

## A budai-hegységi Th-anomáliák\*

Wéber Béla\*\*

(9 ábrával és 1 táblával)

### Bevezetés

A tanulmány a *Mecseki Ércbányászati Vállalat* (MÉV) által, közreműködésével vagy megrendelésére 1956–1988 között végzett munkák és vizsgálatok főbb eredményeit foglalja össze.

A téma ismételt szerepeltetését (WÉBER B. 1962, 1984, BARABÁS A.—KÓSA L.—MAJOROS Gy.—WÉBER B. 1975) az ankét célján túl is több dolog indokolja. Ezek: 1. Mindmáig élő kérdés e jelentős anomáliák eredete, keletkezése és mélységi kapcsolataik minősége. 2. A Velencei-hegységben (HORVÁTH I.—DARIDÁNÉ TICHY M.—ÓDOR L. 1983), a Velencei-hegység és a Budai-hegység között (SZABÓ Cs. 1979, HORVÁTH I.—ÓDOR L. 1984, KUBOVICS I. 1985) olyan telés karbonátit és alkáli ultrabázikus kőzetek váltak ismertté, amelyek genetikai rokonságban lehetnek (és földtani időben sem nagy különbséget mutatnak) a budai-hegységi nagykovácsi anomália-területen felszínközéiben feltárt „*biotitittal*” (GERZSON I.—WÉBER B. 1960, WÉBER B. 1962, 1984.). Tehát anyagukban ismertté váltak olyan magmás folyamatok, amelyek a budai-hegységi Th-anomáliák mélységi földtani hátterében is szerepet játszhattak. 3. A földtani alap ilyen irányú bővülése kedvező, mert a kérdéskör megítélését a helyi érdekességtől a regionális probléma irányába mozdítja el. 4. A MÉV 1988-ban is támogatott olyan anyagvizsgálatokat, amelyek a Th-anomáliák eredetének és keletkezésének felderítését szolgálták s amelyek eredményéről tudósítani célszerű volt.

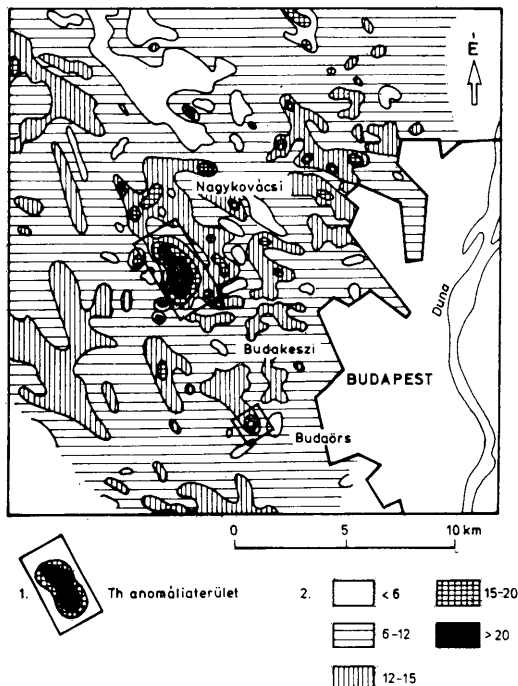
A Budai-hegységben két területen ismerünk olyan jelentős Th-anomáliákat, amelyeknek a vizsgált és feltételezett földtani-geokémiai kapcsolataik miatt prognosztikus értéket tulajdonítunk. Ezeket az anomália-területeket részben 1956-ban légigeofizikai mérésekkel, részben az 1957. évi terepi felszíni radiológiai felmérések során fedezték fel. (ÉLSHOLTZ L.—GERZSON I.—WÉBER B. 1958, GERZSON I.—WÉBER B. 1960). A még 1956-ban megkezdett és változatos módszerekkel végzett kutatási munkák folyamatosan 1958 végéig tartottak.

### Az anomália-területek

Az anomália-területek az 1. ábraként szereplő Th eloszlási térképrészleten látható környezetben Nagykovácsi térségében, valamint Budaörsről NyÉNy-ra vannak. A térkép az 1965. évi légigeofizikai mérések alapján készült.

\* Elhangzott az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály „A radioaktivitás jelenségei az ásványtanban és a földtanban” c. ankétján, Budapesten, 1988. szept. 2-án.

\*\* 7638. Pécs, 39-es dandár u. 9/A.



1. ábra. Részlet a Magyar Középhegység Th-eloszlási térképéből a nagykovácsi és budaörsi anomália-területekkel. Légigeofizikai felvétel, 1965. J e l m a g y a r á z a t: 1. Th-anomália-terület, 2. Th-tartalom (ppm)

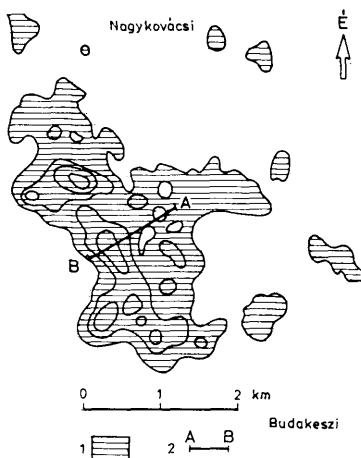
Fig. 1. Part of the Th-distribution map of the Hungarian Mid-Mountains with the Nagykovácsi and Budaörs anomalies. Airborne geophysical record, 1965. L e g e n d: 1. Th-anomaly region, 2. Th-content (ppm)

Magyarországon 1956-ban, 1965–1969 között és 1986-ban voltak olyan komplex légigeofizikai mérések, amelyek a Budai-hegységet is érintették.

A nagykovácsi anomália-területen a részletesebb Th eloszlást az 1986. évi légigeofizikai mérések szerint a 2. ábra térképe mutatja.

A 3. ábrán a nagykovácsi és a budaörsi anomáliák egy-egy jellegzetes regisztrátum részlete szerepel az 1986. évi légigeofizikai felvételből. A gamma-spektrumokban jól láthatók a fő geokémiai azonosságra utaló Th csúcsok, az általában együttjáró U minimumokkal.

A nagykovácsi területen a bemutatott és további regisztrátum részletek a Th-anomáliák egyfajta szerkezetét jelzik. Azt tapasztaltuk ugyanis, hogy az anomáliák általában két



2. ábra. A Th eloszlása a nagykovácsi anomália-területen. Légi-geofizikai felvétel, 1986. **Jelmagyarázat:**  
 1. Th anomália-terület a helyi maximumokkal, 2. A 9. ábra földtani szelvényének helyzete  
 Fig. 2. Th-distribution in the Nagykovácsianomaly area. Airborne geophysical record, 1986. **Legend:** 1. Th-anomaly area with local maxima, 2. Position of the geological profile see on Fig. 9.

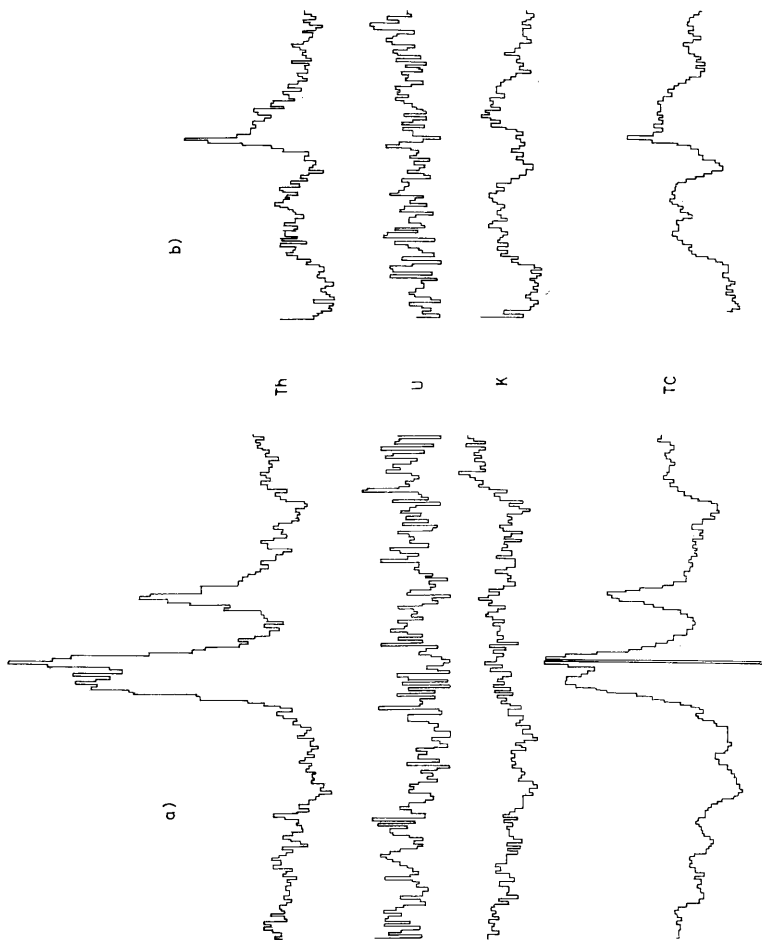
vagy több maximumosak, s hogy egyes anomáliákat a területi háttérnél (9,24 ppm) kisebb „minimumok” határolják. Ezt a jelenséget csak az 1986. évi nagyérzékenységi ( $\pm 0,12$  ppm.) légi gammaspectrometriai mérések során lehetett észlelni. (WÉBER B. — GÉRESI Gy. 1987)

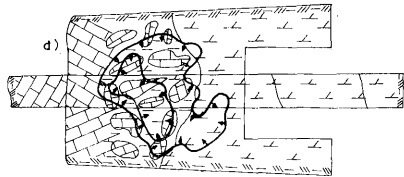
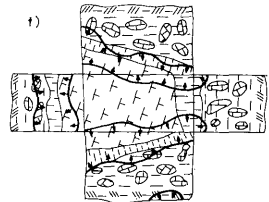
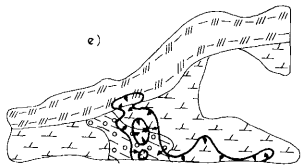
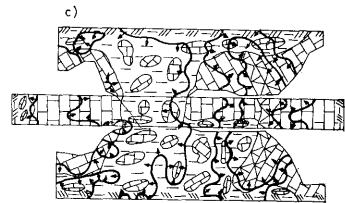
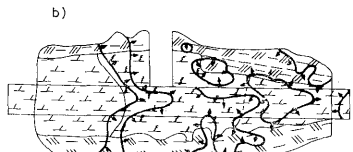
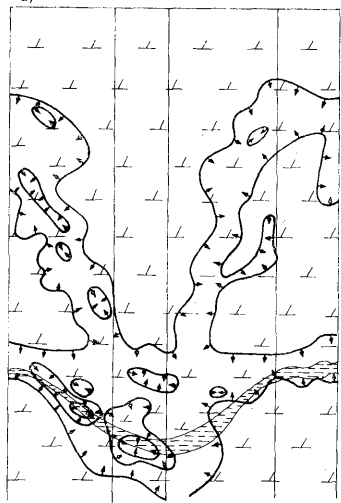
### A Th-anomáliák közvetlen földtani kapcsolatai

1. Az anomáliák a Budai-hegység jelzett térségeiben a felszínen a ladini-karni dolomitokból és a nóri dachsteini mészkőből álló alaphegység területén fordulnak elő.

2. Az anomáliák felszíni-felszínközeli közvetlen földtani kapcsolatában eddig az alábbi típusokat ismertük fel: (4. ábra)

- a ladini diploporás dolomitot átszelő törésekhez, esetenként felismerhető vékony kaolinites (60% kaolinit, FÖLDVÁRINÉ VOGL Mária elemzése) agyag kitöltésű törésvonalakhoz kötve (4/a. ábra),
- a dolomitokban kialakult sárgászöröses lilástarka porlódó, változó vastagságú (max. 1 m?) zónákban (4/b. ábra).
- a nóri dachsteini mészkő meredeken ( $40-70^\circ$ ) dőlő rétegeivel közel párhuzamos helyzetű, a mészkőrétegek közé „zárt” mészkőtörmelékes barnás-sárga, vörösestartka és vörösgyagyas, (a fedő és feké felé éles határú), változó vastagságú (0,30–1,8 m) zónában és ez mellett a vörös-sárga-barna agyaggal? erősen cementált mészkőbreccsiás zónában! (4/c. ábra).





- |   |  |   |  |   |  |   |  |    |  |
|---|--|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  | 5  |  |
| 6 |  | 7 |  | 8 |  | 9 |  | 10 |  |

4. ábra. Példák a budai-hegységi Th-anomáliák eddig felismert felszíni-felszínközeli közvetlen földtani kapcsolataira. J e l m a g y a r á z a t: 1. Dolomit és porlódott dolomit (rétegorientáció nélkül), 2. Porlódott dolomit, 3. Mészkö, 4. Mészköbreccsa sárga-vörös agyaggal? cementálva, 5. Mészkötrümelékes agyag, 6. Kaolinos agyag, 7. Agyag, dolomit-trümelékes, 8. Lejtőagyag, 9. Lejtőtörmelék és feltalaj, 10. Th anomália a helyi maximumokkal és az intenzitásnövekedés irányának jelölésével

Fig. 4. Examples of the near-surface direct geological relationships of Th-anomalies of the Buda Mountains, recognized so far. L e g e n d: 1. Dolomite and crumbling dolomite (without t layer orientation), 2. Crumbling dolomite, 3. Limestone, 4. Limestone breccia cemented by yellow-red clay?, 5. Clay with limestone detritus, 6. Caolinic clay, 7. Clay with dolomite detritus, 8. Slope clay, 9. Slope detritus and soil, 10. Th-anomaly with local maxima and marking the direction of intensity increase

- a dachsteini mészkő és a karni dolomit tektonikus érintkezése mentén mészkőtörmelékessé sárgásbarna agyagos zónában (4/d. ábra),
- a triász korú alaphegységre települő oligocén korú? dolomittörmelékessé, rétegzett, tarka agyagban (4/e. ábra),
- közvetlenül a felszínen vagy a felszín alatt a legfiatalabb lejtőtörmelékben és/vagy az ahhoz tartozó agyagfrakcióban (4/f. ábra).

A fentiek arra engednek következtetni, hogy

- a legidősebb (elsődleges) Th-anomáliák az alaphegység tömegén belül alakultak ki, időben az oligocén előtt,
- az anomáliák anyagának lepusztulása és szóródása az oligocéntől máig tartó folyamat, amelyben egyrészt kialakulhattak másodlagos stb. feldúsulások, másrészt magyarázatául szolgálhat pl. a nagykovácsi anomália-terület felszínén (különösen érzékeny radiometriai módszerekkel) észlelhető nagy kiterjedésének is.

E kérdéskör további részletvizsgálatának lényeges kutatómódszertani vonatkozásai vannak. Felértékelődnek azok a közvetett módszerek is, amelyek az anomáliák lokalizálását és egyben minőségi megkülönböztetését szolgálják (pl. a légi gammaspektrometria különböző „aránytérképei”). Jelentősen felértékelődnek azok az egyes ismert anomáliák, amelyek további kutatása a mélységi folytatást ígéri.

3. A Th-anomáliákra vonatkozó legnagyobb megbízható relatív ismereti mélység a nagykovácsi területen 25 m, a budaörsi területen 16,2 m. Fúrás alapján azonban tudjuk, hogy a dachsteini mészkő rétegei között erősen radioaktív zónát harántoltunk 55–58 m mélységek között, valamint további kisebb anomáliákat 64–65 m és 85–87 m mélységek között és 130 m alatt is. Fúrástechnikai okok miatt ezekből a szakaszokból vizsgálható anyagot nem nyertünk.

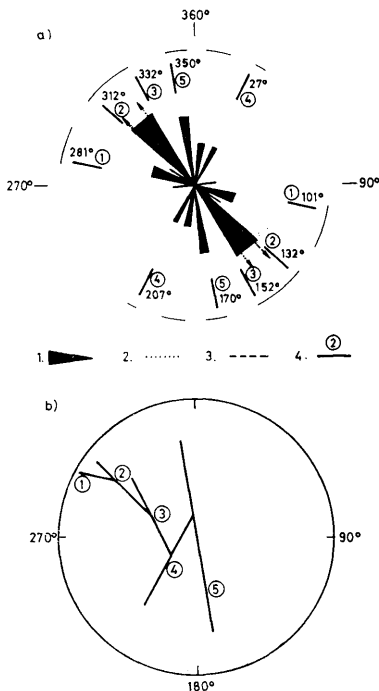
4. A budai-hegységi Th-anomáliák felszíni helyzetére jellemző az a határozott irányítottság, amelyben a hegység szerkezetének főcsapásirányai ismerhetők fel (5. ábra).

Az 5/a ábrán a nagykovácsi és a budaörsi területek felszíni — emanációs módszerrel megkutatott — anomáliáinak csapásirányai láthatók a gyakoriság figyelembevételével ábrázolva. Ugyanitt kiegészítésként a nagykovácsi Th-anomália-terület irányítottságát jellemző adat is szerepel (1. még a 2. ábrán). Összességükben (76%-os arányban) ezek az adatok az anomáliák irányítottságában az ÉNy–DK-i csapásvonalak elsőrendű szerepét jelzik. Ez az irány egyezik az egész hegységben kimutatható szerkezeti főcsapásiránnyal, amelynek kialakulását WEIN Gy. (1977) az „ausztriai-mediterrán” fázisba teszi.

Az 5/b ábra a nagykovácsi anomália-területen belül végzett szerkezeti vizsgálatok eredményeként (GERZSON I.—WÉBER B. 1960) megállapított csapásirányokat és azok egymáshoz való időbeli viszonyát mutatja.

Az 5. ábra adatsorainak összehasonlításából kiderül, hogy:

- az anomáliák felszíni irányítottsága nemcsak általában, hanem részleteiben is azonos korrelációban van az anomália területeken mért szerkezeti vonalak csapásirányával. Ennek a korrelációnak a pontos földtani tartalmát jelenlegi ismereteink és az eddigi kutatási mélység szintjén még nem tudjuk megfogalmazni. Munkahipotézisként azonban okkal feltételezhető, hogy
- az időben legfiatalabbnak (miocén?-pleisztocén?) talált, közel É-D-i és ÉK-DNY-i (IV.—V. jelű) szerkezeti vonalak csak az anomáliák felszínén áthalmozódó anyaga csapdáinak kialakulásában játszhattak szerepet. A többi, kiemelten a 332°–312°–152°–132° csapású sávba eső (II.—III. jelű) szerkezeti vonal már szorosabb genetikai kapcsolatban lehet és van



5. ábra. Adatok a budai-hegységi Th-anomáliák irányítottagságára és szerkezeti kapcsolataira  
 5/a ábra. A felszíni emanációs módszerrel megkutatott anomáliák csapásirányai, a gyakoriság figyelembevételével. J e l m a g y a r á z a t: 1. Az anomáliák csapásirányai a nagykovácsi területen, 2. A budaörsi anomáliák csapásiránya, 3. A nagykovácsi anomáliaterület csapása a légigeofizikai mérések alapján, 4. A nagykovácsi anomália-terület szerkezeti vonalainak csapásirányai a feltételezett fiatalodás felé növekvő számozással (lásd az 5/b ábrát)  
 5/b ábra. A nagykovácsi anomália-terület szerkezeti vonalainak csapásirányai és ezek egymáshoz való időbeli viszonyai terepi vizsgálatok alapján (I.—V.-ig)

Fig. 5. Data on the orientation and structural relationships of the Th-anomalies in the Buda Mountains  
 Fig. 5a Strike directions of the anomalies explored by surface emanation method, taking into account the frequency.  
 Legend: 1. Strike directions of anomalies in the Nagykovácsi region, 2. Strike direction of anomalies in the Budaörs region, 3. Strike of the Nagykovácsi anomaly zone based on airborne geophysical measurements, 4. Strike directions of structural lines of the Nagykovácsi anomaly region with increasing numbers showing the presumed direction of younger ages (see Fig. 5b)  
 Fig. 5b Strike directions of structural lines of the Nagykovácsi anomaly region and their temporal relationship based on field data (I—V)

az anomáliákkal. A nagykovácsi és a budaörsi területen a mélység felé követett anomális-ércesedett zónák ezt az utóbbi főcsapásirányt követik.

A szerkezeti meghatározottság jelentőségére hívja fel a figyelmet az is, hogy a nagykovácsi anomália-területen végzett újabb mágneses részletező mérésekkel (DUDKO Antonyna 1984) kimutatott ( $\Delta T$ ) anomáliák, és a Th-anomáliák csapásirányai jó korrelációban vannak, az iránygyakoriság tekintetében is.

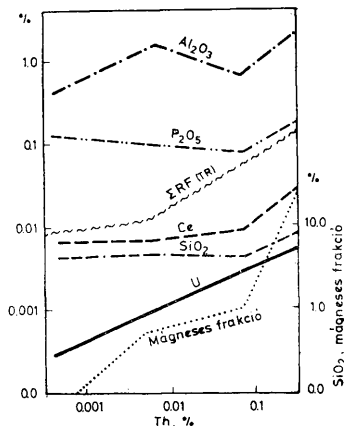
5. A fentebb vázolt földtani körülmények között a Th változó mértékben 0.X%-os nagyságrendig dúsul. A legnagyobb eddig elemzett koncentráció egy vörös agyaggumóban 12,2%  $\text{ThO}_2$  volt.

### Az anomáliák anyagvizsgálati eredményei

1. Az anomáliák anyagának vizsgálata során kiderült, hogy a jelenleg ismert földtani körülmények között főlegként szereplő Th dúsulásával pl. a lantanidák és némileg az U is korrelációban van. A 6. ábrán egy tarka, porlódó dolomit zónában kialakult Th-anomália néhány kísérő elemének korrelációja látható a növekvő Th tartalommal. Ebben az összefüggésben a legfontosabb részlet a lantanidák és a Th szoros kapcsolata. A továbbiakban ezért a budai-hegységi Th-anomáliák mellett zárójeles jelzőként a Rf(TR) jel szerepeltetése indokolt.

2. A terepi anomália-kutatások, az ezekhez szorosan kapcsolódó (közettani-geokémiai) anyagvizsgálatok alapvető eredményei és a feltárt összefüggések ismeretében célszerűnek látszott a Th(Rf) anomáliák anyagának dúsítási lehetőségeiben is tájékozódni. A 7. ábra egy ilyen általunk egyszerű módon végzett dúsítási kísérlet eredményeit mutatja be. (WÉBER B. 1982) A kapott eredményekből levonható legfontosabb következtetés az, hogy

— a Th(Rf) anomáliák anyaga egyszerű fizikai módszerekkel dúsítható, továbbá



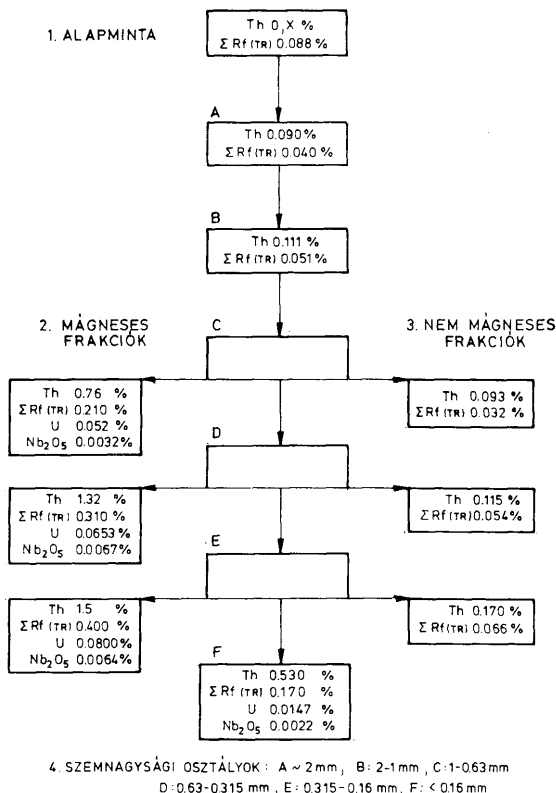
6. ábra. Porlódó dolomit zónában kialakult Th anomália néhány kísérő elemének korrelációja a növekvő Th tartalommal (lásd még a 4b ábrát)

Fig. 6. Correlation of the increasing Th-content and of some accessory elements of the Th-anomaly developed in the crumbling dolomite zone (see also Fig. 4b)



- a Th és a lantanida tartalom ásványtani forrásának minőségét jelezte az, hogy minden vizsgált szemnagysági osztályban a mágneses frakció tartalmazta a magasabb koncentrációkat,
- a dúsítványként szereplő mágneses frakciókban a Nb jelenlétét is vizsgáltuk és nagyságrendjén belül kétszeres dúsulását tapasztaltuk.

3. Az előbbiekhöz hasonló egyszerű dúsítási módszerek segítségével állítottuk elő azokat az ásványpreparátumokat, amelyek vizsgálatának célja a budai-



7. ábra. Budai-hegységi Th-anomália anyagának ktsérletli dúsítási eredményei. J e l m a g y a r á z a t: 1. Alapminta, 2. Mágneses frakciók, 3. Nem mágneses frakciók, 4. Szemnagysági osztályok

Fig. 7. Results of experimental enrichment of the material with Th-anomaly from Buda Mountains. Legend: 1. Starting sample, 2. Magnetic fractions, 3. Non-magnetic fractions, 4. Grain size fractions

hegységi Th(Rf) anomáliák eredetének és képződési folyamatainak felderítése.

- Az első ilyen irányú érdemleges vizsgálat 1965-ben a *M. Áll. Földtani Intézetben* készült. Ennek során egy Th(Rf) anomália vörösgyag minőségű anyagában csökkenő mennyiségi sorrend szerint: kvarcot, kalcitot, kaolinitet, illitet és kloritot mutattak ki. Ugyanebből az anyagból az *ELTE Ásványtani Tanszéke* (KISS János 1965) segítségével készült elektronmikroszkópos felvételen „fire clay” jelenlétére mutató, rosszul kristályosodott kaolinit halmazokat és montmorillonitot határoztak meg. Az anomália anyagából készült dúsítmányban a *Földtani Intézetben* készült röntgendiffrakciós vizsgálat (VICZIÁN I. 1965) kaolinit, kvarc, kalcit mellett  $\text{Na}_2\text{O} / \text{UO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}/n$  („A” forma)?,  $\text{Th}(\text{OH})_2 \cdot \text{CoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}?$ ,  $\text{U}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_7?$   $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_2?$  vegyületek, ásványos alakban pedig *parisit*:  $2(\text{Ce}, \text{La}, \text{Dy}) \text{FCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  esetleges jelenlétére utalt.
- Az ásványos források vizsgálatára irányuló további kísérletek 1980-ban az *ELTE Kőzettani-Geokémiai Tanszékén* KUBOVICS I. vezetésével elektronkép, területi röntgenkép, lézerszinkép és elektronmikroszkopos alkalmazásával a *cheralit* [(Rf,Th,Ca,U)(P,Si)O<sub>4</sub>] ásvány (S. H. U. BOWIE és J. E. T. HORNE 1953) zárványként való előfordulását valószínűsítették, jelenlegi állapotában várakozható lemezes szerkezetű limonitos vasoxidban, amely eredetileg hematit? lehetett (GÁLNÉ SOLYMOS Kamilla 1980). Ez a figyelemre méltó és kedvező eredmény összhangban van VICZIÁN I. 1965. évi  $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_2$  összetételű vegyület jelenlétére utaló röntgendiffrakciós vizsgálatának eredményével.

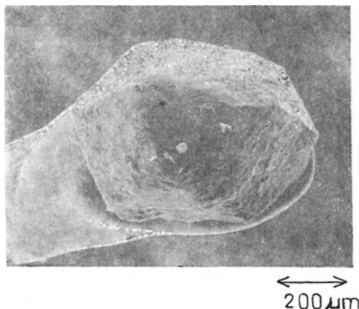
Itt érdemes kitérni arra, hogy a *cheralit* előfordulását a Velencei hegységi vörös földpátos biotit—gránit nyomásványai között PANTÓ Gy. (1975) gyakorinak minősíti (földpátban és biotitban). A *cheralit* a Mórággyi hegységben is előfordul. PANTÓ Gy. munkájában a finomszemű, kissé biotitosan ezrett gránit-gránitaplit fő nyomásványai közé sorolta a biotitban megjelenő *cheralit*ot.

— A legújabb vizsgálatokra ugyancsak az *ELTE Kőzettani-Geokémiai Tanszékén* 1988-ban került sor. A vizsgálat dúsítmányból származó, általunk egyedileg preparált ásványszemcsék morfológiai, optikai és lézerszinkép elemzéséből állt. Biztos eredményül nyomelemekben gazdag, trigonális és szabályos rendszerű, erősen bontott, szilikátokkal szennyezett vasoxidásványok kimutatása könyvelhető el. Az ásványszemcsék szinképvizsgálata pegmatofil (U,Th,La,Ce,Be,Y) és kalkofil (Ba,Zn,Ag,As,Bi,Pb) nyomelemdúsulást mutatott ki. (GÁLNÉ SOLYMOS K. — NAGY B. né — PUSKÁS Z. 1988) (8. ábra).

Az 1980. évi és az 1988. évi ásványtani vizsgálatok eredményeként ismertté vált tehát egy olyan vasoxidos ásványfázis, amely a budai-hegységi Th(Rf) anomáliák egyik forrása. Ebben a fázisban tényként fogadható el egy önálló Th és lantanida tartalmú ásványnak (a *cheralit*nak) a megjelenése. Az egyedi ásványszemcsék pegmatofil elemeinek koncentrációja és gyakorisága lehetségesé teszi a vasoxidos fázison belül további Th (esetleg Be) és lantanida tartalmú ásványok előfordulását.

A kalkofil elemek felszaporodása feltehetően az elsődleges anomáliák keletkezésének olyan folyamatára utal, amelyben a hidrotermális hatásoknak szerepe van. Itt említjük meg, hogy a budaörsi anomália-területen végzett feltárások során a Th-anomália mellett szinképelemzéssel és ásványos formában („tégla-érc”) a Hg jelenlétét is tapasztaltuk. (GERZSON I. — WÉBER B. 1960)

Az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékén 1988-ban készített vizsgálati jelentésből külön kiemelési igényel az ásványszemcsék nyomelem-koncentrációjából és az egyes elemek előfordulási gyakoriságából a „nyomásványok” előfordulására vonatkozó lehetőségek mérlegelése. Ezek szerint a fentebb már említett fő csoportok elemeiből az ismert vasoxidos főfázisban való előfordulás mellett nyomásványok is megjelenhetnek az alábbiak szerint: Ba-barit, Zn-spinellrácsú oxid, szfalerit, montmorillonoid agyagásvány, U, Th-leukoxén, Th, Be, Y, La-gadolinit, As-spinellrácsú oxid, szulfidos ásvány, Ag, Bi–Pb-szulfidos ásvány (GÁLNÉ SOLYMOS K.—NAGY B.-né—PUSKÁS Z. 1988).



8. ábra. Be, Ce, Mg, Mn, U, Th, Y (100 < ppm) nyomelemtartalmú, izometrikus kifejlődésű, szabályos morfológiájú, spinell-rácsú, oxidos ásványszemcse budai-hegységi Th anomália anyagából preparálva (főelemek: < 10% Fe, Al, Si, < 1% Ti). N = 60×

Fig. 8. Isometric oxide mineral grain with isometric morphology and with spinel structure, with Be, Ce, Mg, Mn, U, Th, Y (100 ppm) trace elements, prepared from the material of Th-anomaly, Buda Mountains. (Main elements: 10% Fe, Al, Si; 1% Ti). M = 60×

E lehetőségek továbbvizsgálatának fontossága, mind kutatásmódszertani-anyagvizsgálati, mind genetikai szempontból nyilvánvaló.

Az ELTE Ásványtani Tanszékén egy preparált sárga–vörösbarna színű aggregátum szemcse röntgendiffrakciós vizsgálata brockit / (Ca, Th, La)PO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O/ előfordulását jelezte (BOCÁN L. vizsgálata 1988).

Az ásványtani adatok további értelmezése és az újabb vizsgálatok tervezése során mérlegelni kell azt a tényt, hogy a mai felszínről vagy felszínközlelből származó minták az oxidációs zónát képviselik.

### A Th(Rf) anomáliák mélyföldtani kapcsolata

A budai-hegységi Th(Rf) anomáliák terepi földtani és anyagvizsgálati eredményei kézenfekvővé teszik a mélységi földtani kapcsolatok keresését.

A nagykovácsi anomália-területen a MÉV kutatási programjának keretében mélyült fúrások közül két fúrásban felszínközlelben — 65,0–154,0 m (talp) és 32,0–63,0 m között — harántoltunk egy túlnyomóan biotitból álló mélységi alkáli bázikus-ultrabázikus (valószínűleg alkáli gránitos-szienites eredetű), kontakt hatásokat mutató kőzetet (GERZSON I.—WÉBER B. 1960).

A makroszkóposan sárgás szürkészöld színű, főleg biotitból álló, általában kis keménységű kőzetet változó (max. 3–4 mm) vastagságú és gyakoriságú, világossárga karbonát-erecskék járják át. A karbonát-erecskék  $\sim 70^\circ$ -os dőléssel többé-kevésbé orientált lefutásúak.

A kőzet részletes vizsgálatát FAZEKAS Via (1970) végezte el a *MEÉV Ásvány-Kőzettani Laboratóriumában*.

E vizsgálatok alapján:

- a fő kőzetalkotó biotit-flogopit aránya  $\sim 40$ – $50\%$ , szemcsemérete max. 2 mm. A barna színű biotit-flogopit a helyenként megfigyelhető kezdetleges kloritosodás nyomait is mutatva közepesen lebontott. Sok piroxén, apatit, sőt gránátzárványt tartalmaz. A biotitra-flogopitra jellemző, hogy finoman rostos, szálal, megnyúlt lencsealakú karbonátásvány kiválásokat tartalmaz. A 90%-os biotit-flogopit dúsítmány F-tartalma 1,4% volt.
- a másik fő kőzetalkotónak monoklin piroxén (-diopszid-hedenbergit vagy diopszid-augit) tekinthető. Össz mennyisége  $\sim 5\%$ . Színtelen vagy halványárga. Szemcsemérete 0,1–0,5 mm között változik. Kristályformák: prizma-, piramis- és véglapokból álló megnyúlt szemcsék, gyakori ikresedéssel. A piroxén kristályok egyrésze lebontott. A bomlási termék részben agyagásvány, részben szerpentiniszterű rostos kiválások.
- a karbonátásványok változatos kiválási formában jelennek meg: a már említett zárványként biotitban, a kőzetben kötőanyagként üde izometrikus vagy szabálytalan kiválásokban, egyszerű vagy összetett szerkezetű (egy vagy több generációs szálal, rostos kiválások, szemcsés tiszta kiválások, üregek vagy agyagásványokkal kitöltött) szemcsék, telérkitöltések. Össz mennyiségük 10%. Úralkodó mennyiségben jól kristályosodott, Mg-ban gazdag dolomit fordul elő.
- a kőzet jelenlegi összetételében jelentős szerepet játszanak az agyagásványok. Össz mennyiségük  $\sim 30\%$ . A karbonátásványokhoz hasonlóan a biotit szemcsék között mintegy kötőanyagként helyezkednek el. Gyakoriak a teljes vagy részleges agyagásvány pszeudomorfozák piroxén és gránát után. Általában pikkelyes, lemezes alapszerkezetű szemcsehalmazokat alkotnak.
- mellékelegyrészként apatit, gránát, vasoxidok és hidroxidok fordulnak elő. Az apatit típusosan hosszú prizmas, hatszögű keresztmetszetű, magas képződési hőmérsékletre utaló formákban jelenik meg 1– $2\%$ -os arányban. Méretük 0,2–2,0 mm között változik. A gránát igen apró (0,05–0,1 mm), víztiszta, négyszögű vagy rombusz alakú metszetekben látható. Mennyisége 1% alatt van. Gyakran zónás, ami az urandit sorra jellemző, de törésmutatója valamivel alacsonyabb a gránátokénál. Az optikai adatok a gránát típusú Ca–Al szilikátra, a hibschitre utalnak, amelyeknek közepén grosszular mag van, (a hibschit-hidrogrosszular-, az alkáli magmás kőzetek és mészkő márga kontaktusáról ismert kontaktmetamorf ásvány) (KUBOVICS I. 1968). A vasoxidok és hidroxidok rombusz alakú, hatszögű vagy szabálytalan alakú metszetekben, a biotitban gyakran zárványként fordulnak elő. DT vizsgálat maghemitet mutatott ki.
- egyéb ásványkiválásokként még zeolit, szkapolit, földpátpótló és feketé, opak, szabálytalan alakú földes anyag jelenléte valószínű.

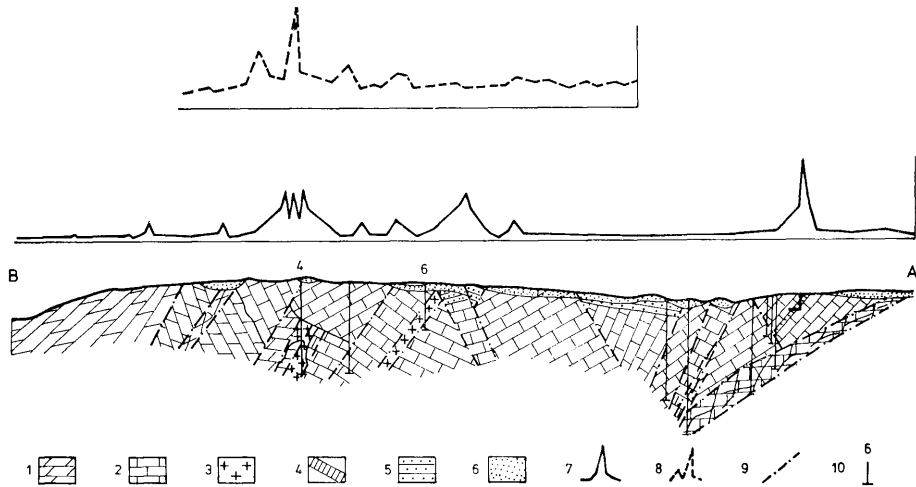
A kőzetekről készült mikroszkópi felvételeket az I. tábla tartalmazza.

FAZEKAS Via véleménye szerint a kőzetminta ásványtársulása olyan kontakt képződésre utal, amely karbonátkőzetek és alkáli magma érintkezésével jöhetett létre. A kőzet egy mintájának kémiai elemzését „biotitú” név alatt már publikáltuk. (WÉBER B. 1984). E helyütt csak 39,25%-os SiO<sub>2</sub> tartalmát emeljük ki.

A kőzet röntgendiffrakciós felvételének kiértékelése (VINCZE J. 1988) az alábbi ásványtani összetételt jelezte: biotit-flogopit (1M), augit-diopszid, klorit (klinoklor?), montmorillonit (valószínű montmorillonit-klorit és lehetséges montmorillonit-illit átmenetek), apatit, dolomit és kevés kalcit.

Ezt a kőzetet részben a szoros térbeli előfordulás, részben geokémiai megfontolások, földtani analógiák és a feltételezett nagyszerkezeti helyzet (HORVÁTH I. — DARIDÁNE TICHY M. — ÓDOR L. 1983) alapján összefüggésbe hozzuk a Th(Rf) anomáliák eredetével.

A két, általunk eddig ismert mélységi magmás kőzettest feltételezett térbeli helyzetét a 9. ábra földtani szelvényén mutatjuk be. Egyelőre a kőzettestek földtani helyzetét is bizonytalannak kell tekinteni. A kőzet K-Ar módszerrel megállapított 64,1 $\pm$ 2,4 mo. éves korára vonatkozó adat (ATOMKI ÁRVÁNE



9. ábra. Földtani szelvényvázlat a nagykovácsi anomália-területről (lásd még a 2. ábrát). Jelmagyarázat: 1. Dolomit (karni), 2. Mészkö (nóri), 3. Mélységi alkáli bazikus-ultrabazikus kőzettest („biotit”), (felsőkriéta-alsóeocén?), 4. Th anomális ércesedett zóna, 5. Fedőhegységi (oligocén) rétegek, 6. Negyedidőszaki lejtőtörmelék, 7. Felszíni, emanációs szelvény, 8. Szelvénymenti mágneses ( $dV$ ) mérési adatok, 9. Szerkezeti vonalak, 10. Fúrási pont

Fig. 9. Geological profile of the Nagykovácsi anomaly region (see also Fig. 2.). Legend: 1. Dolomite (Carnian), 2. Limestone (Norian), 3. Abyssal alkali mafic-ultramafic rock („biotite”: Upper Cretaceous?-Lower Eocene?), 4. Mineralized zone with Th-anomaly, 5. Cenozoic (Oligocene) strata, 6. Quaternary slope detritus, 7. Surface emanation profile, 8. Magnetic ( $dV$ ) measurement data along the profile, 9. Tectonic lines, 10. Borehole

Sós E. 1988) a bezáró felsőtriász alaphegységnél jóval fiatalabb, (felsőkréta?) — alsóecocénben való képződést jelez. Jelenlegi földtani helyzetük kialakulásában a teléres jellelű benyomulás és a tektonikus hatások egyaránt szerepet játszhattak. Kétségtelenné teszik azonban azt, hogy a Budai-hegység paleozoós-mezozoós üledékes közegébe egy fiatalabb korú bázikus-alkáli magmatit tömeg benyomulására és jelenlétére kell számítani. Amikor a bevezetőben a budai-hegységi Th(Rf) anomáliáknak prognosztikus értéket tulajdonítottunk, akkor ezt is figyelembe vettük.

A Th(Rf) anomáliák keletkezési idejére vonatkozó Pb izotópvizsgálatok (izotópszínkép) a keverék (modell) minta  $^{232}\text{Th}$ — $^{208}\text{Pb}$  korára  $97 \pm 20$  mo. évet adtak (VINCZE J értékelése, 1988).

### Befejezés

A budai-hegységi Th(Rf) anomáliák ismerete a jó példák sorát gyarapítja arra vonatkozóan, hogy milyen fontossága van a földtanban a radioaktivitás jelenségeinek s az így hordozott információk hasznosításának.

\* \* \*

A szerző köszönetét fejezi ki mindazoknak, akikkel a terepi kutatási munkák során együtt dolgozhatott, azoknak akik az anyagvizsgálatokban résztvettek, és azoknak akik a témában való előrelépést bármilyen más módon segítették.

### Irodalom — References

- BARABÁS A.—KÓSA L.—MAJOROS Gy.—WÉBER B. (1975): A ritkaföldfémkutatás néhány földtani lehetősége Magyarországon. II. Országos Ritkaföldfém Konferencia Pécs 1973. Fémipari Kutató Intézet alkalmi kiadványa, Budapest.
- BOWIE S. H. U.—HORNE, J. E. T. (1953): Cherhill, a new mineral of the Monazite Group — *The Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc.* XXX. 221.
- DUDKÓ ANTONYINA (1984): Magmás képződmények kutatása mágneses módszerrel Nagykovácsi környékén — *Földtani Int. Évi Jel.* az 1982. évről, pp. 263—269.
- ELSHOLTZ L.—GERZSON I.—WÉBER B. (1958): A IV. sz. Kutató Csoport 1957. évi jelentése. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- FAZEKAS VIA (1970): Az X—Wé jelű minta ásványkőzettani vizsgálatának eredményei. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- GÁLNÉ SOLYMOS KAMILLA (1980): Az X—II 10002/b jelű minta ásványtan-geokémiai vizsgálata. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- GÁLNÉ SOLYMOS K.—NAGY B. né—PUSKÁS Z. (1988): Különböző ásványszemek ritkaföldfém-, niobium- és egyéb elemtartalmának vizsgálata, valamint a szemek ásványtani meghatározása. ELTE Közvetlen-Geokémiai Tan-szék. Kutatási jelentés. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- GERZSON I.—WÉBER B. (1980): Zárójelentés a Budai hegységben Nagykovácsi környékén 1956—57—58 években végzett radioaktív nyersanyagkutatásról. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- HORVÁTH L.—DARIDANÉ TICHY M.—ÓDOR L. (1983): Magnezittartalmú dolomitos karbonát (Beforsit) telérközet a Velencei hegységéből. *Földtani Int. Évi Jel.* az 1981 évről, pp. 369—388.
- HORVÁTH L.—ÓDOR L. (1984): Alkaline ultrabasic rocks and associated silicocarbonatites in the NE part of the Transdanubian Mts. (Hungary) — *Mineralia slovacica* 16.1. pp. 115—119. Bratislava.
- KISS J. (1965): Nagykovácsi minta (vörörságya) elektronmikroszkópos vizsgálata. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- KUBOVICS I. (1968): Kőzetmikroszkópia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- KUBOVICS I. (1985): Mesozoio magmatism of the Transdanubian Mid-Mountains — *Acta Geol. Hung.* 28. pp. 141—164.
- PANTÓ Gy. (1975): Trace minerals of the granitic rocks of the Velence and Mecsek Mountains — *Acta Geologica* XIX. 1—2 pp. 59—93. Budapest.
- SZABÓ Cs. (1979): Az AD-2 fúrás által harántolt magmatitok mikroszkópos vizsgálata. MÁFI Adattár. Kézirat.
- VICZIÁN J. (1965): Nagykovácsi minták (vörörságya és dűsítvány) vizsgálati eredményei. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- VINCZE J. (1988): Az X—Wé jelű minta röntgendiffrakciós felvételének értékelése.
- WÉBER B. (1962): Thorium és ritkaföld indikációk a Budai hegységben. *Földtani Közlemény*. XCII. pp. 455—457.
- WÉBER B. (1982): Jelentés a Nagykovácsi l.a. kutatóknak értes hánnyójából vett „véletlen minta” elődúsítási kísérletéről és urántartalmáról. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- WÉBER B. (1984): A Thorium területi eloszlása az Északi-Középhegységben. — *Földtani Közlemény*. 113. pp. 197—206.
- WÉBER B.—GERESI Gy. (1987): Légi geofizikai mérések 1980-ban. MÉV KMÜ Adattár. Kézirat.
- WEIN Gy. (1977): A Budai hegység tektonikája. MÁFI Alkalmi kiadvány, Budapest.

A kézirat beérkezett: 1988. XI. 4.

## Th-anomalies in the Buda Mountains

Wéber, B.\*

The Buda Mountains is situated west of Budapest and is part of the Transdanubian Mid-Mountains. Its highest point is the Nagy Kopasz (560 m). Middle to Upper Triassic dolomites and limestones constitute its surface, the overlying strata are represented mostly by Eocene and Oligocene carbonate and clastic sediments.

Th-anomalies of great extension and high value are found in two localities of the Buda Mountains (Figs. 1, 2, 3). According to the geological relations the Th-anomalies represent several types. (Fig. 4). The orientation of the anomalies follows the main strike directions predominating in the Mountains (Fig. 5). The youngest (Miocene? — Pleistocene?) structural lines of N—S and NE—SW directions might have important roles in the formation of traps for surface redeposition of the material displaying these anomalies. The other structural lines may be and are in genetic relationship with the anomalies.

It is characteristic of the anomalies that Th is accompanied by lanthanides (Fig. 6). Lanthanides, Nb and U can be relatively easily accumulated with Th (Fig. 7).

Mineralogical studies were carried out to reveal the origin and formation conditions of the Th-anomalies. An iron oxide phase was determined; its trigonal and isometric minerals showed remarkable pegmatophile (U, Th, La, Ca, Y, Be) and chalcophile (Ba, Zn, Ag, As, Bi, Pb) trace element accumulation (Fig. 8). In one grain a *cheralite* inclusion was identified by electron diffraction, X-ray diffraction, laser spectrography and microprobe (TR, Th, Ca, U), (P, Si/O<sub>4</sub>). Based on the laser spectrographic data other Th-, lanthanide- and other minerals were also presumed. The presence of *brockite* (Ca, Th, La/PO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O) was concluded in a yellow-red-brownish aggregate by means of X-ray diffractometry. Accumulation of chalcophile element in some grains relates to possible hydrothermal effects in the formation of the primary Th(TR) anomalies. Exploring one of the anomalies the presence of native mercury was proved in the radioactive zone.

Regarding the subsurface relationships of the Th(TR) anomalies within the anomalous area abyssal alkali mafic-ultramafic rocks showing contact effects and consisting of biotite-phlogopite (probably of alkali-granite or syenite origin) were found (Plate I). Two rock bodies of this type were explored by boreholes so far. Their distribution is shown in a rough geological profile (Fig. 9). In the emplacement of their recent position both the dyke-like intrusion and the tectonic effects might have governing role. The age of biotites (phlogopites) of the rocks proved to be  $64.1 \pm 2.4$  Ma determined by K—Ar method.

Manuscript received: 4th November, 1988.

## Ториевые аномалии в Будаийских горах

Б. Вебер

Будаийские горы находятся к западу от г. Будапешт и входят в состав Задунайского среднегорья. Наивысшей точкой является вершина горы Надькопас (560 м над ур. моря). Будаийские горы сложены доломитами и известняками среднего—верхнего триаса, перекрытыми карбонатными и обломочными отложениями в первую очередь эоцена и олигоцена.

В Будаийских горах значительные по масштабам и интенсивности аномалии тория (рис. 1, 2, 3) наблюдаются в двух районах. По геологической обстановке проявления аномалии тория относятся к нескольким типам (рис. 4).

По своей ориентировке аномалии следуют основным тектоническим линиям Будаийских гор (рис. 5). Наиболее молодые (миоценовые? плейстоценовые?) структурные линии субмеридионального до СВ—ЮЗ простираний могли контролировать накопление материала аномалий, перетлающегося в близповерхностных условиях. Прочие структурные линии могут быть и находятся в генетической связи с аномалиями.

Одна из особенностей аномалий заключается в том, что торий в них сопровождается лантанидами (рис. 6). Наряду с торием как лантаниды, так и ниобий вместе с ураном сравнительно легко поддаются обогащению.

\* H-7633 Pécs, 39-es dandár u. 9/A.

