovou aktivizáciou (ÜGL ČSÚP Stráže pod Ralskem, analytik P. Kotas), resp. spektrálnou analýzou pri Zr (analyzoval J. Medveď). Obsah C sa zistil v laboratóriách UÜG v Brne. Časť určenia je z práce Cambela, Šimánka a Kleinertovej (1975).

U a Th je v horninotvorných a akcesorických mineráloch v rozptýlenom stave. Obidva prvky sú veľmi pohyblivé, a preto môžu indikovať geologické procesy a genézy hornín. Často ich sprevádzajú alkálie a vzácne zeminy.

Najmenej U a Th je vo svetlých, o niečo viac v tmavých mineráloch. Relatívne bohaté na U sú akcesórie hornín, apatit, ilmenit, magnetit a najbohatšie zirkón, ortit a monazit atď.

Výskum sedimentov potvrdil, že obsah U a čiastočne aj Th závisí od granulometrického a litologického zloženia sedimentov. U pribúda v horninách v takomto poradí: konglomeráty — pieskovce — ílovité sedimenty. Pribrežné



fácie majú vysoký pomer Th/U. Výnosom U sa tento pomer zvyšuje. Sliene a vápence majú nízky obsah U a Th. Bitúmeny viažu silne U a podľa Sapošnikova et al. (1968) je priama závislosť medzi  $C_{org}$  a U. Sedimenty bohaté na organickú zložku na  $P_2O_5$  viažu najmä U. Najväčší obsah U býva v ílovitých sedimentoch obsahujúcich  $C_{org}$  a pyrit. Tento poznatok možno potvrdiť aj naším bádáním. Regionálna metamorfóza a ultramamorfóza spôsobujú migráciu U a Th. Súvisí to s únikom vody,  $CO_2$ , resp. s oxidáciou  $C_{org}$  pri metamorfóze.

Štúdium geochemie U a Th poskytuje predpoklady objasniť viaceré metalogenetické otázky súvisiace s históriou geologického vývoja celej oblasti Malých Karpát. U a Th zaraďujeme medzi inkompatibilné (nekoherentné) prvky. Ich koncentrácia sa v závislosti od termodynamických podmienok prostredia značne mení a istým spôsobom sa podobajú alkalickým prvkom a vzácnym zeminám.

Porovnali sme obsah U a Th s celkovým obsahom TR (bez Y), a to preto, že vzácne zeminy majú podobné geochemické vlastnosti ako Th a U a často sa hromadia v spoločných mineráloch. Obsah vzácných zemín nekoreluje priamo s Si, Mg, Fe, ale podobne ako alkalické prvky a alkalické zeminy ich obsah závisí od rozličných špecifických podmienok súvisiacich s obohacovaním sa magmy o zložky TR, alkálie a alkalické zeminy.

Preto závislosť obsahu TR a prvkov U a Th a ich vzájomná korelácia sú petrogeneticky indikačné, podobnosť ich správania (včítane alkácií) je nápadná a mechanizmus ich mobilizácie a nahromadenie v magmatických a metamorfovaných horninách obdobný.

Význam organickej hmoty vo vzťahu k akumulácii U je známy. Množstvo organickej hmoty v sedimentoch veľmi

kolíše. Hodnota organickej hmoty spravidla reprezentuje analytický údaj  $C_{org}$  násobený tzv. konverzným faktorom. Tento faktor nie je univerzálny a úzko súvisí s typom organického materiálu a s obsahom ďalších prvkov — O, N, S, H. Pre malokarpatské tmavé bridlice bola hodnota konverzného faktora stanovená na 1,27 (Cambel — Šimánek — Kleinertová, 1975).

Možno povedať, že U sa vyskytuje vo všetkých základných typoch organických látok, ktoré majú dôležitú úlohu pri jeho koncentrácii v rozličných horninách. Organické látky s malým stupňom karbonizácie (rastlinné zvyšky, rašelina) majú veľký aktívny povrch, a preto sú schopné sorbovať zlúčeniny U. Organická hmota má aj funkciu redukovača. Pri styku s roztokmi obsahujúcimi  $U^{6+}$  nastáva jeho redukcia na  $U^{4+}$  a jeho vyzrážanie do pevnej fázy. Vďaka prítomnosti aktívnych skupín (karboxylových a pod.) môžu organické látky vytvárať stále chemické zlúčeniny s U a za vhodných podmienok ho uvoľňovať. Všetky tieto procesy môžu viesť ku koncentrácii U. Ale organická hmota môže pôsobiť aj opačne, pretože pri istých geochemických podmienkach môže spôsobovať prevedenie uránových zlúčenín do rozpustného stavu. Tak pri oxidácii organickej hmoty vznikajú druhotné humínové kyseliny a fulvokyseliny, ktoré tvoria s uránom zlúčeniny rozpustné vo vode a ktoré sú prenášané podzemnými aj povrchovými vodami. V prírodných podmienkach nemá tento proces veľký ložiskotvorný význam, ale môže meniť primárny obsah U v horninách.

#### Metodika gamaspektrometrických meraní

Okrem vzoriek odbratých autormi sa použili aj vzorky, ktoré spracúva J. Veselský a M. Dyda.

Horninové vzorky podrvené pod 0,5 mm boli odkvartované na objem 150 cm<sup>3</sup>, umiestnené do hliníkových kontajnerov tvaru Ma-

rinelliho nádoby a v nich hermetizované na cca 30 dní. Vzorka obklopovala scintilačný detektor vrstvou 8–10 mm.

Detekčný systém je zo sériovo vyrábanej sondy NKG-211 (Tesla Přemyslení) so spektrometrickým kryštálom NaJ (Tl) s rozmermi 45×50 mm. Sonda je v priestore 200×200×300 mm, ktorý tieni 10 cm vrstva olova. Impulzy sa analyzovali 1024-kanálovým analyzátorom NTA 512/B (KFKI Budapešť). Namerané spektrá sa zaznamenávali na diernu pásku alebo tlačiarňou.

Porovnávacími štandardmi boli syntetické štandardy (výrobca Ústav užitej geofyziky v Brne) a štandardy s prírodným materiálom v uhoľnej aluminosilikátovej matici (premerané v Příbrame na ÚGL ČSVP).

Čas merania sa pohyboval od 2000 do 5000 s. Vo väčšine prípadov bol čas rozdelený na dve časti a kontrolovaný testom významnosti  $\chi^2$ .

Na určovanie obsahu U, Th, Ra a K sa použili nízke energie gamažiarenia. Stabilitu zosilnenia a polohu nuly konvertora kontroloval externý žiarič  $^{241}\text{Am}$  (trvale priložený k detektoru) a  $^{60}\text{Co}$ , ktorého polohy pikov sa kontrolovali v dvojhodinových intervaloch.

Spektrá sa spracúvali v podstate dvoma spôsobmi. V prvom štádiu sa spektrá vytlačené tlačiarňou manuálne zhodnotili metódou energetických intervalov. Obsah vyrátal malý počítač WANG-2200. V ďalšom štádiu sa spektrá zaznamenali na diernu pásku a ďalej spracúvali (Bartošek, 1977) na počítači EMR-6070 v ÚGF Brno.

Na základe opakovaných meraní nízko aktívnych vzoriek, ako aj z opakovaných meraní vzoriek s priemerným obsahom rádioaktívnych prvkov sa zhodnotila smerodajná odchýlka stanovenia jednotlivých prvkov takto:  $S_U = 0,5 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ ;  $S_{\text{Th}} = 0,6 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ ;  $S_{\text{Ra}} = 0,3 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ . Ur;  $S_K = 0,15 \text{ }_0^0$ .

### Kritériá rozdelenia vzoriek hornín

Kritériá na členenie kryštalických bridlíc a vytváranie vhodných súborov v práci (pozri tabuľky) sú nasledujúce:

1. Z regionálneho hľadiska sa súbory bridlíc členia podľa oblastí, a to na bratislavskú, peziňsko-perneckú a modranskú.

2. Podľa litológie, petrografie a metamorfózy sa kryštalické bridlice delia na horniny rulovo-svorovej povahy a na tmavé bridlice. Tie sa delia podľa toho, či sú v produktívnych rudonosných zónach alebo mimo nich. Osobitne sa hodnotia bridlice harmónskej série. Do ohľadu sa berú aj horniny s amfibolom (aktinolitické bridlice a amfibolity) a rudy pyritovej formácie, resp. pyritom zrudnené tmavé bridlice.

3. Ďalším kritériom na členenie kryštalických bridlíc sú rádiometrické údaje. Princípy tohto členenia podľa obsahu U, Th, K a pomeru Th/U sú uvedené pri tab. 1 a obr. 13.

### Diskusia k tabuľkám

Výsledky rádiometrických meraní a niektoré ich štatistické vyčíslenia sú v tab. 1, 2, 3.

Tab. 1 obsahuje základné analytické údaje o obsahu prvkov, ktoré sa hodnotia v texte, a to v poradí ich laboratórnej registrácie. Uvedené sú aj symboly charakterizujúce analyzované vzorky z litologicko-mineralogickej stránky.

V tab. 2 je aritmetický priemer a ďalšie štatistické údaje obsahu Th, U, K a pomeru Th/U rozčlenené podľa regionálneho členenia, podľa litologických a petrografických skupín a podľa rádiometrických typov. Vidieť, že priemerné hodnoty Th v granitoidoch bratislavského masívu stúpajú s ich bazicitou od  $5,4 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$  pri leukokratných granitoidoch do priemernej hodnoty  $12,5 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$  pri biotitických granodioritoch. U zostáva stály v rozmedzí od  $1,5 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$  pri leukokratných a  $2,2 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$  pri dvojsľudových typoch. V diferenciacnom slede narastá pomer Th/U od 3,5 do 6,5. Ukazuje sa, že v skupine biotitických granodioritov je v obsahu Th evidentný rozdiel, ale to môže byť výsledkom rozličného rozsahu porovnávaných súborov, ako aj heterogénnejšieho a leukokratnejšieho charakteru granitoidných hornín bratislavského masívu.

Nápadná je istá podobnosť obsahu Th a U medzi biotitickými granodioritmi modranského masívu a rulami, čo možno pokladať za jeden z dôkazov palinogénneho vzniku žúl z analogických hornín. Pri rulách je nápadná aj obsahová zhoda Th a U, a to z bratislavskej oblasti aj peziňsko-perneckej oblasti, čo zase svedčí o litologickej a metamorfnej podobnosti podmienok vzniku rúl v oboch oblastiach.

Hodnoty obsahu Th a U v tmavých bridliciach sú značne rozdielne podľa toho, či patria do harmónskej série alebo do podložia, a podľa toho, či sú



Obsah U, Th, K, Th/U, Zr, TR, C<sub>org</sub> v kryštalických bridliciach Malých Karpát v g.t.<sup>-1</sup>  
 Contents of U, Th, K, Zr, REE, organic carbon and the Th/U ratio in crystalline schists  
 of the Malé Karpaty area in g.t.<sup>-1</sup>

Tab. 1

| Číslo vzorky | Lokalita            | Typ vzorky    | Rádiometrický typ | Gammaspektrometria |                   |      |      | INAA              |                   | SPA               | INAA              | CH                |
|--------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------|-------------------|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|              |                     |               |                   | Th                 | U                 | K    | Th/U | Th                | U                 | Zr                | TR                | C <sub>org.</sub> |
|              |                     |               |                   | g.t <sup>-1</sup>  | g.t <sup>-1</sup> | %    |      | g.t <sup>-1</sup> | g.t <sup>-1</sup> | g.t <sup>-1</sup> | g.t <sup>-1</sup> | %                 |
| 1 C          | Bratislava          | 1 sulf. Am    | II.               | 1,4                | 9,7               | 0,12 | 0,1  |                   |                   | 191               |                   |                   |
| 2 A          | Bratislava          | 4 Bt          | V.                | 7,0                | 1,7               | 1,87 | 4,1  |                   |                   | 83                |                   |                   |
| 3 A          | Dúbravka            | 4 Bt          | V.                | 6,2                | 1,9               | 1,83 | 3,3  |                   |                   | 95,5              |                   |                   |
| 4 A          | Kuchyňa             | 1 Am          | V.                | 6,5                | 0,7               | 0,48 | 9,2  |                   |                   | 37                |                   |                   |
| 7 B          | Kuchyňa             | 1 Bt Am sulf. | V.                | 7,9                | 2,8               | 2,60 | 2,8  |                   |                   | 63                |                   |                   |
| 8 B          | Kuchyňa             | 1 Bt Am sulf. | V.                | 6,1                | 3,1               | 0,17 | 1,9  |                   |                   | 57,5              |                   |                   |
| 9 B          | Kuchyňa             | 1 Am sulf.    | V.                | 5,3                | 3,9               | 3,48 | 1,3  |                   |                   | 57,5              |                   | 0,61              |
| 10 B         | Kuchyňa             | 1 sulf.       | II.               | 3,5                | 9,7               | 1,95 | 0,4  |                   |                   | 141               |                   |                   |
| 11 B         | Kuchyňa             | 1 sulf.       | VI.               | 11,1               | 3,8               | 0,50 | 2,9  |                   |                   | 100               |                   | 0,40              |
| 12 B         | Kuchyňa             | 1 sulf. Am    | III.              | 1,9                | 23,1              | 1,32 | 0,1  |                   |                   | 79                |                   |                   |
| 14 B         | Kuchyňa             | 1 sulf.       | V.                | 5,8                | 4,6               | 1,01 | 1,3  |                   |                   | 100               |                   |                   |
| 15 B         | Pernecká dolina     | 1 sulf. Am Cb | II.               | 4,9                | 6,4               | 1,69 | 0,8  |                   |                   | 151               |                   |                   |
| 16 B         | Pernecká dolina     | 1 sulf.       | III.              | 0,3                | 0,4               | 0,72 | 0,1  | 1,7               | 5,0               | 65                | 53,9              | 6,06              |
| 17 A         | Modra - Harmónia    | 1             | VI.               | 13,0               | 3,0               | 2,39 | 4,3  | 1,2               | ND                | 78                | 127,15            |                   |
| 18 A         | Modra Harmónia      | 1             | VI.               | 9,2                | 8,7               | 2,96 | 1,1  |                   |                   | 112               |                   |                   |
| 19 A         | Dubová-Fúgelka      | 2             | VI.               | 11,1               | 9,9               | 3,10 | 1,1  | 12,5              | 14,5              | 148               | 87,35             |                   |
| 20 A         | Dubová-dedina       | 2             | V.                | 6,9                | 1,3               | 0,53 | 5,43 |                   |                   | 107               |                   |                   |
| 21 A         | Častá               | 2             | V.                | 8,0                | 2,5               | 2,55 | 3,2  |                   |                   | 52,5              |                   |                   |
| 22 A         | Častá - Sívá baňa   | 2             | V.                | 6,2                | 4,2               | 1,79 | 1,5  |                   |                   | 68                |                   |                   |
| 23 A         | Častianska dolina   | 2             | V.                | 6,1                | 2,5               | 2,97 | 2,4  |                   |                   | 162               |                   |                   |
| 24 A         | Častianska dolina   | 2             | V.                | 7,6                | 3,1               | 1,88 | 2,4  |                   |                   | 166               |                   |                   |
| 25 A         | Pezinok-Cajla       | 1             | V.                | 7,6                | 2,3               | 1,92 | 3,3  |                   |                   | 89                |                   |                   |
| 26 A         | Dofany              | 2 Bt          | VI.               | 10,1               | 2,6               | 2,46 | 3,9  |                   |                   | 110               |                   |                   |
| 27 A         | Rybníček            | 1             | I.                | 1,8                | 2,2               | 0,25 | 0,8  |                   |                   | 269               |                   |                   |
| 28 A         | Rybníček            | 1 Am          | III.              | 1,1                | 15,7              | 0,02 | <0,1 |                   |                   | 123               |                   | 1,37              |
| 29 C         | Rybníček            | 1 sulf. Am    | IV.               | 0,3                | 41,6              | 0,01 | <0,1 |                   |                   | 120               |                   | 3,80              |
| 31 A         | Pezinok-Cajla       | 1             | VI.               | 9,0                | 2,7               | 2,37 | 3,3  |                   |                   | 148               |                   |                   |
| 33 C         | Čmele I             | 1 sulf. Am    | IV.               | 0,3                | 40,5              | 0,67 | <0,1 |                   |                   | 126               |                   |                   |
| 35 A         | Čmele III           | 1             | I.                | 0,9                | 0,2               | 0,12 | 4,1  |                   |                   | 35                |                   |                   |
| 36 A         | Misársky Ostrobec   | 1 Bt          | VI.               | 8,1                | 2,9               | 2,43 | 2,8  |                   |                   | 155               |                   |                   |
| 38 A         | Mariánka-lom        | 1 Cb          | V.                | 7,2                | 2,5               | 3,84 | 2,9  |                   |                   | 112               |                   |                   |
| 39 A         | Mariánka-čhaty      | 1 Bt          | V.                | 7,8                | 6,4               | 2,94 | 1,2  |                   |                   | 126               |                   |                   |
| 40 B         | Karol, horná št.    | 1 sulf.       | III.              | 0,3                | 19,8              | 0,43 | <0,1 | ND                | 5,1               | 100               | 27,3              |                   |
| 41 A         | Karol, horná št.    | 1 Am          | II.               | 2,1                | 14,0              | 1,13 | 0,1  | 1,8               | 5,4               | 139               | 53,7              | 2,84              |
| 42 B         | Karol, dolná št.    | 1 sulf.       | III.              | 0,3                | 25,7              | 0,40 | <0,1 | 1,5               | 3,0               | 126               | 8,69              |                   |
| 43 C         | Karol, dolná št.    | 1 sulf.       | III.              | 1,2                | 16,5              | 0,14 | 0,1  |                   |                   | 191               | 13,83             |                   |
| 44 A         | Karol, dolná št.    | 1 Cb          | V.                | 6,0                | 2,4               | 2,09 | 2,5  | 3,6               | 2,1               | 91                | 22,22             |                   |
| 45 A         | Ján, III. št.       | 1             | I.                | 0,3                | 1,3               | 0,46 | 0,2  | ND                | ND                | 36                | 12,31             |                   |
| 46 A         | Ján, III. št.       | 1 Cb          | IV.               | 0,3                | 63,5              | 0,50 | <0,1 | ND                | 4,3               | 115               | 49,8              |                   |
| 47 A         | Ján, III. št.       | 1 sulf. Cb    | IV.               | 0,3                | 37,3              | 0,20 | <0,1 |                   |                   | 157               | 29,22             |                   |
| 48 B         | Ján, III. št.       | 1 sulf.       | IV.               | 6,3                | 42,2              | 0,71 | 0,1  | 1,7               | 20,0              | 100               | 55,5              |                   |
| 49 A         | Ján, III. št.       | 1 Cb          | I.                | 0,6                | 6,4               | 0,01 | 0,1  | ND                | 2,8               | 52                | 19,0              |                   |
| 50 A         | Ján, I. št.         | 1 Cb          | I.                | 0,6                | 0,9               | 0,43 | 0,7  | ND                | ND                | 69                | 8,0               |                   |
| 51 A         | Pernecký revír      | 1 Am          | II.               | 2,9                | 7,3               | 1,05 | 0,4  | 2,3               | ND                | 91                | 32,2              | 1,29              |
| 52 B         | Pernecký revír      | 1 sulf. Am Cb | I.                | 0,7                | 3,5               | 2,02 | 0,3  | ND                | ND                | 72                | 18,1              |                   |
| 53 B         | Augustín, horná št. | 1 sulf. Am    | IV.               | 0,3                | 38,2              | 0,76 | <0,1 | 1,1               | 1,0               | 110               | 24,7              |                   |
| 54 A         | Augustín, horná št. | 1 Am          | IV.               | 0,3                | 40,5              | 0,81 | <0,1 |                   |                   | 116               | 28,64             | 8,23              |
| 55 C         | Augustín, horná št. | 1 sulf. Am    | IV.               | 0,6                | 47,6              | 0,74 | <0,1 |                   |                   | 151               | 58,9              |                   |
| 56 A         | Augustín, horná št. | 1 Bt Am       | IV.               | 0,3                | 43,8              | 0,83 | <0,1 |                   |                   | 107               |                   |                   |
| 57 A         | Pezinok-Cajla       | 1 Am          | II.               | 1,2                | 14,0              | 1,26 | 0,1  | 3,8               | 14,5              | 282               | 14,9              | 8,47              |
| 58 A         | Kolársky vrch       | 1 Am          | II.               | 4,6                | 2,2               | 1,15 | 2,1  | 5,0               | ND                | 129               | 53,1              |                   |
| 59 A         | Pezinok-Sb ložisko  | 1 Cb          | V.                | 6,5                | 2,4               | 2,70 | 2,7  | 6,0               | 1                 | 132               | 61,45             |                   |
| 60 A         | Pezinok Sb ložisko  | 1 Cb          | II.               | 3,0                | 10,5              | 1,79 | 0,3  | 3,1               | 9,3               | 96                | 44,9              | 1,73              |

|        |                     |               |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|--------|---------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 61 A   | Rybníček            | 1 Bt Am       | IV.  | 1,8  | 36,3 | 1,03 | <0,1 |      |      | 141  | 52,1  | 5,36 |
| 62 A   | Pezinok-Cajla       | 1             | III. | 0,4  | 24,0 | 0,91 | <0,1 | 3,4  | 13,5 | 190  | 30,0  | 4,90 |
| 64 B   | Pezinok Sb ložisko  | 1 sulf.       | II.  | 3,6  | 9,0  | 0,61 | 0,4  |      |      |      |       |      |
| 65 B   | Kuchyňa             | 1 sulf.       | II.  | 4,2  | 3,1  | 1,96 | 1,4  |      |      |      |       |      |
| 66 A   | Kuchyňa             | 1             | II.  | 1,0  | 12,8 | 1,18 | 0,1  |      |      | 159  |       |      |
| 67 A   | Kolársky vrch KV-3  | 1 Cb          | II.  | 3,5  | 8,9  | 0,27 | 0,4  | 1,5  | ND   | 190  | 23,2  | 0,65 |
| 68 A   | Kolársky vrch KV-1  | 1 Cb          | II.  | 7,4  | 8,8  | 3,51 | 0,8  | 6,1  | 10,5 | 117  | 93,8  | 2,30 |
| 69 A   | Kolársky vrch KV-5  | 1 Bt Cb       | V.   | 7,2  | 1,9  | 1,75 | 3,8  | 6,6  | <1   | 74   | 61,7  | 0,26 |
| 82 A   | Kolársky vrch KV-14 | 1 Cb          | V.   | 5,8  | 3,1  | 3,07 | 1,9  | 6,9  | <1   | 71   | 85,63 | 0,22 |
| 83 B   | Kolársky vrch KV-15 | 1 sulf. Am Cb | II.  | 6,0  | 11,7 | 3,79 | 0,5  |      |      | 34   |       |      |
| 84 B   | Kolársky vrch KV-16 | 1 sulf. Cb    | VI.  | 8,7  | 1,6  | 2,67 | 5,3  | 6,5  | ND   | 60   | 95,06 | 0,49 |
| 85 A   | Kolársky vrch KV-18 | 1 Am          | II.  | 1,8  | 14,6 | 0,44 | 0,1  |      |      | 31,6 |       |      |
| 86 A   | Kolársky vrch KV-18 | 1 Am          | III. | 4,0  | 17,0 | 2,80 | 0,2  |      |      | 44   |       |      |
| 87 A   | Pezinok Sb ložisko  | 1 Cb          | V.   | 5,6  | 1,6  | 1,27 | 5,6  |      |      | 46   |       |      |
| 88 A   | Pezinok Sb ložisko  | 1 Am          | III. | 2,8  | 18,8 | 0,82 | 0,1  |      |      | 33   |       |      |
| 89 C   | Ryhovd št.          | 1 sulf. Cb    | IV.  | 6,7  | 49,5 | 0,27 | 0,1  |      |      | 42   |       |      |
| 90 A   | Hrubá dolina        | 1 Am          | II.  | 2,6  | 10,8 | 7,29 | 0,2  |      |      | 30,9 |       |      |
| 91 A   | Hrubá dolina        | 1 Cb          | II.  | 4,1  | 2,8  | 1,25 | 1,5  |      |      | 10   |       |      |
| 92 A   | Dubová-Púgelka      | 1 Am Cb       | VI.  | 9,9  | 4,5  | 3,79 | 2,2  | 7,0  | ND   | 71   | 55,1  | 1,19 |
| 93 A   | Dubová-Púgelka      | 1 Bt Am       | V.   | 5,7  | 3,8  | 2,40 | 1,5  |      |      | 45   |       |      |
| 94 A   | Kukla               | 1 Cb          | V.   | 7,6  | 3,3  | 2,44 | 2,3  | 6,4  | 7,2  | 41   | 29,9  | 1,84 |
| 95 A   | Dubová-Púgelka      | 1 Bt          | VI.  | 10,5 | 3,5  | 2,99 | 3,0  |      |      | 89   |       |      |
| 96 A   | Dubová-Púgelka      | 1 Cb          | VI.  | 9,4  | 8,5  | 3,69 | 1,1  |      |      | 69   |       |      |
| 97 A   | Rybníček, stará št. | 1 Am          | VI.  | 0,3  | 38,3 | 0,46 | 0,1  | <0,5 | 1    | 85   | 97,0  | 5,08 |
| 98 A   | Rybníček            | 1             | I.   | 0,5  | 3,7  | 0,95 | 0,4  | <0,5 | 6,1  | 76   | 12,2  | 1,96 |
| 99 A   | Rybníček, II. nová  | 1 Bt Am       | III. | 5,3  | 24,5 | 1,26 | 0,2  | 2,0  | 21   | 63   | 68,0  | 3,86 |
| 100 A  | Rybníček, I. nová   | 1 Am Cb       | I.   | 0,3  | 1,3  | 0,49 | 0,2  | ND   | ND   | 25,7 | 22,2  | 0,91 |
| 101 A  | Rybníček            | 1 Am          | I.   | 0,5  | 0,6  | 0,13 | 0,9  |      |      | 52,5 |       |      |
| 102 A  | Konské Hlavy        | 1 Bt          | V.   | 7,4  | 1,8  | 2,11 | 4,1  | 6,2  | ND   | 78   | 78,9  | 0,23 |
| 103 A  | Cajlanská Homola    | 2 Am          | VI.  | 9,6  | 1,5  | 4,89 | 6,6  |      |      | 170  |       |      |
| 104 A  | Pernek              | 3             | I.   | 0,7  | 0,2  | 0,32 | 3,6  | ND   | <1   | 47   | 10,8  | 0,07 |
| 105 A  | Cajlanská dolina    | 1 Am          | V.   | 6,8  | 2,3  | 1,65 | 2,7  |      |      | 126  |       |      |
| 106 A  | Pezinok-Cajla       | 1 Bt Am       | II.  | 3,6  | 5,1  | 1,72 | 0,7  |      |      | 115  |       |      |
| 107 A  | Píla                | 4             | VI.  | 13,0 | 2,7  | 3,05 | 4,9  | 8,6  | 6,3  | 89   | 111,2 |      |
| 108 A  | Cajlanská dolina    | 1             | V.   | 7,6  | 2,4  | 4,50 | 3,2  | 5,1  | ND   | 74   | 76,8  | 0,55 |
| 109 A  | Dubová              | 4             | VI.  | 12,7 | 4,0  | 4,74 | 3,2  |      |      | 110  |       |      |
| 110 A  | Dubová              | 4             | VI.  | 9,2  | 3,3  | 2,41 | 2,7  | 12   | ND   | 117  | 95,5  | 3,47 |
| 161 B  | Bratislava          | 1 sulf.       | II.  | 3,4  | 7,6  | 2,50 | 0,4  |      |      | 234  |       |      |
| 162 B  | Bratislava          | 1 sulf.       | II.  | 4,5  | 4,7  | 2,71 | 0,9  | 3,3  | 4,3  | 191  |       |      |
| K 3 A  | Mariánka            | 1 Cb          | V.   | 7,1  | 2,0  | 1,34 | 3,6  |      |      | 107  |       | 0,47 |
| K 5 A  | Hrubá dolina        | 1 Bt          | V.   | 6,1  | 2,1  | 1,99 | 2,8  |      |      | 62   |       | 0,66 |
| K 6 A  | Dubová-Púgelka      | 2 Bt          | VI.  | 8,6  | 3,4  | 1,76 | 2,5  |      |      | 148  |       | 0,21 |
| K 10 A | Dubová-Púgelka      | 2             | VI.  | 10,7 | 8,4  | 4,70 | 1,3  |      |      | 174  |       | 2,81 |
| K 12 A | Modra-Harmónia      | 1 Bt          | VI.  | 11,6 | 5,3  | 4,24 | 2,2  |      |      | 155  |       | 4,93 |
| K 13 A | Hrubá dolina        | 1 Cb          | II.  | 2,8  | 3,8  | 0,88 | 0,7  |      |      | 20   |       | 0,63 |
| K 16 B | Augustín, horná št. | 1 sulf.       | IV.  | 1,4  | 43,3 | 1,44 | 0,1  |      |      | 151  |       | 4,94 |
| K 17 B | Devín               | 2 sulf.       | V.   | 7,4  | 3,4  | 3,43 | 2,2  |      |      | 155  |       | 0,03 |
| K 18 A | Bratislava          | 4             | V.   | 7,4  | 6,2  | 2,05 | 1,2  |      |      | 245  |       | 1,41 |
| K 19 A | Bratislava          | 4             | VI.  | 9,1  | 3,1  | 2,13 | 2,9  |      |      | 126  |       | 0,28 |

súčasťou rudonosného súvrstvia, alebo sú z oblasti mimo zón zrudnenia. Táto skutočnosť najlepšie vysvitá z tab. 3, ktorá osobitne uvádza aj hodnoty obsahu Th, U a Th/U z rúd a zrudnených bridlíc, ako aj bridlíc harmónskej série. Podobné údaje a členenie do súborov poskytuje aj tab. 2, v ktorej sú pri jednotlivých rádiometricky členených typoch aj ich litologické charakteristiky. Z nich vidieť, že jednotlivé litologické typy majú špecifické rádiometrické charakteristiky. Je to zrejmé aj z obr. 13 a 14. Osobitnú geochemickú charakteristiku má typ III a IV, ktoré majú vysoký obsah U ( $20,5\text{--}43,2 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ ), nízky obsah Th ( $1,4\text{--}1,7 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ ) a predstavujú zrudnené typy tmavých bridlíc a rudy.

Tmavé bridlice typu V a VI z pezensko-perneckej a modranskej oblasti poukazujú na to, že ich možno odlišiť aj z rádiometrického hľadiska. Kým v pezensko-perneckej oblasti (podložie) prevláda typ s priemerným obsahom

Th =  $6,6 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ , U =  $2,7 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ , K =  $2,2 \text{ ‰}$ , zatiaľ v modranskej oblasti (harmónska séria) prevažne vystupuje typ VI s priemerným obsahom Th =  $10,6 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ , U =  $5,2 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ , K =  $3,2 \text{ ‰}$ .

### Diskusia k obrázkom

Na obr. 1 je lokalizácia vzoriek analyzovaných na U a Th v oblasti kryštalinika Malých Karpát. Obr. 2 a 3 zachycujú rozdiely v analytických výsledkoch určovania U a Th získaných za pomoci INAA a gamaspektrometrie. Pri porovnaní obidvoch metód výsledky obsahu U sú rozdielnejšie ako pri Th. Ale vcelku sa obsahové trendy zhodujú. Hodnoty získané metódou INAA sú vyššie, a to pri Th menej ako pri U. Túto nezhodu možno pripísať použitím rozličných štandardov a metóde INAA, ktorá pracuje s malými kvantami vzorky, a preto sú analytické výkyvy viac zdôvodnené. Autori svoje zámery robili

SPA — spektrochemická analýza, INAA — instrumentálna neutrónová aktivačná analýza, CH — chemická analýza. Typ vzorky a jeho symboly: 1 — tmavá bridlica, 2 — sericiticko-aktinolitický fylit, 3 — amfibolická bridlica až metatufity, 4 — biotitický svorový fylit až rula, sulf. — sulfidy (hlavne pyrit), Bt — biotit, Am — amfibol, Cb — zvýšené množstvo karbonátov, A — bridlice bez viditeľných sulfidov, B — bridlice s obsahom sulfidov, C — sulfidické pyritové rudy, TR — La + Ce + Sm + Eu + Tb + Tm + Yb + Lu. Detekčné limity: Th (ND) =  $0,25 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$  U (ND), menej ako 1 =  $0,50 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ . Rádiometrické typy vzoriek v  $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$  a v ‰: typ I: Th < 2, U < 6, K <  $0,6 \text{ ‰}$  (amfibolické bridlice, metatufy a metatufity); typ II: Th < 5, U — 6, až 15, K <  $1,6 \text{ ‰}$ , Th/U < 1 (sericiticko-chloritické bridlice); typ III: U — 15 až 30, Th < 5, K <  $1,6 \text{ ‰}$ , Th/U < 0,1 (zrudnené tmavé bridlice z produktívnych zón); typ IV: U > 35, Th < 5, K <  $1,6 \text{ ‰}$ , Th/U < 0,1 (rudy a značne zrudnené tmavé bridlice); typ V: Th — 5 až 8, Th/U > 1 (bridlice mimo zón zrudnenia, ruly a svorové fylity); typ VI: Th > 8, Th/U > 1 (bridlice mimo zón, prevažne harmónskej série)

SPA — spectrochemical analysis, INAA — instrumental neutron activation analysis, CH — chemical analysis. Sample type and symbol: 1 — black shale, 2 — sericite-actinolite schist, 3 — amphibole schist to metatuffite, 4 — biotite mica-schist to gneiss, sulf. — sulphide (mainly pyrite), Bt — biotite, Am — amphibole, Cb — higher amounts of carbonate, A — shale without visible sulphide content, B — shale with sulphide content, C — sulphidic (pyrite) ore, TR — sum of REE content (La + Ce + Sm + Eu + Tb + Tm + Yb + Lu). Detection limits: Th (Nd) —  $0,25 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ , U (ND) — less than 1 =  $0,50 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ . Radiometric type of sample (values in  $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$  and p. c.): type I — Th < 2, U < 6, K <  $0,6 \text{ p. c.}$  (amphibole schist, metatuff and metatuffite), type II — Th < 5, U = 6 to 15, K <  $1,6 \text{ p. c.}$ , Th/U < 1 (sericite-chlorite schist), type III — U = 15 to 30, Th < 5, K <  $1,6 \text{ p. c.}$ , Th/U < 0,1 (mineralized black shale of "productive" zones), type IV — U > 35, Th < 5, K <  $1,6 \text{ p. c.}$ , Th/U < 0,1 (ore and intensively mineralized black shale), type V — Th = 5 to 8, Th/U > 1 (shale outside "productive" zones, gneiss to mica schist), type VI — Th > 8, Th/U > 1 (shale outside "productive" zones mainly of the Harmónia group).



Priemerný obsah Th, U, K a Th/U v granitoidoch a ílovito-kremitych metamorfitoch  
 Malých Karpát rozčlenených podľa regionálnych a rádiometrických hľadísk  
 Average contents of Th, U, K and Th/U ratio in granitoids and argillaceous-siliceous  
 metamorphites of the Malé Karpaty Mts. crystalline divided according to regional and  
 radiometric aspects

Tab. 2

| Názov<br>horniny                                                                    | Oblasť bratislavského<br>masívu | Th                               | U                        | K                        | Th/U                      | Th                             | U                           | K                        | Th/U                      | Th                               | U                        | K                        | Th/U                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                                                                                     |                                 | ppm                              | ppm                      | %                        |                           | ppm                            | ppm                         | %                        |                           | ppm                              | ppm                      | %                        |                           |
| leukokratný,<br>jemnozrnný, mi-<br>krokřínový gra-<br>nit až kremitý<br>granodiorit | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     | 5,4<br>4,3<br>1,1<br>16,3<br>33  | 1,5<br>0,7<br>0,6<br>4,7 | 3,2<br>0,7<br>1,0<br>4,3 | 3,5<br>2,7<br>0,9<br>16,0 |                                |                             |                          |                           |                                  |                          |                          |                           |
| dvosľudový,<br>strednozrnný<br>granit až kre-<br>mitý granodio-<br>rit              | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     | 11,8<br>3,3<br>4,7<br>21,0<br>88 | 2,2<br>0,7<br>1,0<br>5,8 | 3,1<br>0,4<br>1,8<br>4,3 | 5,6<br>2,7<br>1,6<br>19,6 |                                |                             |                          |                           |                                  |                          |                          |                           |
| biotitický<br>granodiorit<br>až tonalit                                             | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     | 12,5<br>4,1<br>6,7<br>18,8<br>13 | 2,0<br>0,6<br>1,1<br>3,1 | 2,6<br>0,5<br>1,4<br>3,3 | 6,5<br>3,1<br>2,4<br>12,8 |                                |                             |                          |                           | 8,3<br>1,5<br>4,6<br>15,4<br>40  | 1,7<br>0,5<br>0,7<br>3,1 | 2,2<br>0,4<br>0,7<br>3,4 | 5,3<br>2,3<br>2,2<br>11,8 |
| ruly                                                                                | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     | 8,3<br>1,2<br>5,7<br>10,2<br>20  | 2,3<br>0,7<br>0,7<br>4,4 | 2,5<br>0,5<br>1,5<br>4,5 | 3,9<br>1,3<br>1,3<br>10,9 | 8,7<br>1,2<br>7,5<br>10,7<br>7 | 2,4<br>0,6<br>1,6<br>3,2    | 1,9<br>0,5<br>1,3<br>2,6 | 3,7<br>1,3<br>2,3<br>6,2  |                                  |                          |                          |                           |
| Tmavé horniny<br>Typ I                                                              | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     | 6,2<br>2,4<br>1,4<br>9,2<br>10   | 4,2<br>2,7<br>1,7<br>9,7 | 2,0<br>0,9<br>0,1<br>3,4 | 2,3<br>1,6<br>0,1<br>4,6  | 0,7<br>0,4<br>0,3<br>1,8<br>10 | 2,0<br>1,9<br>0,2<br>6,4    | 0,5<br>0,5<br>0,0<br>2,0 | 1,1<br>1,4<br>0,1<br>4,1  |                                  |                          |                          |                           |
|                                                                                     |                                 | nečlenené typy                   |                          |                          |                           |                                |                             |                          |                           |                                  |                          |                          |                           |
| Tmavé horniny<br>Typ II                                                             | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     |                                  |                          |                          |                           | 3,4<br>1,6<br>1,0<br>7,4<br>17 | 8,9<br>3,8<br>2,2<br>14,6   | 1,8<br>1,6<br>0,2<br>7,2 | 0,5<br>0,5<br>0,1<br>2,1  |                                  |                          |                          |                           |
| Tmavé horniny<br>Typ III                                                            | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     |                                  |                          |                          |                           | 1,7<br>1,7<br>0,3<br>5,3<br>10 | 20,5<br>3,6<br>15,7<br>25,7 | 0,8<br>0,8<br>0,0<br>2,8 | 0,1<br>0,0<br>0,1<br>0,2  |                                  |                          |                          |                           |
| Tmavé horniny<br>Typ IV                                                             | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     |                                  |                          |                          |                           | 1,4<br>2,2<br>0,3<br>6,7<br>13 | 43,2<br>7,1<br>36,3<br>63,5 | 0,6<br>0,3<br>0,0<br>1,4 | 0,1<br>0,0<br>0,1<br>0,1  |                                  |                          |                          |                           |
| Tmavé horniny<br>Typ V                                                              | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     |                                  |                          |                          |                           | 6,6<br>0,8<br>5,3<br>7,9<br>17 | 2,7<br>1,2<br>0,7<br>6,4    | 2,2<br>1,1<br>0,1<br>4,5 | 3,0<br>2,9<br>1,2<br>13,0 | 6,8<br>0,8<br>5,7<br>8,0<br>7    | 2,9<br>0,9<br>1,3<br>4,2 | 2,0<br>0,7<br>0,5<br>2,9 | 2,6<br>1,3<br>1,5<br>5,4  |
| Tmavé horniny<br>Typ VI                                                             | X<br>S<br>Rmin<br>Rmax<br>N     |                                  |                          |                          |                           | 9,3<br>1,1<br>8,1<br>11,1<br>5 | 2,5<br>0,9<br>1,5<br>3,8    | 2,5<br>1,5<br>0,5<br>4,8 | 4,1<br>1,6<br>2,8<br>6,6  | 10,6<br>1,5<br>8,6<br>13,0<br>13 | 5,2<br>2,6<br>2,6<br>9,9 | 3,2<br>0,9<br>1,7<br>4,9 | 2,5<br>1,2<br>1,1<br>4,9  |



*Prehľadná tabuľka priemerného obsahu Th, U, K a Th/U v horninách kryštalinika Malých Karpát*  
*Review of average contents of Th, U, K and of the Th/U ratio in rocks of the Malé Karpaty Mts. crystalline*

| Analyzované prvky |      | Produktívne zóny |       |       | Mimo zón    |       | Tmavé bridlice spolu | Ruly až fylity | Granitoidy |
|-------------------|------|------------------|-------|-------|-------------|-------|----------------------|----------------|------------|
|                   |      | Typ B C          | Typ A | Spolu | Harm. séria | Spolu |                      |                |            |
|                   |      |                  |       |       |             |       |                      |                |            |
|                   |      | N 26             | N 36  | N 62  | N 17        | N 40  | N 102                | N 27           | N 242      |
| Th                | X    | 3,58             | 3,07  | 3,23  | 9,20        | 7,66  | 4,98                 | 8,4            | 9,1        |
|                   | S    | 3,23             | 2,72  | 2,94  | 2,70        | 2,84  | 2,91                 | 1,2            |            |
|                   | Rmin | 0,3              | 0,3   | 0,3   | 2,8         | 1,4   | 0,3                  | 5,7            |            |
|                   | Rmax | 11,1             | 9,0   | 11,1  | 13,0        | 13,0  | 13,0                 | 10,7           |            |
| U                 | X    | 19,69            | 12,46 | 15,15 | 4,30        | 4,27  | 11,10                | 2,3            | 1,9        |
|                   | S    | 17,00            | 15,16 | 16,23 | 2,19        | 2,56  | 9,87                 | 0,7            |            |
|                   | Rmin | 2,8              | 0,2   | 0,2   | 1,3         | 1,3   | 0,2                  | 0,7            |            |
|                   | Rmax | 49,5             | 63,5  | 63,5  | 8,7         | 10,8  | 63,5                 | 4,4            |            |
| K                 | X    | 1,28             | 1,10  | 1,18  | 2,79        | 2,68  | 1,77                 | 2,4            | 3,0        |
|                   | S    | 1,10             | 0,88  | 0,97  | 1,21        | 1,36  | 1,02                 | 0,5            |            |
|                   | Rmin | 0,1              | 0,1   | 0,1   | 0,53        | 0,53  | 0,1                  | 1,3            |            |
|                   | Rmax | 3,79             | 3,51  | 3,79  | 4,94        | 7,29  | 7,29                 | 4,5            |            |
| Th/U              | X    | 0,87             | 1,35  | 1,15  | 2,59        | 2,42  | 1,63                 | 3,9            | 4,8        |
|                   | S    | 1,25             | 1,95  | 1,70  | 1,35        | 1,45  | 1,50                 | 1,3            |            |
|                   | Rmin | 0,1              | 0,1   | 0,1   | 0,7         | 0,1   | 0,1                  | 1,3            |            |
|                   | Rmax | 5,3              | 9,2   | 9,2   | 5,4         | 6,6   | 9,2                  | 10,9           |            |

X — aritmetický priemer, S — smerodajná odchýlka, R — variačné rozpätie, N — počet vzoriek

X — arithmetic mean, S — standard deviation, R — variation span, N — number of samples

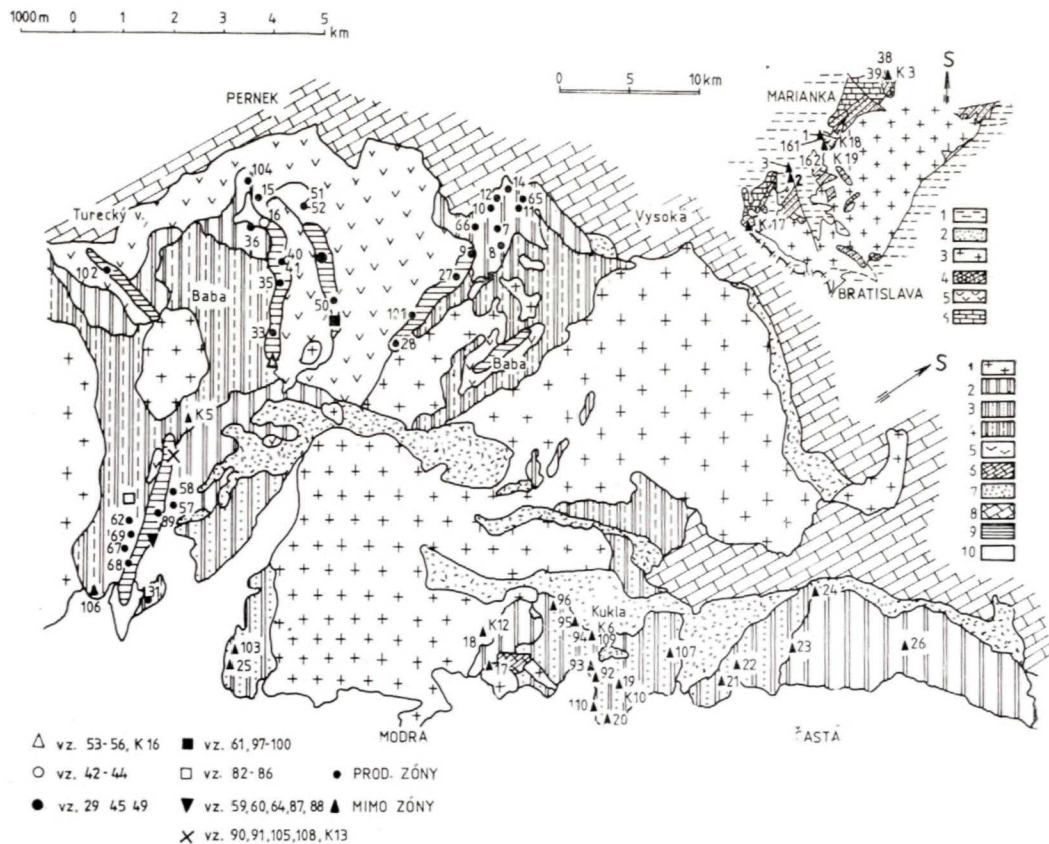
na základe výsledkov gamaspektrometrie. Týchto meraní bolo viac (pri bridliciach 144) ako meraní INAA (37).

Obr. 4 a 5 dávajú prehľad o obsahovej frekvencii U a Th podľa jednotlivých typov hornín. Vyplýva z nich závislosť obsahu Th a U od litológie hornín a rozličnej intenzity metamorfných procesov, ako aj metalogenetických procesov. Napr. vidieť, že niektoré horniny zrudnené pyritom majú proti pravidlu nie vždy vysoký, ale niekedy aj nízky obsah U a naopak. Zrejme to súvisí aj s dvojakou metalogenezou kryštalinika Malých Karpát. Zatiaľ nie je jasné, do akej miery hydrotermálny pro-

ces akumuluje alebo proztyľuje U a Th v rudách, resp. v horninách postihnutých premenou. Výnimky týkajúce sa obsahu U a Th sú oproti očakávaniu aj napr. v horninách z produktívnych zón a mimo nich. Prvé majú zvýšený obsah U a druhé zvýšený obsah Th. Tieto anomálie sa v niektorých prípadoch dajú vysvetliť tým, čo dokázali vrty, že niekedy sa v tektonickom postavení vyskytujú v produktívnych zónach aj bridlice harmónskej série, ale hlavnou príčinou obsahovej variability môže byť litologická zložitost hornín súvrstvia. Ale aj tak dávajú geochemické výskumy možnosť uvažovať o tom, či

X — aritmetický priemer, S — smerodajná odchýlka R<sub>min</sub>—R<sub>max</sub> — variačné rozpätie, N — počet vzoriek

X — arithmetic mean, S — standard deviation, R<sub>min</sub>—R<sub>max</sub> — variation span, N — number of samples



Obr. 1. Mapa odberu analyzovaných vzoriek kryštalinika Malých Karpát

Oblasť pezinoko-perneckého kryštalinika: 1 — granitoidné horniny, 2 — fylity, 3 — bridlice, 4 — rula, 5 — amfibolity, 6 — vápenec (1, 2, 4, 5 — pezinoko-pernecké kryštalinikum; 3, 6 — harmónska séria), 7 — spodnotriasový kremenec, 8 — nerozčlenené mezozoikum, 9 — produktívne rudonosné zóny, 10 — mladšie útvary (paleogén, neogén, kvartér). Oblasť Bratislavy: 1 — neogén a mladšie útvary, 2 — spodnotriasový kremenec, 3 — bratislavský granitoidný masív, 4 — fylit až rula 5 — amfibolity a iné metabazity, 6 — mezozoikum vcelku (upravené podľa Cambela — Valacha, 1956)

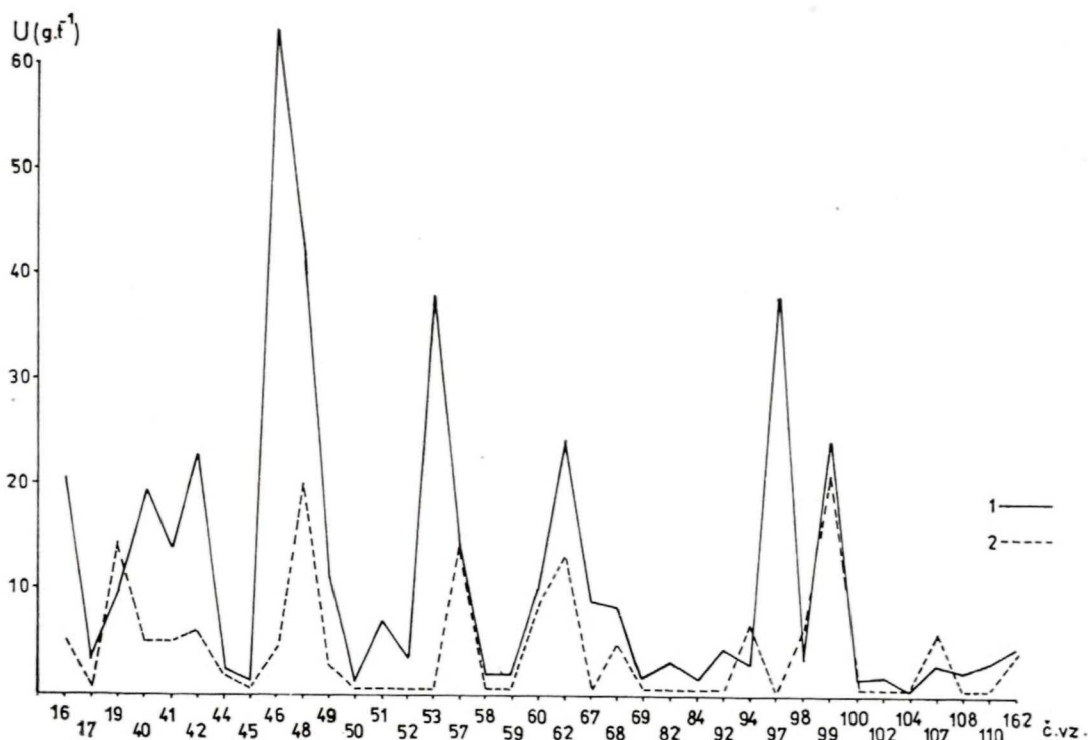
Fig. 1. Sampling site map of the Malé Karpaty crystalline area

(1, 2, 4 and 5 — Pezinok-Perneck crystalline, 3 and 6 — Harmónia group). Pezinok-Perneck crystalline area: 1 — granitoids, 2 — phyllite, 3 — shale, 4 — gneiss, 5 — amphibolite, 6 — marble, 7 — quartzite, Lower Triassic, 8 — undivided Mesozoic, 9 — „productive“ (i. e. ore-bearing) zone 10 — younger formations (Paleogene, Neogene, Quaternary). Bratislava area: 1 — Neogene and younger formations, 2 — quartzite, Lower Triassic, 3 — the Bratislava granitoid massif 4 — phyllite to gneiss, 5 — amphibolite and other metabasite, 6 — Mesozoic undivided (modified from Cambel — Valach 1956)

časť vzoriek odobraných z produktívnych zón na základe obsahu Th a U nie sú vzorkami harmónskej série. Ide najmä o oblasť Sb ložiska Pezinok. Ale pravidlom zostáva, že jednotlivé základné typy hornín kryštalinika Malých

Karpát majú charakteristický obsah U, Th a pomer Th/U a týka sa to aj % obsahu  $K_2O$ . Potvrďuje to aj graf na obr. 13 a 14.

Grafy na obr. 6 a 7 dávajú názorný obraz o korelačnej závislosti Th a U a obi-



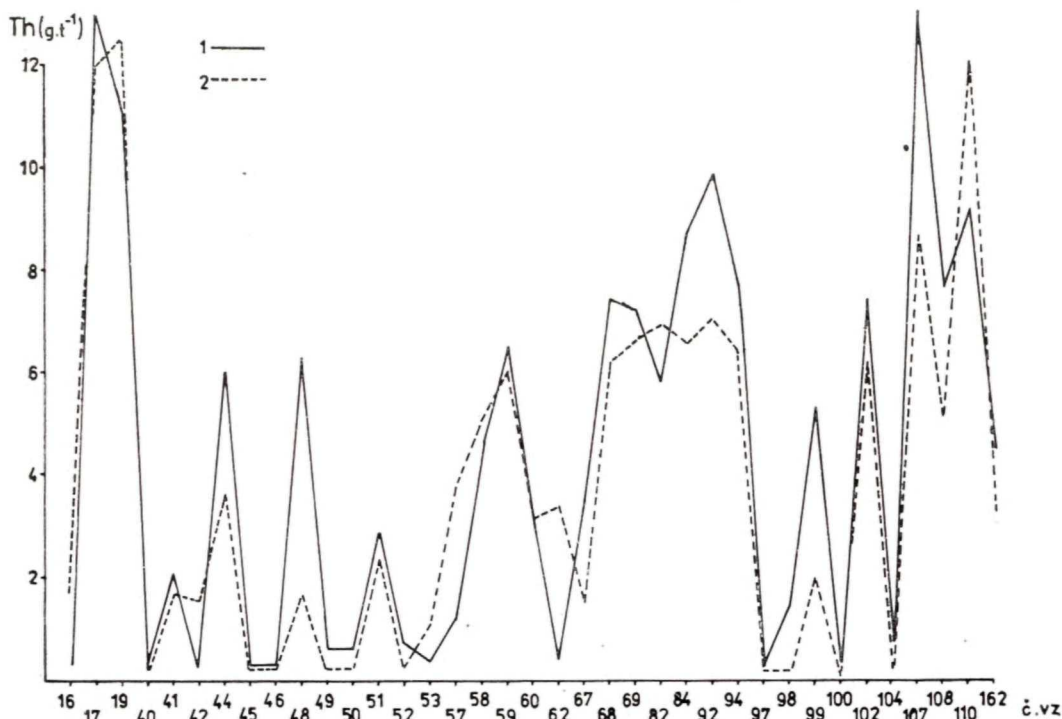
Obr. 2. Porovnanie obsahu U získaného za pomoci neutrónovej aktivizácie (INAA) a gamaspektrometrickou metódou. 1 — gamaspektrometria, 2 — INAA

Fig. 2. Comparison of analytical results for U obtained by gamma-spectrometry and instrumental neutron activation analysis (INAA). 1 — gamma-spectrometry, 2 — INAA

dvoch prvkov ku  $K_2O$ . Najmenší rozptyl hodnôt a zreteľné trendy korelácie prejavuje obsah Th a U v rulách a bridliciach harmónskej série. Preto je grafické znázornenie len v týchto dvoch typoch hornín. Typy bridlíc produktívnych zón alebo z podložia mimo zón (s vylúčením harmónskej série) majú veľmi variabilný obsah prvkov, a preto pri nich nie je možnosť jednoznačne určiť korelačné trendy. Je to preto, že pri tomto type bridlíc obsah prvkov závisí od anomálnych procesov tvorby bridlíc v menlivých podmienkach vulkanickej aktivity. S tým súvisí aj ich menlivá litológia, a najmä menlivý obsah C, S, čo je odrazom špecifických fyzikálno-chemických zmien vzniku

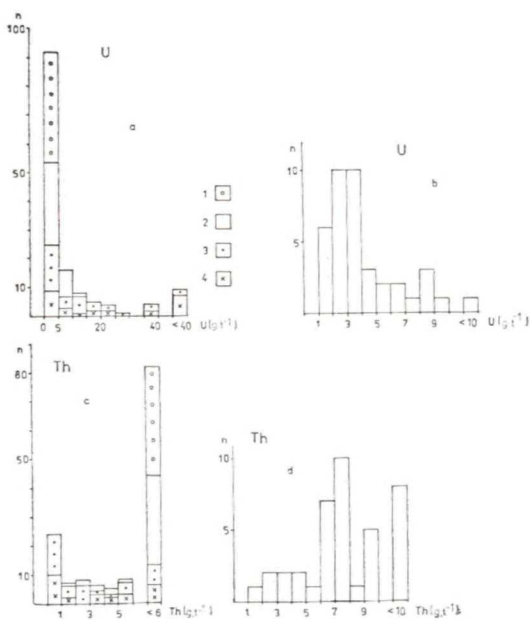
sedimentov produktívnych zón. V období metamorfózy sú horniny, ale najmä obsah  $C_{org}$  príčinou menlivého (zmenšeného) stupňa rekryštalizácie tmavých bridlíc oproti bridliciám bez  $C_{org}$ . Preto nízka kryštalonomita hornín nezávisí len od intenzity metamorfózy, t. j. od vzdialenosti hornín od intrúzie, ale najmä od obsahu organickej hmoty, resp. vysokého obsahu  $SiO_2$  v nich. Pri rulách je zaujímavé, že niet závislosti Th od  $SiO_2$  a  $K_2O$ , zatiaľ čo pri U je závislosť od  $SiO_2$  negatívna a voči  $K_2O$  pozitívna. Podobne je to aj s pomerom Th/U k  $SiO_2$  (‰) a Th/U ku  $K_2O$  (‰). Bridlice harmónskej série majú podobné korelačné trendy ako ruly, ale korelačný trend Th ku  $K_2O$  má jasne pozitívnu





Obr. 3. Porovnanie obsahu Th získaného za pomoci INAA a gamaspektrometrie. 1 — gamaspektrometrie, 2 — INAA

Fig. 3. Comparison of analytical results for Th obtained by gamma-spectrometry and INAA. 1 — gamma-spectrometry, 2 — INAA

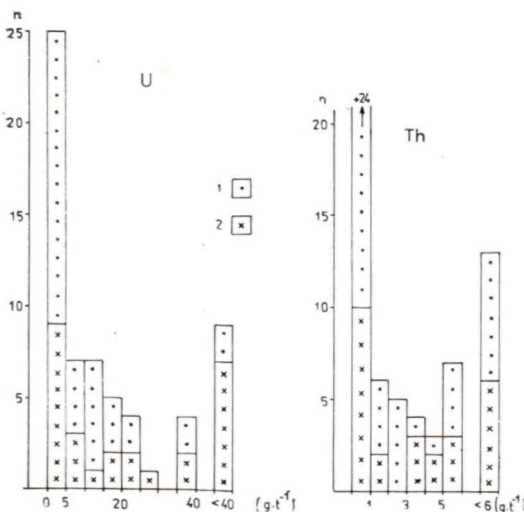


Obr. 4. Histogramy obsahu U a Th z rozličných bridličnatých hornín a rúd Malých Karpát. a, c — súborné histogramy, b, d — histogramy obsahu v tmavých bridliciach mimo produktívnych zón. 1 — ruly až svorové fylity, 2 — bridlice mimo produktívnych zón, 3 — tmavé bridlice z produktívnych zón bez viditeľného zrudnenia (typ A), 4 — tmavé bridlice zo zón s viditeľným zrudnením až rudy (typ B, C)

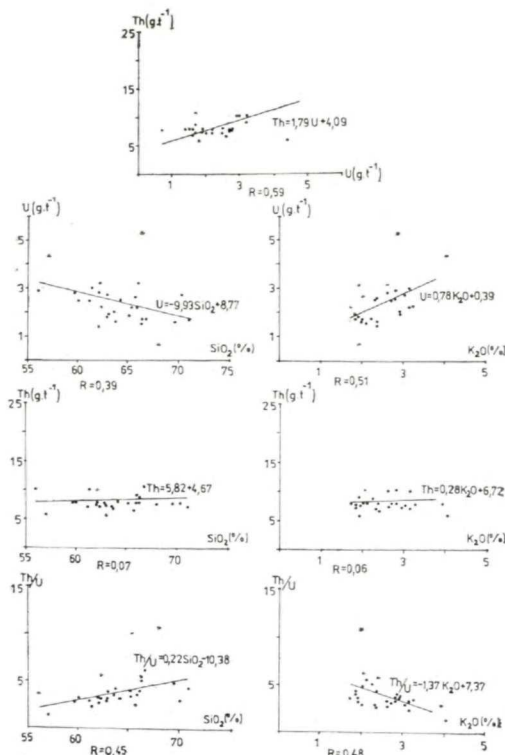
Fig. 4. Frequency distribution of uranium and thorium contents in different schists and ores of the Malé Karpaty area. a, c — summary frequency distribution, b, d — frequency distribution in black shales outside of "productive" zones. 1 — gneiss to mica-schist, 2 — shale outside of "productive" zones, 3 — black shale within "productive" zone without visible mineralization (type A), 4 — black shale of the "productive" zone with visible mineralization up to clear ore (type B, C)

závislosť. Korelačné vzťahy sú v súlade s primárnou litológiou a metamorfnou históriou kryštalických bridlíc.

Obr. 8, 9, 10, 11 indikujú závislosť Th a U od  $\Sigma$  TR a obsahu Zr. Th prejavuje pozitívnu závislosť od  $\Sigma$  TR podľa dvoch trendov, ktoré sú dosť blízke. U prejavuje pozitívny trend závislosti od  $\Sigma$  TR, a to na dvoch obsahových úrovniach, čo môže indikovať obojakú väzbu v horninách. Naproti tomu tmavé bridlice mimo zón zrudnenia závislosť U od  $\Sigma$  TR neprejavujú. Pretože sa výskum ťažkých akcesórií obidvoch typov hornín nerobil, nemožno rozdielnosti osvetliť exaktnejšie. Z obr. 10 vysvitá, že Th od obsahu Zr v bridliciach z produktívnych zón neprejavuje zjavnú korelačnú závislosť na rozdiel od bridlíc mimo zón, kde možno určitý pozitívny trend pomeru Th/U pozorovať. Obr. 12 dokazuje závislosť obsahu U od obsahu  $C_{org}$  a opačne negatívnu závislosť pri Th.



Obr. 5. Súborné histogramy obsahu U a Th v tmavých bridliciach (typ A a v rudách (typ B, C) z produktívnych zón. 1 — horninový typ A, 2 — horninový typ B, C  
Fig. 5. Summary frequency distribution of U and Th contents in black shales (type A) and ores (type B, C) of "productive" zones. 1 — rock type A, 2 — rock type B and C

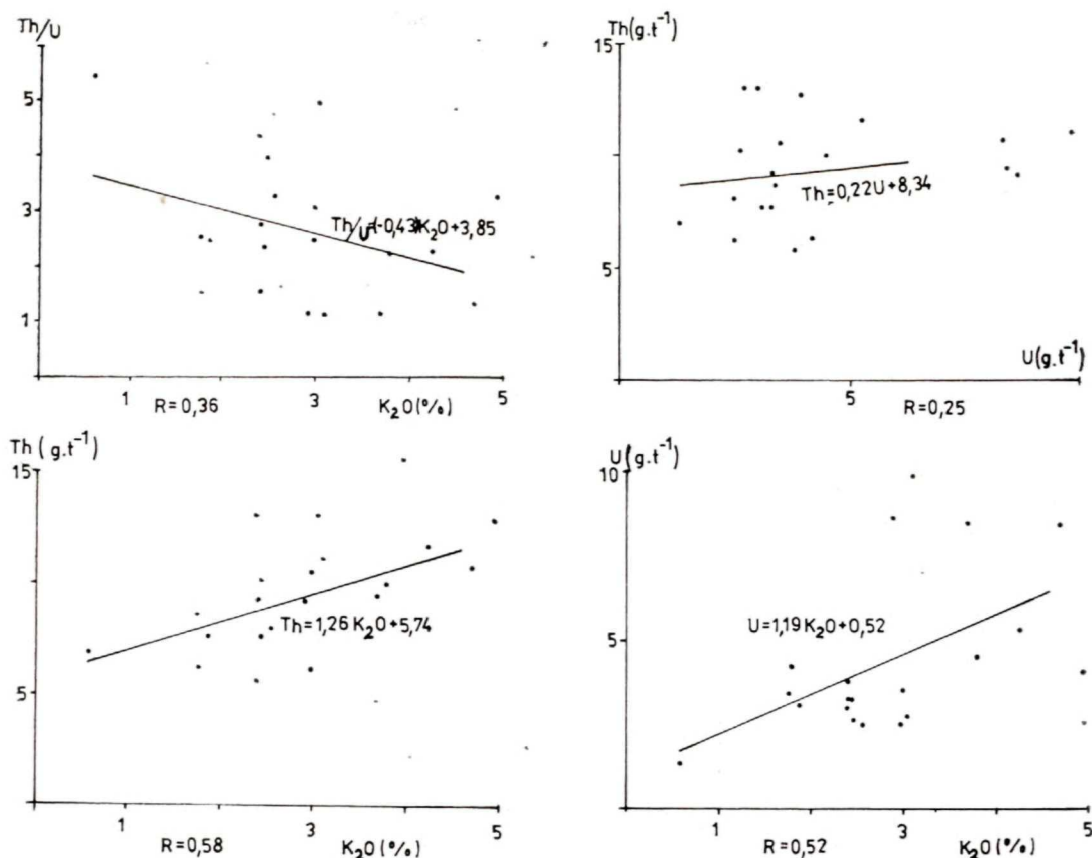


Obr. 6. Korelačná závislosť U, Th, Th/U,  $SiO_2$ ,  $K_2O$  pri skupine rúl a svorových fylitov kryštalika Malých Karpát. R — korelačný koeficient

Fig. 6. Correlation between U, Th, Th/U,  $SiO_2$  and  $K_2O$  in the group of gneiss to mica schist samples of the Malé Karpaty Mts. crystalline. R — correlation coefficient

Táto skutočnosť potvrdzuje, že U a Th sa v bridliciach pravdepodobne viažu na iné zlúčeniny a minerálne zložky študovaných hornín.

Obr. 13 a 14 poskytujú informáciu o tom, aký je obsahový pomer Th a U v študovaných horninách a že zákonite pre jednotlivé typy hornín možno ohraničiť príslušné polia. Z obr. 14 vidieť, že pole rúl (6) a bridlíc z harmónskej série (4) a tmavých bridlíc mimo zón (5) a amfibolických metatufov a metatufitov (3) je na rozdiel od hornín produktívnych zón (1, 2) relatívne úzko ohraničené. To značí, že genetické pomery



Obr. 7. Korelačná závislosť U, Th, Th/U,  $K_2O$  pri tmavých bridliciach mimo zón harmónskej série (typ podľa rádiometrického členenia). Charakteristiky typov podľa uvedeného členenia sú pri tab. 1. R — korelačný koeficient

Fig. 7. Correlation between U, Th, Th/U and  $K_2O$  in black shales outside zones of the Harmónia group (according to radiometric subdivision). Characteristics according to the division are tabled in tab 1. R — correlation coefficient

hornín produktívnych zón sú, ako sme už povedali, relatívne variabilné, a závisia od menlivosti litogenetických faktorov, ktoré sa prejavovali v priebehu vulkanogénno-sedimentačného procesu.

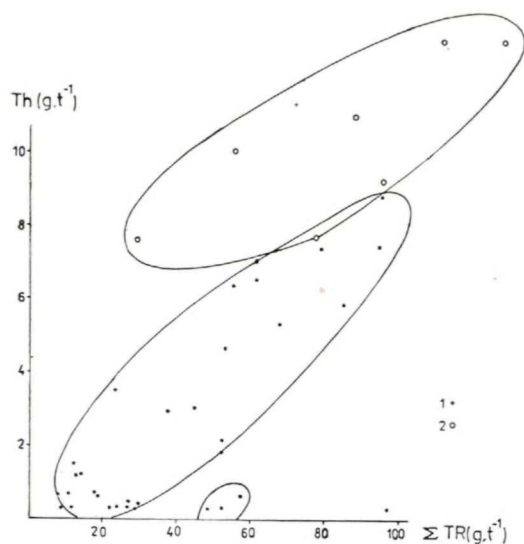
## Záver

V práci konštatujeme, že tmavé bridlice produktívnych zón majú primárne zvýšený obsah U (pozri tab. 2 a 3) a ich variety sa odlišujú aj podľa množstva U.

Osobitný geochemický obraz majú aj bridlice harmónskej série, ktoré možno na základe obsahu U, Th,  $K_2O$  a pomeru Th/U relatívne dobre identifikovať.

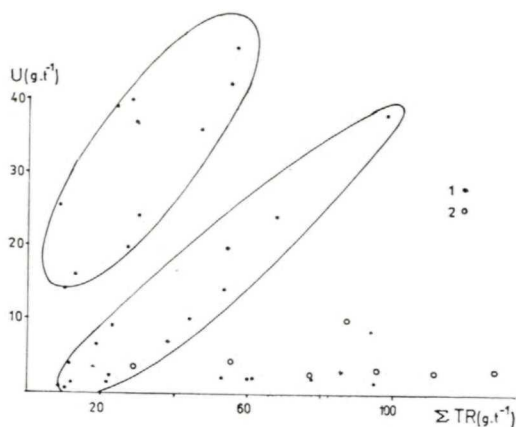
Podľa pomeru Th a U k  $C_{org}$  možno konštatovať, že U má pozitívnu závislosť a Th negatívnu. Ide teda o genetickú spätosť U s  $C_{org}$ , zatiaľ čo Th v tmavých bridliciach závisí skôr od diadochických vzťahov k istým horninotvorným minerálom, najmä akcesóriám študovaných hornín. Ide zrejme o protichodné vzťahy oboch prvkov k ich





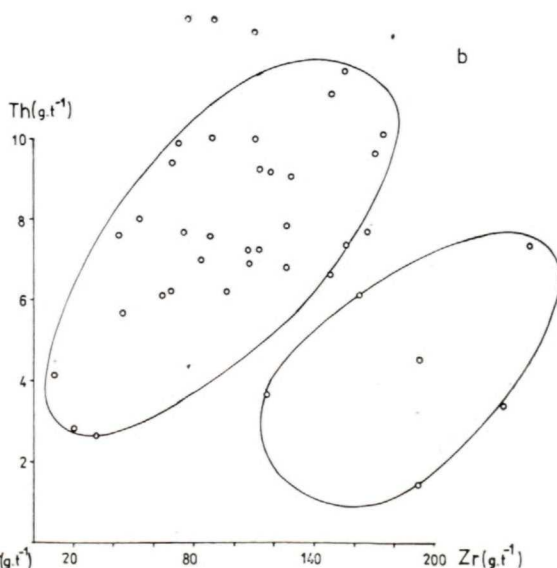
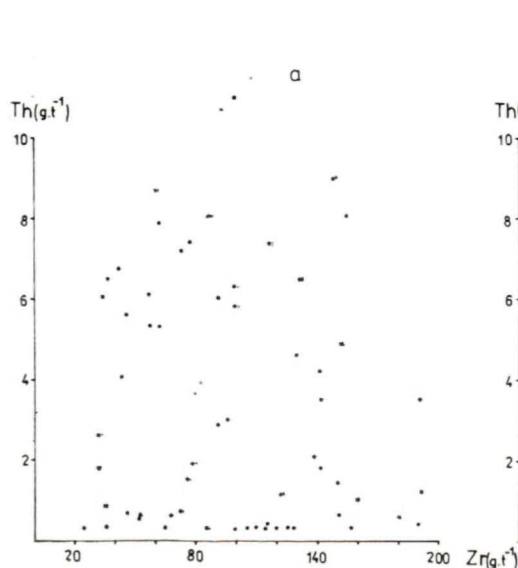
**Obr. 8. Korelačný vzťah obsahu Th a Σ TR.**  
1 — tmavé bridlice z produktívnych zón,  
2 — bridlice mimo produktívnych zón

**Fig. 8. Correlation between Th and Σ REE.**  
1 — black shales of "productive" zones, 2 — shales outside "productive" zones



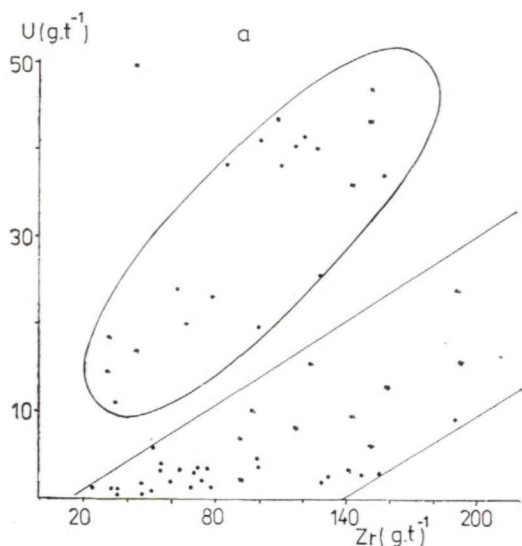
**Obr. 9. Korelačný vzťah obsahu U a Σ TR.**  
Vysvetlivky pri obr. 8

**Fig. 9. Correlation between U and Σ REE.**  
Explanations in fig. 8



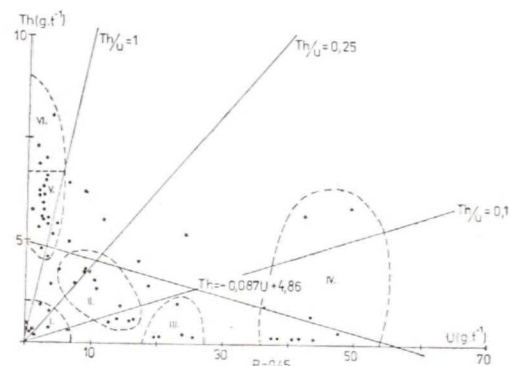
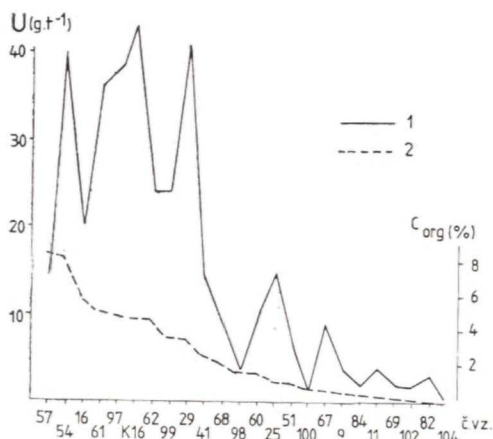
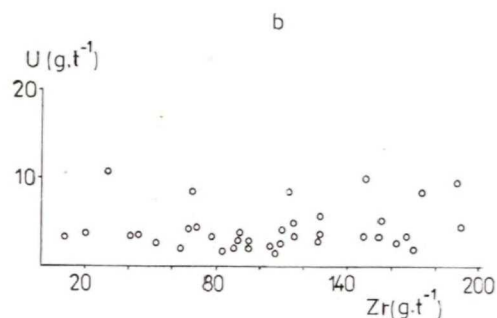
**Obr. 10. Korelačný vzťah obsahu Th a Zr.** Vysvetlivky: a — produktívne zóny, b — bridlice mimo produktívnych zón

**Fig. 10. Correlation between Th and Zr contents.** a — "productive" zone, b — shale outside "productive" zones



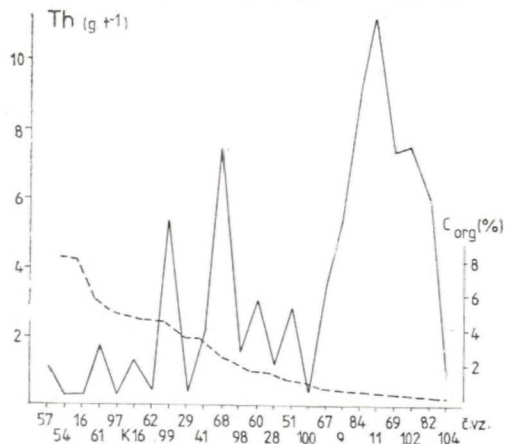
Obr. 11. Korelačný vzťah obsahu U a Zr. Vy-  
svetlivky pri obr. 10

Fig. 11. Correlation of U and Zr contents.  
Explanations in fig. 10



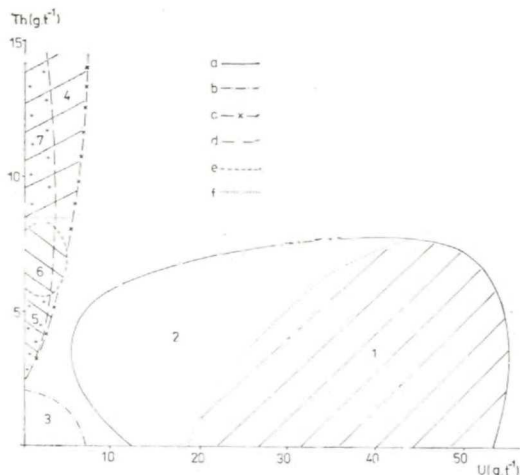
Obr. 13. Korelačný vzťah Th k U v tmavých  
bridliciach pezinoko-perneckého kryštalinika.  
Vymedzenie polí, ktoré charakterizujú jed-  
notlivé typy bridlíc. Parametre typov sú pri  
tab. 1

Fig. 13. Correlation between uranium and  
thorium contents in shales of the Pezinok-  
Perneck crystalline. Areas of single shale types  
are outlined. Parameters for single types in  
tab. 1



Obr. 12. Graf závislosti obsahu C<sub>org</sub> od obsahu  
U a Th. 1 — U (Th), 2 — C<sub>org</sub>

Fig. 12. Correlation between organic carbon  
content and contents of uranium and tho-  
rium. 1 — Th/U ratio, 2 — organic carbon  
content.



**Obr. 14. Korelačný graf obsahu Th a U poli jednotlivých hornín kryštalinika.** a — tmavé bridlice a rudy produktívnych zón, b — aktinolitické bridlice, c — tmavé bridlice mimo produktívnych zón, d — granitoidy, e — ruly až svorové fylity, f — hranica rozčleňujúca polia na menšie celky osobitne odlišené šrafovaním. Typy hornín ohraničené jednotlivými poľami: 1 — zrudnené bridlice až rudy, 2 — tmavé bridlice produktívnych zón bez viditeľného zrudnenia, 3 — aktinolitické bridlice a metafufy, 4 — bridlice harmónskej série 5 — tmavé bridlice mimo produktívnych zón, 6 — ruly a svorové fylity, 7 — žuly

**Fig. 14. Correlation plot of thorium and uranium contents for single rock types of the Malé Karpaty Mts. crystalline.** a — black shale and ore in "productive" zones, b — actinolite schist, c — black shale outside "productive" zones, d — granitoids, e — gneiss to mica-schist, f — boundaries of single fields in the plot differing by hachure. Rock type limited by fields: 1 — mineralized shale to ore, 2 — black shale of "productive" zones without visible mineralization, 3 — actinolite schist and metafuffite, 4 — shale of the Harmónia group, 5 — black shale outside "productive" zones, 6 — gneiss to mica-schist, 7 — granite

akumulácii v tých istých typoch hornín. Th a U sa v kryštalických bridliciach Malých Karpát viažu odlišným spôsobom na rozmanité zložky a vo forme rozličných minerálnych zlúčenín, pričom pri U pravdepodobne rozhoduje sorpčná forma väzby U a pri Th diachodická forma.

Ukazuje sa, že proces metamorfnej rekryštalizácie spôsobuje stabilizáciu

obsahu Th a U (pozri tab. 3) v rulách, resp. v hybridných granitoidoch. Tmavé bridlice s menšou kryštalinitou minerálov tento pomer nedosahujú, lebo primárne zvýšený obsah U sa v tmavých bridliciach zadržiava väzbou na organické zložky, pretože sa v tomto type bridlic zachytáva U, ktorý migruje pri metamorfóze z extrémnych metamorfických podmienok do menej extrémnych. Výskum Th a U v sedimentoch kryštalinika Malých Karpát dokazuje, že vedie k užitočným genetickým interpretáciám pri štúdiu geologických pomerov, ako aj minerálov, hornín a rúd.

Recenzoval C. Varček

## LITERATÚRA

- Bartošek, J. 1977: Citlivá metoda stanovení obsahu přirozeně radioaktivních prvků v horninách. *Manuskript — Geofyz. úst. ČSAV Praha.*
- Cambel, B. 1953: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochemia ich rúd. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, 3, 338 s.
- Cambel, B. — Jarkovský, J. 1967: Geochemie der Pyrite einiger Lagerstätten der Tschechoslowakei. *Bratislava, VSAV.* 493. S.
- Cambel, B. — Šimánek, V. — Kleinertová, V. 1975: Untersuchung der in den kristallinen Schiefern der Kleinen Karpaten vorkommenden organischen Substanz. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, 25, S. 275—293.
- Cambel, B. — Khun, M. 1979: Distribúcia a korelácia stopových prvkov v čiernych bridliciach kryštalinika Malých Karpát. *Mineralia slov.*, 11, s. 507—520.
- Cambel, B. — Streško, V. — Mičuda, I. 1981: Obsah niektorých prvkov v rudonosnom súvrství kryštalinika Malých Karpát. *Mineralia slov.*, 13, s. 129—144.
- Kátlovský, V. 1979: Distribúcia prirodzených rádioaktívnych prvkov v granitoidoch a metamorfitech Malých Karpát. *Manuskript — Geol. úst. SAV Bratislava.*
- Khun, M. 1977: Stopové prvky a organický uhlík v tmavých bridliciach kryštalinika Malých Karpát. *Manuskript — Kat. geoch. PFUK Bratislava.* 76 s.



- Khun, M. 1980: Použitie diskriminačnej analýzy na príklade čiernych bridlic malokarpatského kryštalinika. *Mineralia slov.*, 12, s. 469—473.
- Sapošnikov, G. N. — Kuznetsov, A. G. 1968: O nekotorykh zakonornostyakh raspredeleniya radioaktivnykh elementov v pozdněkembrijskikh otloženijach priangarskoy časti Enisejskogo krjaža. *Trudy Vsesojuz. nauč. — issled. geol. Inst. VSEGEI*, t. 142, vyp. 11, s. 131—141.
- Wedepohl, K. H. 1964: Untersuchungen am Kupferschiefer in Nordwestdeutschland. Ein Beitrag zur Deutung der Genese bituminöser Sedimente. *Geochim. cosmochim. Acta (London)*, 28, S. 305—364.

## Distribution of uranium, thorium, carbon and other elements in black shales of the Malé Karpaty Mts. crystalline (SW Slovakia)

BOHUSLAV CAMBEL — VLASTIMIL KÁTLOVSKÝ — MILOSLAV KHUN

Higher concentrations of several metallic elements do occur in black shales of the Malé Karpaty Mts. crystalline. Such concentrations may have served as source for subsequent ore-forming processes and resulted in vein paragenesis of antimony and base metals. Several metallic elements concentrated in black shales during conditions of marine sedimentation of insufficiently oxidizing environment at the presence of exhalates originating from synchronous basic volcanic activity and carrying metals deposited during marine sedimentation. Planctonic organics or terrigenous plant remnants became carbonized into kerogene or anthracite matter during metamorphism (Cambel et al. 1975).

Previous investigations (Cambel — Khun 1979, Cambel et al. 1981, Khun 1980) revealed that black shales in "productive" (i. e. ore-bearing) zones of the Malé Karpaty Mts. crystalline acquired their specific geochemical pattern mainly due to submarine basic volcanism differing by that considerably from other black shale samples in the area. Such pattern has been confirmed by the investigation of uranium and thorium concentration of the respective rocks.

Basic statistical parameters of U, Th and K contents, of the Th/U ratio are tabled in tab. 2 dividing samples according to lithostratigraphic subdivision, lithological and petrographical groups and according to different radiometric values. It appears that thorium contents increase with growing basicity in granitoids of the Bratislava massif from 5.4 g.t<sup>-1</sup> in leucocratic varieties up to 12.5 g.t<sup>-1</sup> in biotite granodiorite. Concentrations of uranium are relatively steady fluctuating between 1.5—2.2 g.t<sup>-1</sup>. Biotite granodiorite samples differ by contents of thorium

considerably and the feature may be caused by different rock varieties compared but even by the more heterogeneous and leucocratic nature of granitoids in the Bratislava massif involved in the sample set. The considerable similarity between contents of thorium and uranium together with equal Th/U ratio in biotite granodiorite of the Modra massif and gneiss samples is conspicuous what may be attributed as one of proofs for palaeogenic granite origin. Contents and statistical values of Th and U in black shales differ considerably depending if samples of the Harmónia group or of the deeper Pezinok-Pernek crystalline are concerned but also depending on the location within or outside of "productive" zones (tab. 3). Single rock types reveal also different radiometric characteristics (tab. 2). Mineralized black shales represent types III and IV with high uranium (20.5—43.2 g.t<sup>-1</sup>) and low thorium (1.4—1.7 g.t<sup>-1</sup>) contents respectively. Black shales of type V and VI sampled from Pezinok-Pernek and Modra area (Harmónia group) respectively, may be subdivided by radiometric means, too. In the Pezinok-Pernek area, black shales contain 2.7 g.t<sup>-1</sup> uranium and 6.6 g.t<sup>-1</sup> thorium in average whereas the type VI containing 5.2 g.t<sup>-1</sup> uranium and 10.6 g.t<sup>-1</sup> thorium in average occurs in the Harmónia group.

Differences in analytical results obtained for U and Th by gamma-spectrometry and instrumental neutron activation analysis (INAA) are indicated in figs. 2 and 3. Values obtained by INAA are higher for U, less for Th but trends in both contents are similar. Frequency distribution of the U and Th content in different rock samples is in figs. 4 and 5. Data point to dependence on lithology and different intensity of metamorphic and

metallo-genetic processes. Correlation of Th and U concentrations with contents of  $K_2O$  in respective rocks is clear for gneiss and shale samples coming from the Harmónia group (figs. 6 and 7). Correlations between Th and U concentrations both with REE and Zr contents are in figs. 8—11. Concentrations of uranium do not correlate with REE in shales sampled outside of "productive" zones nor such correlation has been found between contents of Th and Zr in shales of "productive" zones. A positive correlation between contents of uranium and organic carbon contents and a negative between the latter and thorium contents confirms (fig. 12) that uranium is related genetically with the organic carbon content of the black shales. On the other hand, thorium concentrations depend on diadochy in certain rock-forming minerals mainly accessories. Therefore geochemical relations of both elements are contrasted. Relative variability of rocks in "productive" zones resulted from various lithogenetic

factors during volcanosedimentary stage and appears expressed in the Th/U ratio (fig. 14) covering a broad area.

In the conclusion, black shales of "productive" zones contain more uranium (tabs. 2 and 3) and single rock varieties are characterized by the means of Th and U concentrations. A peculiar geochemical feature of shales sampled from the Harmónia group is the steady U, Th and K concentration allowing reliable identification of respective rocks. It appears that metamorphic processes stabilized the Th/U ratio in gneiss and hybrid granitoid samples. Black shales do not achieve such values of this ratio by retaining primarily higher uranium concentrations where it is bound on organic compounds. Results prove that data on uranium and thorium concentrations do provide useful genetic informations.

Preložil I. Varga

553.244 : 553.345 (197.67)

AKTUALITA

## Stratiformné karbonáty a metasomatický siderit v ložisku Rudňany

BLAŽEJ KUSÁK, JÁN HURNÝ

### Стратиформные карбонаты и метасоматический сидерит на месторождении Рудняны

В результате геолого-разведочных работ жильной структуры Златник, были установлены стратиформные карбонатные слои и метасоматический сидерит в комплексе метаморфированных пород (амфиболитов, метапирокластиков и метасамитов карбонского возраста). Наличие стратиформных карбонатов разведанных на месторождении Рудняны являются новым открытием и может иметь и экономическое значение.

### Strata-bound carbonate and metasomatic siderite from the Rudňany deposit (Eastern Slovakia)

During geological investigations of the Zlatník vein structure in the Rudňany ore field, the presence of strata-bound carbonate layers and of metasomatic siderite within it has been found enclosed by a complex of higher metamorphosed rocks as amphibolites, metapyroclastics and metapsammites of Carboniferous age. The presence of strata-bound carbonates is a new case in the geological survey of the whole Rudňany deposit and may be also of economic importance.