

## Tanulmányok Erdély földtanából

### A Kelemen–Görgényi–Hargita neogén–kvarter vulkáni ívhez kötődő ásványelőfordulások (Keleti-Kárpátok, Románia)

*Mineral occurrences from the Neogene–Quaternary volcanic chain  
Călimani–Gurghiu–Harghita (Eastern Carpathians, Romania)*

*Ocurențe minerale din lanțul vulcanic neogen–cuaternar  
Călimani–Gurghiu–Harghita (Carpații Orientali, România)*

LACZKÓ Attila Albert<sup>1</sup> – SZAKÁLL Sándor<sup>2</sup> – BOTÁR Miklós<sup>3</sup> – ZÓLYA László<sup>1</sup>

(1 ábra)

*Tárgyszavak: neogén–kvarter vulkanizmus, hidrotermás folyamatok, ásványok*  
*Keywords: Neogene–Quaternary volcanism, hydrothermal processes, minerals*  
*Cuvinte cheie: vulcanismul neogen–cuaternar, procese hidrotermale, minerale*

#### Abstract

Derive from the geological structure of Seclerland, the mineral occurrences from here are numerous and very diversified. In respect of genesis, these mineralisations are linked to the Neogene–Quaternary calc-alkaline volcanism, to the Alkaline Massif of Ditrău and to the Crystalline–Mesozoic Zone of Eastern Carpathians. Because of the number of mineral occurrences are very large, this work is focused only on the Călimani–Gurghiu–Harghita Neogene–Quaternary volcanic chain.

In the Călimani–Gurghiu–Harghita mountain's area and in the immediate neighbourhood there are many mineral occurrences which are linked genetically to the Neogene–Quaternary volcanism. These mineralizations are the result of the hydrothermal activities with sulphur deficit, rarely with sulphur excess. They are present as impregnations, coatings, massive deposits and as veins (Pb–Zn, Cu, Sb, As, Au–Ag, Hg), and as a porphyry copper mineralizations (Cu–Mo, Au). Together with the ore minerals many silicate, carbonate, sulphate and phosphate presence can be observed. Beside these mineralisations there are hydrothermal-metasomatic siderite deposits (Fe), or many minerals resulted from the exhalations activity. Finally, the secondary minerals which are the result of the primary minerals exposed to the supergene weathering processes, are in a very great diversity.

From the more than fifty mineral occurrences described in this paper, only the Hanco stream (Covasna), from Sf. Ana crater, from Sântimbru-Băi (Southern Harghita Mountains), from Harghita-Băi (Northern Harghita Mountains), from Ivo-Cocoiaș volcano (Northern Harghita Mountains), from Corund, from Zebrac stream (Stânceni-Călimani Mountains) and from Călimani caldera (Călimani Mountains) are the best, but insufficiently known mineralized zones. Only a few minerals from the Sf. Ana crater's, the Sântimbru-Băi's, the Harghita-Băi's, the Corund's and the Fâncel-Lăpușnea crater's occurrences were studied with modern analytical methods

Because of the lack of the linked work to this subject, in the mineral occurrences presented in this study many primary and mainly secondary minerals are waiting for descriptions.

<sup>1</sup>Pro Geologia Egység, 530100 Csíkszereda, Szabadságtér 8/17, Románia, laczkoati@yahoo.com

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem, Ásványtani és Kőzettani Tanszék, Magyarország, askszs@gold.uni-miskolc.hu

<sup>3</sup>SC"Geolex"SA, 530145 Csíkszereda, Harghita u. 70/B, Harghita megye, Románia, geolex@hr.astral.ro

## Osszefoglalás

A Székelyföld földtani felépítéséből adódóan az itt fellelhető ásványelőfordulások nagy számban találhatóak és igen változatosak. Ezek az ásványelőhelyek genetikailag a neogén–kvarter mészkálai vulkanizmushoz, a Ditrói alkáli masszívumhoz és a Keleti-Kárpátok kristályos-mezozoos övéhez kapcsolódnak. Lévéen, hogy az előfordulások száma a tanulmányozandó területen igen nagy, ez a dolgozat csak a Kelemen–Görgényi–Hargita vulkáni ívhez kötődő ásványelőfordulásokkal foglalkozik.

A Kelemen–Görgényi–Hargita hegyvonulat területén és ennek közvetlen szomszédságában számos ásványelőhely található, melyek genetikailag a neogén–kvarter mészkálai vulkanizmushoz kötődnek. Ezek az ásványelőfordulások alacsony szulfidációs fokú, ritkábban magas szulfidációs fokú hidrotermás (epitermás) folyamatok következtében alakultak ki. Impregnációk, bevonatok, vasok tömegek és telérek formájában (Pb–Zn, Cu, Sb, As, Au–Ag, Hg), valamint hintett rézporfirros ércezedéseként (Cu–Mo, Au) jelennek meg. Az ércásványokkal együtt számos szilikát, karbonát, szulfát és foszfát jelenléte figyelhető meg. Ezen ásványosodások mellett hidrotermás-metaszomatikus sziderittelepek (Fe), illetve számos gázexhaláció útján lerakódott ásvány van jelen. Végül igen nagy változatosságban vannak képviselve, – a felszínre került elsődleges ásványok mállásából képződött – másodlagos ásványok.

Az általunk leírt több mint félszáz ásványelőhely közül, amint ez a dolgozattól kiderül, a legjobban, de még mindig nem elégségesen, a Hankó-pataki (Kovácsna), a Szent Anna-kráteri, a csíkszentimre-büdfőfűrdői (Dél-Hargita), a hargitafűrdői (Észak-Hargita), az Ivó-Kokojzás vidéki (Észak-Hargita), a korondi, a Zebrák-pataki (Gödemesterháza–Kelemen-havasok) és a Kelemen-kalderai (Kelemen-havasok) előfordulások voltak feldolgozva. Modern műszeres elemzéssel eddig csak a Szent Anna-kráterből, a csíkszentimrei Büdfőfűrdőn, a Hargitafűrdőn, a Korondon és a Fancsal–Laposnya-kráterből leírt ásványok egy részét tanulmányozták.

A témához kötődő eddigi munkák hiányosságai miatt e tanulmányban bemutatott ásványelőhelyeken még számos elsődleges, de főként másodlagos ásvány vár leírásra.

## Rezumat

Dat fiind structura geologică variată ale Ținutului Secuiesc, ocurențele de minerale în această zonă sunt foarte numeroase și variate. Din punct de vedere genetic aceste ocurențe se leagă de vulcanismul calco-alcalin de vârstă neogen–cuaternară, de Masivul Alcalin de la Ditrău și de Zona cristalino–mezozoică a Carpaților Orientali. Datorită numărului mare a zonelor mineralizate din aria propusă pentru studiere, această lucrare se ocupă numai de acele ocurențe care se leagă de arcul vulcanic neogen–cuaternar Călimani–Gurghiu–Harghita.

Pe teritoriul munților Călimani–Gurghiu–Harghita și în zonele învecinate sunt prezente numeroase ocurențe minerale, care din punct de vedere genetic se leagă de vulcanismul calco-alcalin de vârstă neogen–cuaternară. Aceste mineralizații s-au format în urma activității soluțiilor hidrotermale deficitare în sulf sau, mai rar, bogate în sulf. Mineralizațiile se prezintă sub formă de impregnații, cruste, depuneri masive și filoane (Pb–Zn, Cu, Sb, As, Au–Ag, Hg), și ca mineralizații de tip "porphyry-cooper" (Cu–Mo, Au). Alături de mineralele metalice se poate remarca prezența silicaților, carbonaților, sulfatilor și fosfaților. În afara de aceste tipuri sunt prezente și mineralizații hidrotermal–metasomatice sideritice (Fe) și depunerile de minerale rezultate în urma exhalaițiilor postvulcanice. În final, în aceste zone sunt prezente într-o varietate mare și mineralele secundare, formate în urma transformării mineralelor primare ajunse la suprafață.

Dintre cele peste cincizeci de ocurențe minerale prezentate de noi în această lucrare, cele mai bine studiate (dar nu și suficiente) sunt cele de la pârâul Hanko (Covasna), din craterul Sf. Ana, de la Sântimbru-Băi (munții Harghita de Sud), de la Harghita-Băi (munții Harghita de Nord), de la Corund, de la pârâul Zebrac (Stănceni – munții Călimani) și de la caldera Călimani (munții Călimani). Cu metode analitice moderne au fost studiate numai ocurențele de la craterul Sf. Ana, de la Sântimbru-Băi (munții Harghita de Sud), de la Harghita-Băi (munții Harghita de Nord), de la Corund și de la caldera Fâncel-Lăpușnea.

Datorită deficienței studiilor efectuate până în prezent, în zonele de ocurențe prezentate în această lucrare, numeroase minerale primare, dar în principal cele secundare încă mai așteaptă să fie descrise.

## Bevezető

A Kelemen–Görgényi–Hargita vulkáni ív hidrotermás tevékenységének következtében e hegynyulat területén és ennek közvetlen szomszédságában számos ásványlelőhelyet ismerünk. Ezeket a lelőhelyeket eleinte orvosok és természetvizsgálók, majd később, az 1800-as évek második felétől kezdődően komolyabb földtudományi felkészültségű geológusok tanulmányozták. Ezek közül megemlítenénk két jelentős személyiséget, akiknek munkái alapul szolgáltak e tanulmányhoz is: KOCH Antal (1884–1885) és Bányai János (1957). A felhasznált számos irodalmi adatot a saját és kollégáink terepi megfigyeléseivel egészítettük ki, ezek az adatok még nem jelentek meg nyomtatásban. A teljesség kedvéért az irodalomjegyzékben szerepel néhány olyan szakmai jelentés is, amely sajnos, kevesek számára hozzáférhető.

A fenti munkákkal ellentétben, ebben a dolgozatban a lelőhelyek és nem az ásványok szerinti leírást alkalmaztuk. A lelőhelyek tárgyalása délről észak felé haladva történik (1. *ábra*). Az egyes előfordulásokon felsorolt ásványok listája természetesen nem teljes, mivel a legtöbb esetben csak a hagyományos eszközökre vagy csak a terepi megfigyelésekre támaszkodhattunk. Néhány esetben rendelkezünk ugyan korszerű ásványtani vizsgálatokkal is, de ezek száma elenyésző.

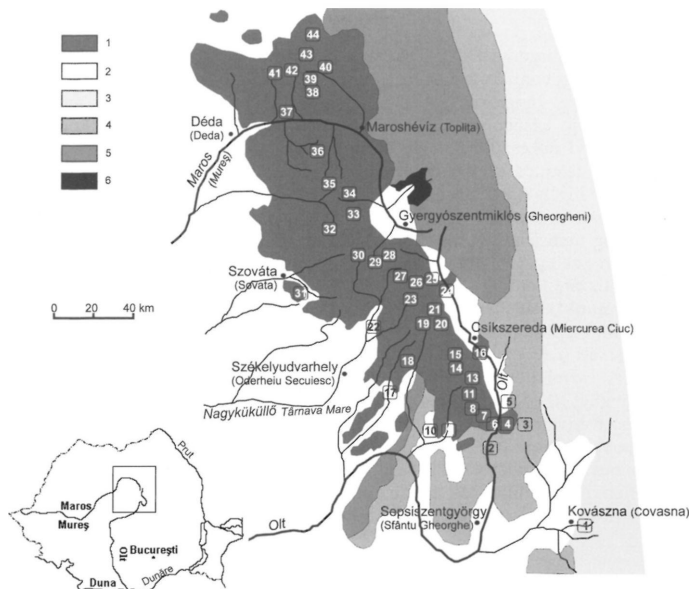
A legtöbb általunk leírt ásványlelőhelyet fúrásokból és bányászati munkálatok során feltárt előfordulásokból ismerjük. Sajnos, ezek nagy része mára már hozzáférhetetlen. A meddőhányók még tanulmányozhatók, de egy nagyszabású bányabezárási program következtében lassan már ezek is hozzáférhetetlenné válnak.

## A Kelemen–Görgényi–Hargita neogén–kvarter vulkáni ív

A Kelemen–Görgényi–Hargita-hegynyulat a Keleti-Kárpátok neogén–kvarter mészkáli vulkáni ívének a déli részét alkotja. Létrejötté az eurázsiai tektonikai lemez délnyugati szélén kialakult flisóceán aljzatának a Geta tektonikai lemez alá, nyugati irányban történő szubdukciójához kapcsolható (BALINTONI et al. 1995; CSONTOS 1995; BALINTONI 1997). Ez a folyamat az alpi orogenezis részeként, a kréta–pliocén periódusban játszódott le (CSONTOS 1995; CSONTOS & HORVÁTH 1995; BALINTONI 1997).

A többi romániai neogén vulkanikus képződményhez képest, amelyek lepusztultsági foka igen előrehaladott, a Kelemen–Görgényi–Hargita-hegynyulatban jól felismerhetőek az egykori vulkáni szerkezetek (Kelemen kaldera, Fancsal–Laposnya-kaldera, Ostoros-kráter, Ivó–Kokojás-kráter, Vargyas-kaldera, Kakukk-kráter-komplexum, Mohos – Szent Anna ikerkráter stb.), melyek részben vagy teljesen őrzik még a jellegzetes formákat (KARÁTSZON 1992; SCHREIBER 1994).

E vulkáni ív szerkezete a régi felfogás szerint két részre osztható, egy alsó és egy felső komplexumra (RĂDULESCU et al. 1964, 1973). Ezen elmélet szerint az alsó komplexum túlnyomó része vulkanoszediment összletből, míg a felső komplexum az erre települő sztratovulkánokból áll. A két komplexumot egy eróziós felszín választja el. Ez a modell az évek során felgyűlt geológiai adatok tükrében már nem állja meg a helyét. Ezek az adatok egy többé-kevésbé folyamatos vulkáni tevékenységet bizonyítanak, amely több ritmusban zajlott le. A legújabb modell szerint



a fentebb említett vulkáni ív három részre tagolható: 1. központi fácies (a vulkáni kúrtó és az ezt kitöltő lávafolyások, piroklasztitok, intruzív testek, breccsásodott övek, végül a hidrotermás-metaszomatikus folyamatok által erősen elváltozott kőzetek és érces zónák); 2. intermediális vagy proximális fácies (a vulkáni kúp oldala: lávafolyások, piroklasztitok, intruzív testek, ignimbritek, laharok); 3. disztális fácies (a vulkán központi részétől legtávolabb eső képződmény: piroklasztitok, epiklasztitok, laharok, ritkán lávafolyások) (SZAKÁCS et al. 1995; SZAKÁCS & SEGHEDI 1995, 1996).

A Kelemen-Görgényi-Hargita vulkáni ív kifejlődésének fő csapásiránya ÉÉNy-DDK, amelyet ÉK-DNy irányítottaságú haránttörések szelnek át, ezek mentén oldalkitörések termékeivel

A hegyvonulat vulkáni tevékenységének kezdete a K-Ar kormeghatározások alapján 12,0–9,5 millió évre tehető (PÉCSKAY et al. 1995; SEGHEDI et al. 2004). Ez a tevékenység a Kelemen-havasok északi szélén vette kezdetét, mintegy a Borgói-havasok szubvulkáni tevékenységének délkeleti folytatásaként (SZAKÁCS & SEGHEDI 1995). Az extruzív tevékenység a Kelemen-havasok keleti részén jelent meg először kb. 9,3 millió éve és 6,6 millió éve zárult le (PELTZ et al. 1987; PÉCSKAY et al. 1995b; SEGHEDI et al. 2005). A Görgényi-havasok vulkáni tevékenységének kezdete 9,4 millió évre tehető és 5,4 millió évvel ezelőtt ért véget (SZAKÁCS & SEGHEDI 1995; SEGHEDI et al.

← 1. *ábra.* A Kelemen-Görgényi-Hargita neogén-kvarter vulkáni ívhez kötődő néhány ásványelőhely (Keleti-Kárpátok, Románia): 1. Hankó-patak; 2. Málnás-Sepsibükszád; 3. Torja-Bálványos; 4. Szent Anna-kráter; 5. Lázárfalva (Nyírföldő); 6. Tüsnádfüzdő; 7. Bányász-patak és Piricske-kráter; 8. Kakkuk-kráter; 9. Magyarhermány-Bibarcfalva; 10. Erdőfüle-Szekelyszáldobos-Bardóc-Bodvaj; 11. Vermed- és Bánya-patak forrásvidéke; 12. Kormos- és Köves-patak forrásvidéke; 13. Bánya-patak-Aranylik; 14. Csíkszentimrei Büdösfüzdő és Lucs melléke; 15. Tekerő-kráter és Kis-patak; 16. Zsögödi tektonikai küszöb; 17. Homoródalmás; 18. Lövéte-Szentegyháza-Kirulyföldő; 19. Vargyas-kaldera-Hargitafüzdő-Málnavész-patak; 20. Borvíz-, Csuka- és Fűrész-patak forrásvidéke; 21. Vár- és Szökő-patak forrásvidéke; 22. Zetelaka; 23. Ivó-Kokojzás-kráter; 24. Rákos-Szentmihály; 25. Csíkmadaras; 26. Uraság-patak; 27. Köves- és Ostoros-kráter; 28. Csudálókő; 29. Szobászó-patak; 30. Somlyó-kráter; 31. Korond-Fiastető; 32. Mezőhavas-kráter; 33. Bakta; 34. Eszenyő; 35. Fancsal-Laposnya-kaldera; 36. Jirca- és Paltin-patak forrásvidéke; 37. Ratosnya; 38. Zebrák-patak forrásvidéke; 39. Butka-magos; 40. Mocsár; 41. Colibița-Dornișoara; 42. Stunioru-csúcs (Moldoveanul vulkáni szerkezeti); 43. Kelemen-kaldera; 44. Lukács-hegy. A tanulmányozott terület földtana: 1. Neogén-kvarter vulkanizmus – Kelemen-Görgényi-Hargita-hegyvonulat; 2. Posztttektonikus fedőrétegek; 3. Moldavidák (flis övezet); 4. Cívcin-Szeverin-rift és az ehhez társuló flis egységek – Külső-Dacidák; 5. Geta-, Bukovinai-egység – Középső-Dacidák; 6. Ditrói alkáli masszívum

Fig. 1 Mineralized area from Călimani-Gurghiu-Harghita Neogene-Quaternary volcanic chain (Eastern Carpathians, Romania): 1. Hanko stream; 2. Bicsad-Malnaș; 3. Turia-Balvanoș; 4. Sf. Ana crater; 5. Lăzărești; 6. Băile Tușnad; 7. Pârâul Minei and Pilișca crater; 8. Cucu crater; 9. Herculia-Biborțeni; 10. Filia-Doboșeni-Brăduț-Bodvaj; 11. Riverhead of Vermed and Minei streams; 12. Riverhead of Cormoș and Pietros streams; 13. Minei stream – Aranylik; 14. Sântimbru-Băi and Luci bog; 15. Techereu crater and Mic stream; 16. Geological threshold from Jigodin; 17. Merești; 18. Lueta – Vlăhița – Băile Chirui; 19. Vârghiș caldera-Băile Harghita-Malnaves stream; 20. Riverhead of Borvîz, Stiuții and Ferestrău stream; 21. Riverhead of Var and Seche stream; 22. Zetea; 23. Ivo-Cocoizaș crater; 24. Racu-Mihăileni; 25. Mădărași-Ciuc; 26. Urașag stream; 27. Stâncă and Ostoros craters; 28. Ciudalău Rock; 29. Sobasău stream; 30. Șumuleu crater; 31. Corund-Fiaș Peak; 32. Seaca-Tătarca crater; 33. Bacta; 34. Eseneu; 35. Fâncel-Lăpușnea caldera; 36. Riverhead of Jirca and Paltin streams; 37. Răstolița; 38. Riverhead of Zebrac stream; 39. Băta Mogoșuli; 40. Mociar; 41. Colibița-Dornișoara; 42. Stunioru Peak; 43. Călimani caldera; 44. Lucaciu Mountain. Geology of the studied area: 1. Neogene-Quaternary volcanics – the Călimani-Gurghiu-Harghita mountains; 2. Post-tectonic covers; 3. Moldavides – flysch units; 4. Cívcin-Severin rift and related flysch units-External Dacides; 5. Getic, Bucovino Units – Median Dacides; 6. Alkaline Massif of Ditrău

Fig. 1 Zonle mineralizate legate de arcul vulcanic neogen-cuaternar Călimani-Gurghiu-Harghita (Carpații Orientali, România): 1. Pârâul Hanko; 2. Bicsad-Malnaș; 3. Turia-Balvanoș; 4. Craterul Sf. Ana; 5. Lăzărești; 6. Băile Tușnad; 7. Pârâul Minei și craterul Pilișca; 8. Craterul Cucu; 9. Herculia-Biborțeni; 10. Filia-Doboșeni-Brăduț-Bodvaj; 11. Zona de izvoare a pârâurilor Vermed și Minei; 12. Zona de izvoare a pârâurilor Cormoș și Pietros; 13. Pârâul Minei – Aranylik; 14. Sântimbru-Băi și tinovul Luci; 15. Craterul Techereu și pârâul Mic; 16. Pragul tectonic de la Jigodin; 17. Merești; 18. Lueta – Vlăhița – Băile Chirui; 19. Caldera Vârghiș – Băile Harghita – pârâul Malnaves; 20. Zona de izvoare a pârâurilor Borvîz, Stiuții și Ferestrău; 21. Zona de izvoare a pârâurilor Var și Seche; 22. Zetea; 23. Craterul Ivo-Cocoizaș; 24. Racu-Mihăileni; 25. Mădărași-Ciuc; 26. Pârâul Urașag; 27. Craterul Stâncă și Ostoros; 28. Pietra Ciudalău; 29. Pârâul Sobasău; 30. Craterul Șumuleu; 31. Corund – Culmea Fiaș; 32. Craterul Seaca-Tătarca; 33. Bacta; 34. Eseneu; 35. Caldera Fâncel-Lăpușnea; 36. Zona de izvoare a pârâurilor Jirca și Paltin; 37. Răstolița; 38. Zona de izvoare a pârâului Zebrac; 39. Băta Mogoșuli; 40. Mociar; 41. Colibița-Dornișoara; 42. Vârful Stunioru; 43. Caldera Călimani; 44. Muntele Lucaciu. Geologia zonei studiate 1. Vulcanite neogen-cuaternare-munții Călimani-Gurghiu-Harghita; 2. Cuverturi post-tectonice; 3. Moldavide – flis; 4. Riftul Cívcin-Severin și unitățile de flis asociate – Dacidele externe; 5. Unitățile bucovinogetiche – Dacidele mediane; 6. Masivul Alcalin de la Ditrău

2004). A Hargita-hegység vulkáni aktivitása 6,3 millió éve kezdődött (PÉCSKAY et al. 1995a; PÉCSKAY et al. 1995b; SZAKÁCS & SEGHEDI 1995; SEGHEDI et al. 2004). Egy  $C^{14}$ -es radiometrikus kormeghatározás, amelyet a Csomád vulkáni szerkezet felső piroklasztit szintjében talált széndarabon végeztek el, arra utal, hogy a Hargita-hegység déli részén a vulkáni tevékenység ezelőtt  $10\,700 \pm 180$  (12 600 kalibrált BP év) éve még létezett (JUVIGNÉ et al. 1994). Ugyanennek a széndarabnak a korát MORIYA et al. (1996) 35 670 évre, míg a paleotalaj korát, amelyen a fentebb említett piroklasztit szint található, 40 000 évre tették. A JUVIGNÉ és munkatársai által kapott eredményeket látszik alátámasztani MAGYARI et al. (2005) palinológiai tanulmánya, mely alapján a Szent Anna-tóban az üledékképződés kezdete kb. 10 000 kalibrált BP évre tehető.

A kőzettani és geokémiai kutatások eredményei a magmatizmus fejlődésének összetett voltát igazolják. A  $Nd^{43}/Nd^{44}$  és  $Sr^{87}/Sr^{88}$  arányok arra utalnak, hogy a fő magmaforrás a felső köpenyben volt, ahol az alábukó lemez részleges olvadása ment végbe (MASON et al. 1995). A fentebb említett magmaforrás két fő része osztható: 1. a részleges olvadás közel állandó hőmérsékleten ment végbe: Kelemen–Görgényi–Észak-Hargita; 2. a részleges olvadás ideje alatt a hőmérséklet fokozatosan csökkent: Dél-Hargita (SEGHEDI et al. 1995).

Ennek az összetett vulkáni jellegnek köszönhetően a következő kőzettípusok jöttek létre: bazalt, bazaltandezit, andezit, diorit, monzodiorit, dácit, riodácit, riolit és shoshonit (PELTZ 1969; TEODORU et al. 1970; TREIBER 1971; PELTZ et al. 1981 STANCIU et al. 1985; SEGHEDI et al. 1985; SZAKÁCS & SEGHEDI 1986, 1995). Ezen kőzettípusok közül leggyakoribbak az andezitváltozatok. Minden kőzettípusban felismerhetők a köpeny- és kéreganyagot tartalmazó zárványok (gabbró, piroxenit, gneisz és kristályos pala). Ezeket a kőzeteket a következő ásványok alkotják: plagioklász, amfibol (hornblende), piroxének (augit, ensztatit, ritkábban diopszid), biotit, kvarc, titanit, olivin, magnetit, apatit, illmenit és rutil. A fentebb említett kőzetek szövete egyaránt lehet finomszemcsés és porfíros, szerkezete pedig hialopilités, pilotaxitos és holokristályos. A kiömlési kőzetek alapanyagát vulkáni üveg vagy annak átkristályosodott változata alkotja.

A legfontosabb hidrotermás kőzetátalakulási folyamatok a Kelemen–Görgényi–Hargita vulkáni ív területén a következők: propilitesedés, biotitosodás, kloritosodás, agyagásványosodás, kovásodás, turmalinosodás, karbonátosodás, szericitesedés, alunitosodás és piritesezés (NEAÇŞU & URCAN 1975, 1978; TĂNĂŞESCU 1971, 1978a, b; STANCIU 1976, 1984, 1996; BOBOŞ 1995; LACZKÓ 2003). Ezek a hidrotermás átalakulások általában több fázisban zajlottak le. E folyamatok hatására létrejött ásványosodások alacsony szulfidációs fokú, ritkábban magas szulfidációs fokú epitermális jellegűek (MÁRZA 2002). A hidrotermásan elváltozott zónákra jellemző geokémiai asszociáció a következő: Pb–Zn, Cu, Sb, As, Au–Ag, Hg (impregnációs, bekérgezéses, tömeges vagy teléres formákban), Cu–Mo, Au (rézporfíros ércesedés) és Fe (hidrotermás-metaszomatikus sziderittelepek) (TĂNĂŞESCU 1967; PELTZ et al. 1981; MUŞAT et al. 1985; SZAKÁCS 1992; SZAKÁCS & GAFTOI 1992; MÁRZA 2002). Az érces telérek meddőjét szilikátok, oxidok, karbonátok és szulfátok alkotják.

A gázexhalációk ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $SO_2$  – mofetták) és számos ásványvízforrás az utóvulkáni tevékenység tanúja.

## Az ásványlelőhelyek rövid leírása az ásványtársulásokkal

### *Hankó-patak (Kovácszna)*

A Háromszéki-havasokban található Hankó-pataknak (Kovácszna-patak jobb oldali mellékága) a Mész-patakkal való összefolyásánál az utóvulkáni tevékenység következtében az Audiai-takaró kőzeteiben (márgák, homokkövek, breccsák) karbonátok, szulfidok és szulfátok jelenléte figyelhető meg. Ez az ásványlelőhely a Kelemen–Görgényi–Hargita-hegyvonulat területén kívül esik ugyan, de genetikailag a neogén–kvarter vulkanizmus utótevékenységéhez kapcsolódik (a vulkanizmust biztosító vetőrendszerek délkeleti folytatása). Az itt leírt ásványok a következők: calcit, aragonit, auripigment, realgár, terméskén, pirit, markazit, sziderit, dawsonit és pickeringit („bosjemanit”) (HAUER 1860; ZEPHAROVICH 1873, 1893; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1933; BALOGH 1938; PÁVAI 1943; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; LÁSZLÓ et al. 1996; PAPUCS 2004; DÉNES et al. 2005; JAKAB et al. 2005)

### *Málnás–Sepsibükszád*

Ez a vidék az úgynevezett „Málnás–Sepsibükszád szubvulkáni mezőhöz” tartozik, mintegy déli nyúlványaként a Kelemen–Görgényi–Hargita-hegyvonulatnak. Az itt fellelhető intrúziókat (bazaltos andezitek, piroxénandezitek, hornblende-piroxénandezitek, hornblende-biotit-piroxénandezitek és shoshonitok) több kőfejtő feltárja, ahol a napvilágra került ásványok genetikailag a neogén–kvarter vulkanizmushoz, illetve a vulkanitokban lévő xenolitokhoz kötődnek. Málnáson hematit és tridimit (KOCH 1884–85; ZEPHAROVICH 1893) található, Sepsibükszádon pedig amfibolok, piroxének, gránátok, hematit, magnetit, apatit, aragonit, titanit, pszeudobrookit és tridimit figyelhető meg (HERMANN 1950; ERDÉLYI 1951, 1955; BÁNYAI 1957; DÉNES et al. 2005).

### *Torja–Bálványos*

A Torja–Bálványos vidéki Büdös-hegyen (Bodoki-havasok északi oldalán) található egykori kénbányák falán gipsz, alunit, alunogén, aragonit, cölesztin, calcit, kaolinit, terméskén, mirabilit, pickeringit („bosjemanit”) és opál kiválások és kivi-rágások figyelhetők meg. Ezek az ásványok az utóvulkáni tevékenység következtében a törésvonalakon feltörő vulkáni gázoknak és oldatoknak a befogadó kőzettel történő kölcsönhatása során képződtek (BENKÓ 1786; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; DÉNES et al. 2005). Ezek a kéntelepek befogadó kőzete hornblende-biotitdácit dóm (RĂDULESCU et al. 1984). ZEPHAROVICH (1859) a Büdös-hegyen hematit jelenlétét is említi. A dácitokat helyenként gyenge agyagásványosodás és kovásodás érte.

### *Szent Anna-kráter*

A Szent Anna-kráter a Csomád-hegycsoport legfiatalabb vulkáni szerkezete. Kőzettanilag hornblende-biotitdácitokból, hornblendeandezitekből és piroklasztitokból épül fel. E kráter udvarának az ÉK-i falában található repedésből HERCOT

(HERCOT et al. 2003) thénardit, apthitalit és nahkolit jelenlétére hívta fel a szakma figyelmét. Ezek az ásványok az utóvulkáni tevékenység következtében (gáz-exhaláció) rakódtak le.

#### *Nyírfürdő (Lázárfalva)*

Nyírfürdő Lázárfalva délkeleti határában, a Csiki-havasok nyugati oldalán található. Geológiai szempontból ezt a vidéket a Bodoki Flis homokkövei és márgái alkotják. E helységtől délnyugatra található a Csomád-hegycsoport hornblende-biotitdácitdómja, a Kis-Haram. Az itt fellelhető borvízforrások környékén (melyek a fontosabb vetők mentén jelennek meg), az utóvulkáni tevékenység következtében terméskén, markazit, realgár és auripigment rakódtak le (ZEPHAROVICH 1859; KOCH 1884–85). Ez az ásványképződési folyamat még napjainkban is tart.

#### *Tusnádfürdő*

Tusnádfürdő mofettái körül, a piroxén-hornblendeandezitek repedéseiben és felületén kalcit, markazit- és terméskén-lerakódások alakultak ki (KOCH 1884–85). A fürdőváros területén egy geotermális anomáliákat kutató program keretén belül mélyített fúrásban (F320), a flis (szinajai rétegsor – homokkő, márgák, mészkő) és egy andezitintrúzió kontaktzónájában pirit, kalkopirit, szfalerit, molibdenit, kalcit, dolomit, kaolinit és kvarc kiválásait azonosították (RĂDULESCU et al. 1981). A hidrotermás oldatok az andezittestben (hornblende-biotit-kvarcandezit) propiliteseledést, agyagásványosodást, kovásodást, karbonátosodást és piriteseledést okoztak.

#### *Bányász-patak (Tusnádfürdő)*

Tusnádfürdő közvetlen szomszédságában található Sóllyomkő (Dél-Hargita), melynek az északnyugati oldalánál található Bányász-patak középső folyásánál a hidrotermás tevékenység hatására a piroxén-hornblendeandezit erős átalakulást szenvedett, ezek propiliteseledés, szericiteledés, agyagásványosodás, kovásodás és piriteseledés. Ezeknek a folyamatoknak a következtében pirit, markazit, kvarc, kalcit, agyagásványok (illit, montmorillonit, kaolinit), illetve alunites kiválások jelentek meg (BÁNYAI 1957).

#### *Piricske-kráter (Dél-Hargita)*

A Piricske-kráter a Kakukk vulkáni komplexumtól délkeletre, Tusnádfürdő közelében található. A hidrotermás folyamatok következtében e kráter udvarában lévő biotit-hornblendeandezitek a Holló-patak felső folyásánál különbözőképpen alakultak át (propiliteseledés, szericiteledés, agyagásványosodás, kovásodás, piriteseledés). Ennek a hidrotermás mállásnak a következményeként a kráter területén pirit, markazit, agyagásványok (illit, montmorillonit, kaolinit), kvarc és kalcit kiválásokat lehet megfigyelni (NEACSU & URCAN 1975, 1978).



### *Kakukk-hegy (Dél-Hargita)*

A Kakukk-kráterkomplexum udvarában fellelhető kőzetekben (hornblende-piroxén-biotitandezit, piroklasztitok) hidrotermás oldatok hatására szericitesedést, agyagászványosodást, turmalinosodást, kovásodást és piritésedést figyeltek meg. Ezekben pirit, markazit, kvarc, turmalin, agyagászványok (illit, kaolinit, montmorillonit), kalcit, dolomit és terméken jelenik meg (BÁNYAI 1957). E hely híres ásványa, a hematit vascsillám változata, a kráterudvaron kívül, a Kakukk-hegy nyugati oldalán, a Paphomloka nevű helyen fordul elő (HERBICH 1881; SCHMIDT 1882; ZIMÁNYI 1913; BÁNYAI 1957; DÉNES et al. 2005; JAKAB et al. 2005).

### *Magyarhermány*

Magyarhermány határában (Dél-Hargita nyugati oldala), a Csijoga-patak (Varjúvár) völgye által feltárt vulkanoklasztitokban limonit (vas-oxi-hidroxidok), sziderit, opál (faopál) figyelhető meg (KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; KISGYÖRGY 1976). Szintén e vidéken, a Keselyő-patakban Mn-oxidos bekérgezéseket jeleztek.

### *Bibarcfalva (Dél-Hargita nyugati oldala)*

Bibarcfalvától északra a Kormos Formációban sziderit, goethit, vas-oxi-hidroxidok és opálelőfordulás figyelhető meg (KOCH 1884–85; ZEPHAROVICH 1859; BÁNYAI 1957; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966). A Bibarcfalva határában található Dongó-patak torkánál BÁNYAI (1957) a pirit szemcsék bomlási termékeként alunitot jelez.

### *Kormos-patak (Dél-Hargita nyugati oldala)*

A Kormos-patak völgyében számos helyen szideritkonkréció figyelhető meg. Ez az ásványelőfordulás az úgynevezett Kormosi Formáció vulkanoklasztitjaiban és terrigén üledékeiben található meg (RĂDULESCU et al. 1984). A sziderit jelenléte a vastartalmú karbonátos meteorikus vizeknek köszönhető. A felszíni vizek következtében a sziderit vas-oxi-hidroxidokká alakult át.

### *Erdőfüle–Székelyszáldobos*

Erdőfüle és Székelyszáldobos vidékén (Dél-Hargita nyugati oldala), a Kormos- és a Vargyas-patak között szideritkonkréciók és vas-oxi-hidroxidos kiválások figyelhetők meg. Akárcsak az előző esetben, az ásványelőhelyek itt is a Kormosi Formációban találhatók (ZEPHAROVICH 1859; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; RĂDULESCU et al. 1984). A szideritképződés a meteorikus vizeknek köszönhető, melyeknek a vas- és karbonáttartalma magas lehetett. Az Erdőfüle melletti Sáros-patakban BÁNYAI (1957) alunit jelenlétét említi, melyet az itt található finomszemcsés pirit bomlástermékének tart. Székelyszáldoboson, a Barta-súcs közelében szintén BÁNYAI opálelőfordulást jelez.

*Bardóc*

A Kormos-patak baloldali mellékágának, az Egres-pataknak a völgyében a vulkanoklasztitokban opáležfordulás figyelhető meg (BÁNYAI 1957; KISGYÖRGY 1976). Szerinte az opáltömbök egykori forróvizekből csapódtak ki.

*Bodvaj (Dél-Hargita nyugati oldala)*

A bodvaji ásványlelőhely a vulkanoklasztitokba települt diatomitokban található. Itt pirit, opál (limonit és opál ritmikus váltakozásából álló úgynevezett dobos-tortaopál változat), gipsz és vas-oxi-hidroxidok előfordulását említi a szakirodalom (BÁNYAI 1932, 1957; KISGYÖRGY 1976; DÉNES 2002; DÉNES et al. 2005).

*Kisbacon*

Kisbacon környékén, a Mitács-hegy (Dél-Hargita nyugati oldala) alatt található Vashányás nevű helyen BÁNYAI (1957) opál lerakódásokat említ.

*Vermed- és Bánya-patak forrásvidéke (Dél-Hargita)*

A Vermed- és a Bánya-patak forrásvidékén (Dél-Hargita) egy észak-déli irányú vető jelenik meg, amely a Kakukk-hegytől egészen a csíkszentimrei Büdösfürdőig tart. E vető mentén agyagásványosodott és kovásodott piroxén-hornblendeandezitek találhatóak. Ezeken a területeken a hidrotermás-metaszomatikus oldatok és a gázkibocsátások hatására pirit, cinnabarit, agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit), karbonátok (kalcit, dolomit), kvarc, krisztobalit, tridimit, opál és terméskén kiválásokat ismerünk (TĂNĂȘESCU 1978a, b; RĂDULESCU et al. 1984).

*Kormos- és Köves-patak forrásvidéke (Dél-Hargita nyugati oldala)*

A Kormos- és a Köves-patak forrásvidékén a kőzeteket (piroxénandezit, hornblende-piroxénandezit), északnyugat-délkelet és észak-dél irányú vetők mentén a hidrotermás oldatok erősen átalakították (jellemző az agyagásványosodás, kovásodás és piritesezés). Ezeken a területeken agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit), kvarc, opál, turmalin, kalcit, pirit, markazit és kalkopirit található (RĂDULESCU et al. 1984).

*Bánya-patak-Aranylik (Dél-Hargita)*

A csíkszentimrei Büdösfürdőtől délre található a Bánya-patak, melynek felső folyásánál a piroxén-hornblendeandezitek a hidrotermás folyamatok hatására erősen agyagásványosodtak, kovásodtak és piritesedtek. Ezen a szakaszon több régi érckutatás tárómaradványa figyelhető meg. Ezek közül az Aranylik nevezetűbe egy pár méterig még ma is be lehet menni. Az itt található ásványok a következők: pirit, markazit, cinnabarit, agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit), kvarc, terméskén, alunit és egyéb azonosítatlan szulfátok (BÁNYAI 1957).

### *Csíkszentimrei Büdösfürdő (Dél-Hargita)*

A Lucs–lázi vulkáni szerkezet (Dél-Hargita) keleti részén található csíkszentimrei Büdösfürdő területén a kőzetek (piroxénandezitek, piroxén-hornblendeandezitek, kvarc-biotit-hornblendeandezit, piroklasztitok) a hidrotermás tevékenység következtében erősen átalakultak. Biotitosodás, szericitesedés, karbonátosodás, agyag-ásványosodás, turmalinosodás, kovásodás és piritésedés a jellemző átalakulási jelenségek. A hidrotermás eredetű ásványok a cinnabarit, metacinnabarit, terméshigany, pirit, markazit („melynyikovit”), magnetit, hematit, molibdenit, antimonit, auripigment, agyagásványok (illit, montmorillonit, kaolinit, vermikulit, illit/montmorillonit, dickit), kvarc, kalcit, kalcedon, krisztobalit, terméskén, turmalin, barit, fluorit és foszfátok (BÁNYAI 1957, 1963; VASILESCU 1964; PELTZ et al. 1974; MOȚOI et al. 1975; TĂNĂSESCU 1978; LACZKÓ 2003; LACZKÓ et al. 2004; LACZKÓ et al. 2005). A felszíni mállás hatására, a fentebb említett ásványok átalakulása során goethit, lepidokrokit, amorf vashidroxid, nátrojarosít, jarosít, quenstedtit, sziderotil és gipsz keletkezett (LACZKÓ et al. 2005).

### *Lucs melléke (Dél-Hargita)*

A Lucs-tőzezláp (Lucs–lázi vulkáni szerkezet) keleti oldalán a piroxénandezitekben BÁNYAI hematit (vascsillám) és Mn-oxidok jelenlétéről számol be (BÁNYAI 1957). Ezen ásványok vulkáni exhaláció folytán keletkezettek.

### *Tekerő-kráter (Dél-Hargita)*

A Dél-Hargita első vulkáni szerkezete, melynek udvarában a piroxénandezitek erősen mállottak (propilitésedés, szericitesedés, karbonátosodás, agyagásványosodás, kovásodás, turmalinosodás, piritésedés). A hidrotermás folyamatok hatására kialakult ásványok a következők: pirit, markazit, kalkopirit, szfalerit, galenit, molibdenit, cinnabarit, agyagásványok (kaolinit, montmorillonit, illit), karbonátok, turmalin, kvarc, opál, kalcedon és tridimit (BOTÁR & PÉTER 1980; RĂDULESCU et al. 1984; LACZKÓ 2003).

### *Kis-patak (Dél-Hargita keleti oldala)*

A Kis-patak (Nagyos-patak baloldali mellékága, Csíkszentkirály) völgyében a piroxénandezitek több helyen mállottak (szericitesedés, karbonátosodás, agyag-ásványosodás, kovásodás, piritésedés). A hidrotermás folyamatok következtében agyagásványok (kaolinit, illit, montmorillonit), kvarc, opál, kalcedon, tridimit, krisztobalit, turmalin, pirit, markazit, kalkopirit és cinnabarit jelenik meg (RĂDULESCU et al. 1984).

### *Zsögödi-szoros (Hargita keleti oldala)*

A Zsögödi-szorosban, az Olt jobb partján, a lucsi vulkáni szerkezet első terméként számontartott piroxén-hornblendeandezitekben a repedések mentén opál és vas-oxi-hidroxid („limonit”) és agyagásvány lerakódásokat figyelhetünk meg.

Ezen a szakaszon halad el az Olt-vető, melynek mentén jelennek meg az Alcsíki-medence főbb borvízforrásai.

### *Homoródalmás*

Homoródalmás keleti határában, a vulkanoklasztitokon kialakult Odorfenyő nevű lúp mellett és a közeli Fehér-patakban, vulkáni exhalációs tevékenység következtében hematitkristályok (vascsillám) képződtek (BÁNYAI 1957).

### *Lövete-Szentegyháza–Kirulyfürdő*

Lövete-Szentegyháza–Kirulyfürdő térségében (Dél-Hargita nyugati oldala) jelentős vasércelőfordulások ismertek az Erdélyi-medence üledékeinek felső részében, az ősfelszín és a vulkanoklasztitok határán, illetve a vulkanoklasztitok belsejében. Ezek az ásványelőfordulások a vető- és repedésrendszereken beszívargó vasas-karbonátos meteorikus vizek hatására metasomatózis útján keletkeztek. A fentebb említett lelőhelyek ásványai a következők: opál, sziderit, pirit és kalcit (KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; PELTZ et al 1983; SZAKÁCS és GAFTOI 1992; JAKAB et al. 2005). A felszíni vizek hatására a sziderit és a pirit helyenként „limonittá” alakult át.

### *Vargyas-patak (Hargita-hegység)*

A Vargyas-kaldera a Hargita-hegység legnagyobb vulkáni szerkezete, melyhez több hidrotermásan átalakult terület tartozik. Az egyik legfontosabb a Vargyas-patak felső folyásánál található. Itt a piroklasztitok, a hornblende-piroxénandezitek, a piroxén-hornblendeandezitek és a piroxénandezitek a hidrotermás oldatok hatására propilitesedtek, kloritosodtak, karbonátosodtak, agyagásványosodtak, turmalinosodtak, kovásodtak és piritesedtek. E folyamatok hatására a következő ásványok jöttek létre: pirit, markazit, termésarany, cinnabarit, kalkopirit, molibdenit, galenit, szfalerit, zunyit, kvarc, turmalin, agyagásványok (illit, dickit, pirohillit), karbonátok (kalcit, ankerit, dolomit) és alunit (BÁNYAI 1957; BOTÁR 1978; SEGHEDI & RĂDAN 1992; SEGHEDI et al. 1992; DÉNES et al. 2005; JAKAB et al. 2005). A felszínközeli és a meddőhányókra kikerült ásványok a mállás során elsősorban vas-oxi-hidroxidokká és szulfátokká alakulnak át.

### *Hargitafürdő*

A Vargyas-kaldera második legfontosabb hidrotermás folyamatok által érintett területe Hargitafürdő környékén található, ahol a bazaltos andezit erősen mállott (propilitesedés, biotitosodás, amfibolosodás, kloritosodás, szericitesedés, agyagásványosodás, turmalinosodás, kovásodás, piritesedés). Ezen a területen a hidrotermás folyamatok hatására sokféle ásvány képződött: pirit, markazit, kalkopirit, szfalerit, tetraedrit, molibdenit, arzenopirit, magnetit, pirrhotin, kvarc, agyagásványok (montmorillonit, kaolinit, halloisit, pirofillit, dickit, szmektit, Na-tartalmú rektorit, szudoit,  $\text{NH}_4$ -tartalmú illit,  $\text{NH}_4$ -tartalmú illit/szmektit),

karbonátok (kalcit, ankerit, dolomit), alunit, turmalin, (BÁNYAI 1957; BÁNYAI 1963; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; PELTZ et al. 1974; STANCIU 1984; BOBOȘ 1995; BOBOȘ & GHERGARI 1999). A környéken található meddőhányókon és zagytározókon vas-oxi-hidroxidok és szulfátok jelenléte gyakran megfigyelhető.

#### *Málnavész-patak völgye (Hargita-hegység)*

A Vargyas-patak baloldali mellékágának, a Málnavész-pataknek a felső folyásánál a piroxén-hornblendeandezitek a hidrotermás közetváltozás során propilitesedtek, szericitesedtek, karbonátosodtak, agyagásványosodtak, kovásodtak és piritesedtek. E terület szintén a Vargyas-kaldera belsejében található, a Csicsói-Hargita délnyugati oldala alatt. A Málnavész-patak völgyében pirit, markazit, agyagásványok (illit, montmorillonit, kaolinit), kvarc és kalcit jelenléte figyelhető meg (BOTÁR 1990).

#### *A Borvíz-, a Csuka- és a Fűrész-patak forrásvidéke (Hargita-hegység)*

A Borvíz-, a Csuka- és a Fűrész-patak forrásvidékén (Csicsói-Hargita keleti oldala) található piroxénandezitek és piroxén-hornblendeandezitek helyenként a hidrotermás oldatok hatására szericitesedtek, agyagásványosodtak, kovásodtak és piritesedtek. A mállott és helyenként a friss kőzetekben is, pirit, markazit, kalcit és kvarc figyelhető meg (BÁNYAI 1957). A pirit és a markazit mállástermékeként vas-oxi-hidroxidok („limonit”) is jelen vannak.

#### *Vár-patak (Észak-Hargita keleti oldala)*

A Vár-patak felső folyásánál, a Rákosi-Hargita alatt (keleti oldal) a piroxénandezitek a hidrotermás oldatok hatására szericitesedtek, agyagásványosodtak, helyenként karbonátosodtak, kovásodtak és piritesedtek. A mállott kőzetekben pirit, markazit, agyagásványok (kaolinit, illit), kvarc, krisztobalit, opál, alunit és kalcit van jelen (BÁNYAI 1957; BOTÁR 1983; RĂDAN et al. 1992; SEGHEDI et al. 1992). Helyenként „limonit” (vas-oxi-hidroxidok) és szulfátok tarkítják az ásványtársulást. A Rákosi-Hargitára vivő út bevágásaiban, a Disznós-kút környékén BÁNYAI hematitkristályok (vascsillám változat) jelenlétét említi (BÁNYAI 1957).

#### *Szökő-patak forrásvidéke (Észak-Hargita keleti oldala)*

A Madarasi-Hargita keleti oldalán, a Szökő-patak felső folyásának vidékén a piroxénandezitek gyengén mállottak (szericitesedés, agyagásványosodás, karbonátosodás, kovásodás, piritésedés). A hidrotermás-metaszomatikus oldatokból pirit, markazit, agyagásványok, kvarc és kalcit rakódott le (BOTÁR 1988).

#### *Zetelaka*

A zetelaki Szellőháton (vagy Szőlőhát), a Nagyküllő forrásvidékén, az utóvulkáni tevékenység következtében a vulkáni kőzetekben fehér opállerakódás

található (BÁNYAI 1957). BÁNYAI (1957) a zetelaki Salamás-patak völgyében hematit előfordulást jelez. A szépen fejlett hematitkristályok a vulkáni exhaláció következtében keletkezettek.

#### *Ivó–Kokojzás-kráter (Észak-Hargita)*

Az Ivó–Kokojzás-kráter az Ivó- és a Nagy-Madaras-patak forrásvidékén alakult ki. A szín- és posztmagmás kőzetelváltozási folyamatok a kráterudvarban található hornblende-piroxéndeziteket, a piroxén-hornblendeandeziteket, a riodácitokat, helyenként a piroxéndeziteket, a mikrodiortokat és a piroklasztitokat érintették (propilitesedés, biotitosodás, amfibolosodás, kloritosodás, zeolitesedés, szericitesedés, agyagásványosodás, karbonátosodás, turmalinosodás, kovásodás és piritesedés). Az ércképző folyamatok során a következő ásványok alakultak ki: cinnabarit, pirit, markazit, arzenopirit, antimonit, termésarany, szfalerit, galenit, kalkopirit, molibdenit, magnetit, hematit, pirrotin, kvarc (kalcedon), kristobalit, karbonátok, fluorit, agyagásványok (illit, montmorillonit, halloysit, kaolinit), turmalin, barit, alunit, és más szulfátok (KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957, 1963; STANCIU 1982, 1984, 1996; TĂNĂȘESCU 1978; LACZKÓ 1996, 2003). A hidrotermásan átalakult kőzeteket átmosó patakok térségében és a meddőhányókon vas-oxi-hidroxidok és más, eddig közelebről nem vizsgált másodlagos ásványok találhatók.

#### *Rákos–Szentmihály (Észak-Hargita keleti oldala)*

Rákos és Szentmihály környékén, a Kőd-hegy vulkanoklasztitjaiban, a meteorikus vizek hatására goethit és hematit lerakódások jöttek létre (MUȘAT et al. 1982, 1985). A vulkanoklasztitok, a hidrotermás oldatok hatására helyenként agyagásványosodtak. Ugyanezen a területen, Csíkvacsárcsi északi határában található – felszínközéiben kihűlt – piroxéndezit hólyagüregeinek falán a kőzetalkotók (plagioklász, magnetit, piroxének) apró kristályai és kalcit figyelhető meg (LACZKÓ et al. 2005).

#### *Csíkmadaras (Észak-Hargita keleti oldala)*

Csíkmadaras határában, az Olt jobb partján, a felcsíki medence őfelszíne és az ezt kitöltő vulkanoklasztitok határában sziderit, opál, markazit és hematit található (KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; SZAKÁCS és GAFTOI 1992; TĂNĂȘESCU 1967; JAKAB et al. 2005). Ez az ásványosodás a vastartalmú karbonátos meteorikus vizek hatására, metaszomatózis útján alakult ki (SZAKÁCS és GAFTOI 1992).

#### *Uraság-patak (Észak-Hargita)*

Az Ostoros- és az Ivó–Kokojzás-kráter között található az Uraság-patak. A völgyfőben a vető- és repedésrendszereken közlekedő hidrotermás oldatok a kőzetek (piroxén-hornblendeandezitek és piroklasztitok) szericitesedését, agyagásványosodását, kovásodását, karbonátosodását és piritesedését okozták. Ezen a területen megfigyelt ásványok a következők: pirit, markazit, agyagásványok, kvarc és kalcit (BOTÁR 1984).

### *Köves-kráter (Észak-Hargita)*

A Köves-kráter a Fertő-tetőtől északra elterülő Ördög-tó területén található. A hidrotermás-metaszomatikus folyamatok hatására a kráterudvar kőzetei (piroxénandezitek, piroxén-hornblendeandezitek, hornblende-piroxénandezitek, piroklasztitok) propilitesedtek, szericitesedtek, karbonátosodtak, agyagásványosodtak, kovásodtak, turmalinosodtak és piriteseedtek. Az ércképző folyamatok pirit, markazit, szfalerit, magnetit, hematit, rutil, ilmenit, kvarc, opál, agyagásványok (montmorillonit, illit/montmorillonit, illit, kaolinit), turmalin-, apatit- és calcitkiválásokat eredményeztek (BÁNYAI 1957; SETEL et al. 1976; LACZKÓ 2003; LACZKÓ & IONESCU 2006). A felszíni mállás hatására a vastartalmú ásványok bomlás-termékeként vas-oxi-hidroxidok és valószínűleg szulfátok jöttek létre.

### *Ostoros-kráter (Észak-Hargita)*

Morfológiai szempontból az ostorosi vulkáni szerkezet a Kelemen–Görgényi–Hargita vulkáni ív legjobban megmaradt krátere. E kráter udvarában az intruzív testek által generált hidrotermás oldatok hatására propilitesedés, biotitosodás, szericitesedés, kloritosodás, karbonátosodás, agyagásványosodás, kovásodás, turmalinosodás és piriteseedés figyelhető meg. E folyamatok által érintett kőzetek a piroxén-hornblendeandezitek, az amfibolandezitek, az amfibol-piroxénandezitek, piroklasztitok és az intruzív testek (dioritok, mikrodiioritok). A mállott, és helyenként a friss kőzetekben pirit, markazit, pirrhotin, magnetit, kalkopirit, szfalerit, galenit, molibdenit, kvarc, adular, agyagásványok (montmorillonit, kaolinit, illit), turmalin, különböző karbonátok és anhidrit rakódott le (PELTZ & PELTZ 1964; STANCIU 1976, 1996). A felszíni mállás következtében a fentebb említett ásványok egy része vas-oxi-hidroxidokká és szulfátoká alakult át.

### *Csudálókő (Görgényi-havasok)*

A Dél-hegytől keletre, a Csudálókő északi oldalán, a Gáborkút-patak felső folyásánál a szín- és posztmagmatikus folyamatok hatására a hornblendeandezitek, a hornblende-piroxénandezitek és piroklasztitok propilitesedtek, kloritosodtak, szericitesedtek, karbonátosodtak, agyagásványosodtak, turmalinosodtak, kovásodtak és piriteseedtek. A hidrotermás folyamatok cinnabarit, pirit, markazit, szfalerit, galenit, tetraedrit, kalkopirit, termésarany, kvarc, agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit), turmalin, karbonátok, termésken és alunit kiválásait hozták létre (TREIBER 1955; BÁNYAI 1957). A felszínre került vastartalmú ásványok bomlásának következtében vas-oxi-hidroxidok és szulfátok keletkeztek.

### *Szobászó-patak (Görgényi-havasok)*

A Görgényi-havasok első vulkáni szerkezetéhez tartozó Dél-hegy déli oldalánál található Szobászó-patak forrásvidékén a mállott piroxénandezitekben, piroxén-hornblendeandezitekben és a piroklasztitokban szericitesedés, karbonátosodás, agyagásványosodás, turmalinosodás, kovásodás és piriteseedés ismert, pirit, markazit, szfalerit, galenit, tetraedrit, kalkopirit, kvarc (kalcedon), opál, agyagásványok

(illit, kaolinit, montmorillonit), karbonátok, turmalin, fluorit és alunit ásványokkal (KOCH 1884–1885; TREIBER 1955; BÁNYAI 1957). A pirit és a markazit mállásterméként vas-oxi-hidroxid lerakódások jelennek meg.

#### *Somlyó-kráter (Görgényi-havasok)*

A szin- és posztmagmatikus hidrotermás folyamatok hatására a Somlyó vulkáni szerkezet központi részén a piroxén-hornblendeandezitek, a hornblendeandezitek, a mikrodioritok és a piroklasztitok erősen átalakultak (propilitesedés, biotitosodás, szericitesedés, agyagásványosodás, kovásodás, turmalinosodás, karbonátosodás, piritésedés). E folyamatok következtében kialakult ásványegyüttes pirit, markazit, arsenopirit, kalkopirit, szfalerit, galenit, antimonit, molibdenit, magnetit, kvarc, agyagásványok (illit, kaolinit), turmalin, karbonátok (kalcit, dolomit, ankerit), anhidrit és gipsz lerakódásokat tartalmaz (TĂNĂSESCU 1971; STANCIU 1973). Az eddig leírt másodlagos ásványok a malachit és „limonit” (ZAKARIÁS et al. 1992).

#### *Korond*

Korond a Dél-Görgényi-havasok nyugati lábánál található. A környék geológiáját az Erdélyi-medence üledékei és a vulkanoklasztitok jelenléte határozza meg, melyeket a vetők mentén átvártak a melegvizes oldatok. Ezekből az oldatokból kalcit, aragonit, halit, pirit és markazit váltak ki. A szulfidok mállásából goethit és különböző szulfátok jöttek létre (ZEPHAROVICH 1859, 1893; ORBÁN 1868; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966; TÓTH 2002; DÉNES et al. 2005). BÁNYAI (1957) a Korond melletti Hidegászó-patak völgyében opálélfordulást említ.

#### *Fiastető*

Atyha és Firtos-hegy között a Fiastető környékén (Korondtól nyugatra) a vulkanoklasztitokban a melegvizes oldatok hatására kialakult opál (és faopál) előfordulás figyelhető meg (KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957).

#### *Mezőhavas (Görgényi-havasok)*

A Görgényi-havasok második legnagyobb vulkáni szerkezetének, a mezőhavas kráternek az udvarában, a hornblendeandezitek, a hornblende-piroxénandezitek, a piroxén-hornblendeandezitek, a mikrodioritok és a piroklasztitok nagy területen mutatnak hidrotermás átalakulásokat (propilitesedés, agyagásványosodás, kovásodás, turmalinosodás, karbonátosodás, piritésedés). A hidrotermás folyamatok következtében kialakult ércesedés ásványai a pirit, markazit, kalkopirit, szfalerit, galenit, molibdenit, antimonit, és a magnetit, a meddőásványok a kvarc, karbonátok (kalcit, ankerit, dolomit), anhidrit, gipsz, agyagásványok (illit, kaolinit) és turmalin (BÁNYAI 1957; TĂNĂSESCU 1971; PELTZ et al. 1982).



### *Bakta (Görgényi-havasok)*

A Görgényi-havasok közép-keleti részén, a Bakta-patak felső folyásánál a hornblende-piroxénandezitek és a piroxén-hornblendeandezitek szericitesedtek, agyagásványosodtak, kovásodtak és piritisedtek. A hidrotermás oldatoknak köszönhetően, a fentebb említett kőzetekben pirit, markazit, agyagásványok, kvarc (kalcedon) és kalcit rakódott le. A felszíni mállás hatására (oxidáció-hidratálás) a vas-biszulfidok „limonittá” alakultak át.

### *Eszenyő (Görgényi-havasok)*

Az Eszenyő-patak középső folyásánál, a Fancsal–Laposnya-kaldera külső (keleti) oldalán a vető- és repedésrendszereken a kráterudvar felől előtörő hidrotermás oldatok a hornblendeandeziteket, hornblende-piroxénandeziteket és piroklasztitokat erősen átalakították (propilitesedés, szericitesedés, agyagásványosodás, karbonátosodás, kovásodás, piritésedés). Ezekhez a kőzetelváltozási folyamatokhoz pirit, markazit, agyagásványok, kvarc és kalcit kialakulása kötődik.

### *Fancsal–Laposnya-kaldera (Görgényi-havasok)*

A Görgényi-havasok legnagyobb vulkáni szerkezetének, a Fancsal–Laposnya-kalderának az udvarában a szín- és posztmagmatikus hidrotermás folyamatok hatására a kőzetek (hornblendeandezitek, hornblende-piroxénandezitek) erősen átalakultak (propilitesedés, biotitosodás, szericitesedés, karbonátosodás, kovásodás, turmalinosodás, agyagásványosodás, piritésedés). A hidrotermás folyamatok hatására a következő ásványok jelentek meg: pirit, kalkopirit, szfalerit, galenit, magnetit, kvarc, agyagásványok (illit, montmorillonit), karbonátok, anhidrit, gipsz, turmalin, rutil, minamiit és diaszpor (GÖTZ 1955; TĂNĂȘESCU 1971; STANCIU 1973; GHERGARI et al. 1994; POPA et al. 2002).

### *Jirca- és Paltin-patak forrásvidéke (Görgényi-havasok északi része)*

A Görgényi-havasok északkeleti részén, a Jirca-patak (Szalárd folyó jobb oldali ága) felső folyásánál hidrotermás ásványosodás jött létre. A környéket alkotó kőzeteket (zöld hornblendeandezit, hornblende-piroxénandezitek, dácitok, piroklasztitok) átjárták a hidrotermás oldatok, melynek következtében propilites, biotitos, karbonátos, agyagásványos és kovás zónák alakultak ki. Ezekben a hidrotermásan mállott kőzetekben pirit, markazit, szfalerit, galenit, molibdenit, pirrhotin, kvarc és agyagásványok jelenléte figyelhető meg (GÖTZ 1955; RĂDULESCU et al. 1982). A felszíni mállás következtében vas-oxi-hidroxidok és szulfátok jelentek meg.

### *Maroshévíz*

Maroshévíz bejáratának keleti oldalán (a temető mellett), egy száraz völgyben, a vulkanoklasztitokban faopál található. A településhez tartozó Bánffy-fürdő termálvizéből, a vasút mellett (Maros bal partja) kalcit rakódik le a növényekre, minek következtében édesvízi mészkő képződik (KOCH 1884–1885; BÁNYAI 1957;

RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966). Ezenkívül a Maros bal és jobb partja mentén számos helyen sziderit, opál és más karbonátos lerakódások figyelhetők meg, melyek szintén a termálvízből csapódtak ki (BÁNYAI 1957; PELTZ et al. 1981).

### *Ratosnya*

A Kelemen-havasok déli részén, Ratosnya határában a vulkanoklasztitok és a piroxén-hornblendeandezitek kloritosodtak, agyagásványosodtak és enyhén kovásodtak. Ezekben a kőzetekben pirit, kalcit és kvarckristályokat lehet észlelni.

### *Zebrák-patak (Kelemen-havasok)*

Gödemesterháza közelében, a Zebrák-patak felső folyásánál hidrotermás ércesedés található (PELTZ 1969). A kőzetek a hidrotermás oldatok hatására propilitesedtek, kloritosodtak, biotitosodtak, karbonátosodtak, szericitesedtek, agyagásványosodtak, kovásodtak és piritestek. A hornblende-piroxénandezitekben található endogén breccsákban és a kvarcandezitekben kialakult ércesedést a következő ásványok alkotják: pirit, arzenopirit, pirrhotin, magnetit, Au–Ag-telluridok, szfalerit, galenit, antimonit, molibdenit, tetraedrit, bournonit, jamesonit, scheelit, berthierit, kvarc, kalcit, rodokrozit, agyagásványok és alunit (BÁNYAI 1957; NICHITA 1963; PELTZ et al. 1981; POMĂRLEANU et al. 1981; PELTZ et al. 1982; JAKAB et al. 2005).

### *Butka-magosa (Kelemen-havasok)*

Az előző vulkáni szerkezettől keletre, a Kelemen-patak felső folyásánál, a Butka-magosa-hegy környéki hornblendeandezitek és a piroklasztitok erősen mállottak (propilitesedés, szericitesedés, agyagosodás, kovásodás, piritesedés). A hidrotermás oldatok hatására e kőzetekben pirit, markazit, agyagásványok, kvarc, opál és kalcit kiválásai figyelhetők meg (RĂDULESCU et al. 1982). A felszíni vizek hatására, a vas-szulfidok mállása során vas-oxi-hidroxidok keletkeznek.

### *Mocsár (Kelemen-havasok)*

A Kelemen-havasokbeli Lomás-pataktól északra, a Disznó- és a Büdös-patakok vidékén (Mocsár) jelentős mennyiségű mocsáérc található. A vas-oxi-hidroxidos lerakódások az ásványvizek jelenlétének köszönhetők.

### *Colibița és Dornișoara (Kelemen-havasok)*

Colibița és Dornișoara (Kelemen-havasok északi része) vidékén a paleogén üledékeket és a vulkáni kőzeteket (piroxénandezit, piroxén-hornblendeandezit és hornblendeandezit intruziók és lávák) hidrotermás oldatok járták át. E folyamat következtében a fentebb említett kőzetek erősen mállottak (propilitesedés, agyagásványosodás, kovásodás, karbonátosodás, piritesedés). A hidrotermás folyamatok következtében kialakult ásványok a következők: pirit, szfalerit, galenit, arzenopirit,

kalkopirit, tetraedrit, Pb- és Sn-szulfosók, antimonit, agyagászvári yok, kvarc, kalcit, rodokrozit és barit (SAVUL & NICHITA 1955). A felszíni mállás köve kezében vas-oxi-hidroxidok képződtek.

#### *Stunioru (Kelemen-havasok)*

A Kelemen-havasok Stunioru csúcsán a déli oldalán a hidrotermás oldatok hatására erősen mállott andezitekben (propilitesedés, szericitesedés, agyagászványosodás, kovásodás, piritésedés) cinnabarit, pirit, markazit, galenit, szfalerit, kvarc, kalcit és ankerit ásványokat lehet megfigyelni (ZEPHAROVICH 1859; HAUER & STACHE 1863; ZEPHAROVICH 1873; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; NICHITA 1963; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966).

#### *Kelemen-kaldera (Kelemen-havasok)*

A Kelemen-kaldera a Kelemen-havasok északi részén található. A kaldera központi részén, hidrotermásan mállott kőzetekben (propilitesedés, kloritosodás, szericitesedés, biotitosodás, agyagászványosodás, turmalinosodás, kovásodás, piritésedés) vaskos-tömeges terméken felhalmozódás régebbi. A terméken kívül pirit, markazit („melnyikovit”), kassziterit, hematit, cinnabarit, agyagászványok, zunyit, alunit, gipsz, turmalin, rutil, barit, prehnit, karbonátok, jarosit, goethit, szulfátok, kvarc, opál, krisztobalit és vas-oxi-hidroxidok jelenlétét említik a szakirodalomban (ZEPHAROVICH 1859, 1873; KOCH 1884–85; BÁNYAI 1957; NICHITA 1963; TEODORU & TEODORU 1970; STANCIU & MEDEȘAN 1971a, b; RĂDAN et al. 1992; SEGHEDI 1982; SEGHEDI et al. 1985, 1992).

#### *Izvorul Neagra, Fundul Comârlențului (Kelemen-havasok)*

A Kelemen-kaldera északkeleti oldalán, kovásodott limonit és breccsában és andezitekben barit és kvarc található (VENDL 1922; RĂDULESCU & DIMITRESCU 1966). TREIBER (1956) említést tesz a hematit jelenlétéről is, amely elszigetelve található a breccsákban és az andezitekben.

#### *Lukács-hegy (Kelemen-havasok)*

A Kelemen-havasok északkeleti részén, a Lukács-hegy (vulkáni szerkezet) környéki bazaltokban ZEPHAROVICH (1893) tridimitet írt le.

### **Következtetések**

A Székelyföld területén található Kelemen–Görgényi–Hargita neogén–kvarter vulkáni ívhez számos ásványelőfordulás kötődik. Ezek a lelőhelyek jórészt a hegyvonulat területén találhatóak, de a főbb vetőrendszerek mentén közlekedő hidrotermás oldatoknak és a gázexhalációknak (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>) köszönhetően számos más helyen, a tágabb környezetben is megjelennek.

A tanulmányozott területen alacsony szulfidációs fokú, ritkábban magas szulfidációs fokú epitermás folyamatok következtében kialakult ércásványok impregnáció, bekérgezés, vaskos-tömeges vagy teleres megjelenés formájában (Pb-Zn, Cu, Sb, As, Au-Ag, Hg), rézporfirós ércecsedésként (Cu-Mo, Au), illetve hidrotermás-metasomatikus sziderittelepként (Fe) jelennek meg. Az ércásványok mellett számos oxid-, szilikát-, karbonát- és szulfátásvány jelenléte megfigyelhető.

Az eddigi kutatások eredményeként – bár e lelőhelyeket jórészt csak gazdasági szempontból tanulmányozták – a klasszikus analitikai módszerekkel számos ásványt írtak le. Az általunk bemutatott ásványelőfordulások közül csak Szent Anna-kráterből, a csíkszentimrei Búdösfürdőn, Hargitafürdőn, Korondon és a Fancsal-Laposnya-kráterből leírt ásványok egy része volt modern módszerekkel tanulmányozva. Éppen ezért a jelen tanulmányban bemutatott lelőhelyeken még számos elsődleges, de főként másodlagos ásvány vár további beható vizsgálatra.

### Irodalom – References

- BALINTONI, I. 1997: Geotectonica terenurilor metamorfice din România. – Edit. Carpatia, 176 p., Cluj-Napoca.
- BALINTONI, I., SEGHEDI, I. & SZAKÁCS, A. 1995: Geotectonic framework of the neogene volcanism in Romania. – *Romanian Journal of Stratigraphy* 76/7, 7–8.
- BALOGH E. 1938: Adatok a hideg ásványvízforrások kalciumkarbonátos lerakódásainak ismeretéhez. – *Erdélyi Múzeum* 41/2, 162–167, Kolozsvár.
- BÁNYAI J. 1932: A Hargita déli részének opál-lerakódásairól. – *M.T.A. Matematikai és Természettudományi Értesítő* 49, 196–201.
- BÁNYAI J. 1933: Eltűnt a kovászai arzénés ásványlelőhely. – *Székelység* 3/9–10, 88–89, Székelyudvarhely.
- BÁNYAI J. 1957: A Magyar Autonóm Tartomány hasznosítható ásványi kincsei. – Tudományos Könyvkiadó, Bukarest, 199 p..
- BÁNYAI J. 1963: Geochimia sedimentelor de ape minerale din zona Hărgău. – *Asoc. Geol. Carp.-Balc., Congr. V* (1961), Com. șt., București, 5.
- BENKŐ F. 1786: Magyar mineralógia az az a' kövek' 's értzek' tudománya. – Kološváratt, Nyomt. a' Réf. Koll. Ber. 181 p.
- BOBOȘ, I. 1995: Hydrothermal ammonium-bearing illite from Harghita-Băi area: XRD, IR-spectroscopy, DTA and chemical analysis. – *Romanian Journal of Mineralogy*, Abstracts Volume 77/1, 10–11.
- BOBOȘ, I. 1995: Polytype analysis on NH<sub>4</sub>-illite from Harghita-Băi. An investigation by XRD, ED and TEM. – *Romanian Journal of Mineralogy*, Abstracts Volume 77/1, 11.
- BOBOȘ, I. 1995: Zăcămintele de caolin din Munții Harghita. Studiu geologic și metalogenetic. – Doktori dolgozat, Kolozsvár, 204 p.
- BOBOȘ, I. R. & GHERGARI, L. 1999: Conversion of smectite to ammonium illite in the hydrothermal system of Harghita Băi, Romania: SEM and TEM investigations. – *Geologica Carpathica*, 50/5, 379–387.
- BOTĂR N. 1978: Jelentés (Raport geologic privind lucrările de prospecțiuni geologice de mare detaliu (sc. 1:5000 și 1:2000) executate în anul 1977, în zona Vărgău, munții Harghita-centrală.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda, 36 p.
- BOTĂR N. 1983: Jelentés (Raport geologic privind prospecțiuni de mare detaliu, sc.: 1:5000, executate în zona păraul Vár munții Harghita de Nord.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda, 50 p.
- BOTĂR N. 1984: Jelentés (Raport geologic privind prospecțiuni de mare detaliu, sc.: 1:5000, executate în perimetrul Muntele Harghita – păraul Urașăg, munții Harghita.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda, 64 p.
- BOTĂR N. 1988: Jelentés (Raport geologic privind prospecțiuni de mare detaliu, sc.: 1:5000, executate în zona păraul Șugó – păraul Szókó, munții Harghita de Nord.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda, 57 p.
- BOTĂR N. 1990: Jelentés (Raport geologic al prospecțiunii geologice de mare detaliu, sc.: 1:5000, executate în perimetrul păraul Málnavész – dl. Fagilor Roșii, munții Harghita de Nord.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda.

- BOTÁR N. & PÉTER Z. 1980: Jelentés (Raport geologic privind prospectiunile geologice de mare detaliu sc. 1:5000 executate in anul 1979 in zona Luci-Tekerő, munții Harghita de Sud.). – A SC"GEOLEX"SA archívuma, Csíkszereda, 66 p.
- DÉNES I. 2002: Székelyföldi barlangvilág. – Sepsiszentgyörgy, 19–48, 61–68, 82–101.
- DÉNES I., ZÓLYA L., BOTH J. & PAPUCS A. 2005: Védett földtani természeti értékek Székelyföldön. – *Földtani Közlöny* **135/2**, 263–292.
- CSONTOS, L. 1995: Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review. – *Acta Vulcanologica* **7**, 1–13.
- CSONTOS, L. & HORVÁTH, F. 1995: Tertiary structural evolution of the intracarpathian area: a report on integrated basin studies/Pannonian basin E.C.Project. – *Geol. Soc. Greece Sp. Publ.* **4/1**, 12–17, Athenes.
- ERDÉLYI, J. 1951: Die Mineralien von Bicsad (Sepsibüksád) in Rumänien I. – *Acta Techn. Hung.* **1**, 1–46.
- ERDÉLYI, J. 1955: Die Mineralien von Bicsad (Sepsibüksád) in Rumönien II. – *Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.* **6**, 21–35.
- GHERGARI, L., STRUSIEVICZ, R. O. & DUMITRESCU, S. 1994: Minamiite in the hydrothermal alteration zone of the Fâncel-Lăpușnea caldera (Gurghiu Mts., East Carpathians): first record in Romania. – *Studia Univ. Babeș-Bolyai, Geol.* **39/1–2**, 93–103.
- GÖTZ, A. 1955: Vulcanologia și stratigrafia Munților Gurghiuului de Nord și raporturile formațiunilor cu cele din Masivul Călimanilor. – *D. S. ale Com Geologic* **39**, 275–281.
- HAUER, F. 1860: Realgar, Schwefel und Aragon von Kovászna. – *Jahrb. d.K.K. Reichsanst.* **11**, Wien, 85.
- HAUER, F & STACHE, G. 1863: Geologie Siebenbürgens. – Wien.
- HERCOT, O., SEGHEDI, I., NAUD, J. & CARACAS, R. 2003: Recent mineral deposition in the crater of the Ciomadul quaternary volcano – Harghita Mountains (Romania). – *Studia Univ. Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, seria Geologia, special Issue*, **46**.
- HERBICH F. 1881: Előleges közlemény a Hargita hegységbeli hematittről. – *Orvos. Természettud. Értesítő, II. Természettud. Szak* **6/3/3**, 301–302.
- HERMANN M. 1950: Pseudobrookitos andezit Bikszadról. – *Földtani Közlöny* **80**, 10–12.
- JAKAB Gy., LACZKÓ A. A., ZÓLYA É. G., ZÓLYA L. A., PÁL-MOLNÁR E. & ZAKARIÁS L. 2005: A Székelyföld érctelepei. – *Földtani Közlöny* **135/3**, 459–478.
- JUVIGNÉ, E., GWELT, M., GILOT, M., HURGTEN, CH., SEGHEDI, I., SZAKÁCS AL., HADNAGY A., GÁBRIS, G. & HORVÁTH E. 1994: Une éruption vieille d'environ 10 700 ans (<sup>14</sup>C) dans les Carpatés Orientales (Roumanie). – *C.R. Acad. Sci. Paris* **318/II**, 1233–1238.
- KARÁTSZON D. 1992: Kárpáti tűzhányók elsődleges formakincse és lepusztulásának mértéke az összehasonlító morfometria tükrében. – Egyetemi doktori értekezés. 135 p. ELTE Természettudományi Intézet, Budapest.
- KISGYÖRGY Z. 1976: Őslények nyomában. – Edit. Dacia, Kolozsvár, 120 p.
- KOCH A. 1884–1885: Erdély ásványainak kritikai átnézete. – *Orvos-Természettud. Társulat, Kolozsvár*, 211 p.
- LACZKÓ A. A. 1996: Mineralizáció cinabrifera de la Mădăraș – Harghita. – Mesteri dolgozat. Univ. Babeș-Bolyai, Kolozsvár, 55 p.
- LACZKÓ A. A. 2003: The presence of tourmaline in the Harghita Mountains' volcanic structures. – *Studia Univ. Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, Geol., Special Issue*, 53–55.
- LACZKÓ, A. A., GHERGARI, L. & GÁL, J. 2004: The impact of the supergene alteration processes in the pollution of the mining area from Sântimbru-Băi (Southern Harghita mountains). – *Romanian Journal of Petrology* **79/1**, p. 38.
- LACZKÓ A. A., GHERGARI, L. & GÁL, J. 2005: A Csíkszentimre-büdösfürdői (Dél-Hargita hegység, Románia) higanytelepen kialakult mállási öv ásványtani és geokémiai vizsgálata. – *Földtani Közlöny* **135/1**, 143–164.
- LACZKÓ A. A. & IONESCU, L. 2006: Érvek egy vulkáni kráter létezése mellett az Ördög-tó – Komsa hegy övezetében (Észak-Hargita) – a Köves vulkáni szerkezet. – *Földtani Közlöny* **136/1**, 147–156.
- LACZKÓ A. A., UNGER Z., ZÓLYA L. & KÖMÉNY P. 2005: A VII. Székelyföldi Geológus Találkozó szakmai kirándulása alkalmával érintett földtani egységek és a megállóik rövid leírása. – *Asociația Pro Geologia Egyesület, Abstracts volume*, 7–20, Csíkszereda.
- LÁSZLÓ A., ZÓLYA L. & DÉNES I. 1996: Aspecte noi asupra mineralizației de aragonit, auripigment, realgar din parăul Hankó, zona Covasna. – *Acta* **1995**, 27–38, Sf. Gheorghie.
- MASON, P. R. D., DOWNES, H., SEGHEDI, I., SZAKÁCS AL. & THIRLWALL, M. F. 1995: Low-pressure evolution of magmas from the Călimani, Gurghiu and Harghita Mountains, East Carpathians. – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 43–52, București.

- MAGYARI E., JAKAB G., BUCZKÓ K., BRAUN M., PÁL Z., SZÁNTÓ Zs. & MOLNÁR M. 2005: A Szent Anna-tó paleolimnológiai kutatásának eredményei. – *Asociația Pro Geologia* Egyesület, Abstracts volume, 43–44, Csíkszereda.
- MĂRZA, I. 2002: Geneza zăcămintelor de origine magmatică – *Metalogenia hidrotermală. Presa Universitară Clujeană* 4., 516 p.
- MORIYA, I., OKUNO, M., NAKAMURA, T., ONO, K., SZAKÁCS AI. & SEGHEDI I. 1996: Radiocarbon ages of charcoal fragments from the pumice flow deposit of the last eruption of Ciomadul volcano, Rumania. – *Summaries of Researches using AMS at Nagoya University* 7, p. 255.
- MOȚOI, Gr, SZAKÁCS A., SETEL, A., VRĂSMĂȘ, N., SETEL, M. & TĂNĂȘESCU, L. 1975: Jelentés (Raport privind sinteza lucrărilor geologice efectuate pentru mineralizații de fier, mercur, sulf, sulfuri polimetalice și roci utile (caolin), în formațiunile vulcanosedimentare și eruptive neogene din munții Harghita de Sud, județul Harghita). – problema IV/12. – A SC"GEOLEX"SA arhivuma, Csíkszereda, 62 p.
- MUȘAT, AL. I., VASILESCU, O. & MATEL, V. 1982: Notă asupra unei mineralizații de fier de la Mihăileni, jud. Harghita. – Simpozionul probleme actuale și de perspectivă în Carpații Orientali, I, IPEG-Harghita, Gheorgheni.
- MUȘAT, AL. I., VASILESCU, O. & MATEL, V. 1985: Mineralizația de fier de la Racu – Mihăileni din Depresiunea Ciucului. – *St. Cerc. Geol. Geof. Geogr. Geologie* 30, 58–61, 23–28.
- NEAȚȘU, G. & URCAN, T. 1975: Hydrothermal transformation phenomena in the andesite of Pilișca (Harghita Mountains). – *St. Techn. Ec., Mineralogie-Petrografie* I/13, 59–63..
- NEAȚȘU, G. & URCAN, T. 1978: 10,50 A Hydromica, a principal component of "kaolin" from the Harghita Area. – *St. Tehn. Ec., Mineralogie-Petrografie* I/14, 107–117..
- NICHIȚA, O. 1963: Asupra mineralizației din versantul de nord al masivului Munților Călimani. – *Asoc. Geol. Carp.-Balc. Congr. V* (1961), Comunic. șt., 2, București.
- ORBÁN B. 1868: A Székelyföld leírása történelmi, régészeti, természetrajzi szépímereti szempontból. – Pest, I. köt., 26–131.
- PAPUCS A. 2004: A kovászai ásványtársulások. – Imreh József emlékkonferencia, Kolozsvár, 19.
- PÁVAI V. F. 1943: Kovászna környéki geológiai felvételeimnek jelentése. – *MÁFI Évi Jel.* 2, 399–402.
- PELTZ, S. 1969: Studiul petrografic al părții de sud-est a Munților Călimani. – *Inst. Geol., St. Tehn. Ec.* 1/4, 1–206.
- PELTZ, S. & PELTZ, M. 1964: Contribuții la cunoașterea aparatului vulcanic Ostoros (Munții Harghita). – *D. S. ale Ședințelor* L/1, 85–96..
- PELTZ, S., PELTZ, M., BRATOSIN, I. & IANC, R. 1981: Contribuții la cunoașterea mineralizației de fier din regiunea Lueta–Vlăhița–Chirui (județul Harghita). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* 64/2, 81–116.
- PELTZ, S., PELTZ, M., BRATOSIN, I. & IANC, R. 1983: Iron mineralization associated with the neogene volcanism in the south-west of the Harghita mountains (East Carpathians). – *An. Inst. Geol. și Geof., metamorfism, magmatism, geologie izotopică* 61, 233–244.
- PELTZ, S., PELTZ, M. & BOTÁR N. 1982: Observații litogeochemice și implicații metalogenetice în aria vulcanică Găineasa (craterul Seaca-Iătarca, munții Gurghiu). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* 67/2, 85–112.
- PELTZ, S., STANCIU, C., BALLA Z., GHEORGHIU, A., NIȚULESCU, I., POMĂRLEANU, V. & UDRESCU, C. 1982: Date noi privind mineralizația hidrotermală de la Stânceni (Munții Călimani de Sud). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* 67/2, 113–160.
- PELTZ, S., STANCIU, C., ANASTASE, S., TĂNĂȘESCU, A., UDRESCU, C., VASILIU, C. & VIJDEA, E. 1974: Jelentés. (Raport geologic – Studiu de sinteză al forajelor de mare adâncime și medie, executate de IPEG-Harghita și corelarea cu datele de suprafață – Forajele de adâncime mare de la Sântimbru Băi și Harghita.) 63. Tema 21. București. – A SC"GEOLEX"SA arhivuma, Csíkszereda, 65 p.
- PELTZ, S., ȘTEFĂNESCU, M., BALLA, Z. & GHEORGHIU, A. 1981: Date noi privind structura geologică a regiunii Zembrac–Mermezeu (Stânceni, Munții Călimani). – *D. S. Inst. Geol. Geofiz.* 66/5, 86–93.
- PELTZ, S., VAJDEA, E., BALOGH, K. & PÉCSKAY Z. 1987: Contributions to the chronological study of the volcanic processes in the Călimani and Harghita Mountains (East Carpathian, Romania). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* 72–72/1, 323–338.
- PÉCSKAY Z., EDELSTEIN O., SEGHEDI, I., SZAKÁCS A., KOVÁCS M., CRIHAN, M. & BERNAD, A. 1995a: K-Ar dating of Neogene–Quaternary calc-alkaline volcanic rocks in Romania. – *Acta Volcanica* 7/2, 53–61.
- PÉCSKAY Z., LEXA, J., SZAKÁCS, AI., BALOGH, K., SEGHEDI, I., KONECY, V., KOVÁCS, M., MÁRTON, E., KALICIAK, M., SZÉKY-FUX, V., PÓKA, T., GYARMATI, P., EDELSTEIN, O., ROȘU, E. & ZEC, B. 1995b: Space and time distribution of Neogene–Quaternary volcanism in the Carpatho–Pannonian Region. – *Acta Volcanica* 7/2, 15–28.

- POMĂRLEANU, V., PELTZ, S. & BALLA, Z. 1981: Studiul incluziunilor fluide în aria mineralizației hidrotermale asociate structurii eruptive Zembrac-Mermezeu (Stînceni, munții Călimani). – *St. Cerc. de Geol., Geof., Geogr., seria Geologie* **T26/2**, 233–240.
- POPA, T., POPA, S. & MATSCH, E. & SEBA, I. 2002: Hydrothermal alteration at Fancel-Lapusna volcanic edifice (Eastern Carpathian Mountains, Romania) and its significance in exploration focus. – *SGR, GEO-2002 anual scientific session* 24–25 May, 40.
- RĂDAN, S., SEGHEDI, I. & BUNESCU, C. 1992: Opal-CT Iepispheres in hydrothermal alteration deposits from East Carpathians neogene volcanic zone. – *Romanian Journal of Mineralogy – Abstracts volume 75/1*, 38. p. I.G.R.
- RĂDULESCU, D. & DIMITRESCU, R. 1966: Mineralogia topografică a României. – Ed. Ac. Rom., 376 p., București
- RĂDULESCU, D., PELTZ, S., STANCIU, C., SEGHEDI, I., SZAKÁCS AI., UDRESCU, C., BRATOSIN, I., TĂNĂȘESCU, A., VAJDEA, E., GRABARI, G., SOIAN, M., POPESCU, FL., IONESCU, FL., NICULIN, M., SCURTU, FL. & MOLDOVEANU, M. 1984: Jelentés. (Sinteză cercetărilor geologice, geofizice și geochemice executate în Munții Harghita de Sud.). 102 p., Tema 2.5.c. A SC"GEOLEX"SA arhivuma, Csíkszereda.
- RĂDULESCU, D., PELTZ, S., STANCIU, C., UDRESCU, C., ANASTASE, S., DAVID, M., TĂNĂȘESCU, A., VAJDEA, E., SOIAN, M., IONESCU, FL., POPESCU-BRADET, L., NICULIN, M., NICULIN, FL. & MOLDOVEANU, M. 1982: Jelentés. (Sinteză cercetărilor geologice și geofizice în vederea stabilirii perspectivelor pentru minereuri neferoase și auro-argentifere din partea sudică a Munților Gurghiu.) – 115 p., A SC"GEOLEX"SA arhivuma, Csíkszereda.
- RĂDULESCU, D., PELTZ, S. & POPESCU, A. 1973: Lower compartment of the structure of the Călimani, Gurghiu and Harghita Mountains: the volcano-sedimentary formation. – *An. Inst. Geol.* **41**, 15–26.
- RĂDULESCU, D., PÉTER E., STANCIU, C., ȘTEFĂNESCU, M. & VELICIU, Ș. 1981: Asupra anomaliilor geotermice din sudul munților Harghita. Considerații pe marginea unor prime cercetări. – *St. Cerc. de Geol., Geof., Geogr., seria Geologie* **T26/2**, 168–184
- RĂDULESCU, D., VASILESCU, A. & PELTZ, S. 1964: Contribuții la cunoașterea structurii geologice a Munților Gurghiu. – *An. Com. Geol.* **33**, 87–151.
- SAVUL, M. & NICHITA, O. 1955: Fenomene metamorfice provocate de erupțiunile andezitice din Munții Călimani (Colibița, reg. Cluj). – *An. Univ. Iași* **1**, 1–2.
- SCHMIDT S. 1882: Haematit a Hargitából. – *Orvos. Természettud. Értesítő II. Természettud. Szak.* **4/3**, 250–265.
- SEGHEDI, I. 1982: Contribution to the study of the Călimani caldera. – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **67/1**, 87–126.
- SEGHEDI, I., DOWNES, H., SZAKÁCS A., MASON, P. R. D., THIRWALL, M. F., ROȘU, E., PÉCSKAY Z., MÁRTON E. & PANAIOTU, C. 2004: Neogene-Quaternary magmatism and geodynamics in the Carpathian-Pannonian region: a synthesis. – *Lithos* **72**, 117–146.
- SEGHEDI, I., MEDEȘAN, A. & ZĂMĂRCAN, A. 1985: Contribuții la studiul proceselor de transformare postmagmatică asociată corpului intruziv monzodioritic din partea centrală a calderii Călimani. – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **69/1**, 149–166.
- SEGHEDI, I. & RĂDAN, S. 1992: Zunyite and natroalunite occurrences in the Călimani caldera: comparison with other East Carpathians occurrences. – *România Journal of Mineralogy – Abstracts volume 75/1*, 39–40.
- SEGHEDI, I., RĂDAN, S. & VANGHELIE, I. 1992: Comparative mineralogenetic study of alunite occurrences in Romania. – *România Journal of Mineralogy – Abstracts volume 75/1*, 40–41.
- SEGHEDI, I., SZAKÁCS AI. & MASON, P. R. D. 1995: Petrogenesis and magmatic evolution in the East Carpathian Neogen volcanic arc (Romania). – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 135–143.
- SEGHEDI, I., SZAKÁCS A., PÉCSKAY Z. & MASON, P. R. D. 2005: Eruptive history and age of magmatic processes in the Călimani volcanic structure (Romania). – *Geologica Carpathica* **56/1**, 67–75.
- SEGHEDI, I., SZAKÁCS AI., SNELLING, N.J. & PÉCSKAY Z. 2004: Evolution of the Neogene Gurghiu Mountains volcanic range (Eastern Carpathian, Romania), based on K-Ar geochronology. – *Geologica Carpathica* **55/4**, 325–332.
- SETEL, M., SETEL, A., SZAKÁCS AI. 1976: Jelentés. (Raport Geologic – Prospekțiuni și studii geologice pentru elemente rare și disperse și sulfuri polimetalice în vulcanite neogene din munții Harghita, perimetrul Vârghiș și dealul Coșa, jud. Harghita.). – A SC"GEOLEX"SA arhivuma, Csíkszereda.
- SCHREIBER, W. E. 1994: Munții Harghita. Studiu Geomorfologic. – Ed. Acad. Rom. 450 p.
- STANCIU, C. 1973: Contribuții la cunoașterea transformărilor hidrotermale ale vulcanitelor neogene din munții Gurghiu. – *An. Univ. Buc.* **22**, 31–37.

- STANCIU, C. 1976: Transformări hidrotermale în craterul Ostoros (foraj 3) din Munții Harghita. – *D. S. Inst. Geol.* **62/1**, 199–213.
- STANCIU, C. 1982: Structura eruptivă de la Mădărașul Mare din partea centrală a Munților Harghita. – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **67/1**, 127–146.
- STANCIU, C. 1984: Hypogene alteration genetic types related to the Neogene volcanism of the East Carpathians, Romania. – *An. Inst. Geol. Geof.* **64**, 235–243.
- STANCIU, C. 1996: Zonele de alterare hidrotermală interceptate de foraje în vulcanitele neogene din Carpații Orientali. – *An. Inst. Geol. al României* **69/1**, 259–261.
- STANCIU, C. & MEDEȘAN, AL. 1971a: Argilizarea hidrotermală asociată depozitelor de sulf nativ din caldera Căliman. – *St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., seria Geol.* **16/1**, 107–121.
- STANCIU, C. & MEDEȘAN, AL. 1971b: Geochemia proceselor de transformare și mineralizare în zăcămintul de sulf nativ din caldera Călimani. – *St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., seria Geol.* **16/2**, 321–342.
- STANCIU, C., UDRESCU, C. & DAVID, M. 1985: The Mădărașul Mare rhyodacite (Harghita Mountains). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **69**, 199–215.
- SZAKÁCS, A. 1992: The siderite of the neogene volcanism-related iron ores in the East Carpathians (Romania). Mineralogical and chemical features. – *România Journal of Mineralogy* **75/1**, 44 p.
- SZAKÁCS, A. & GAFTOI, F. 1992: Isotopic composition of oxygeni, carbon and sulphur in siderite ore deposits associated to neogene volcanism in the East Carpathians – preliminary data. – *România Journal Mineral Deposits* **75**, 39–43.
- SZAKÁCS A. & SEGHEDI, I. 1986: Chemical diagnosis of the volcanics from the most southernmost part of the Harghita Mountains – Proposal for a new nomenclature. – *Rev. Roum. Geol. Geophys. Geogr., Geologie* **30**, 41–48.
- SZAKÁCS A. & SEGHEDI, I. 1995: Time-space evolution of Neogen–Quaternary volcanism in the Călimani–Gurghiu–Harghita volcanic chain. – *România Journal of Stratigraphy* **76**, 24 p.
- SZAKÁCS A. & SEGHEDI, I. 1996: Tipuri genetice de vulcanoclastite în lanțul eruptiv Călimani–Gurghiu–Harghita (Carpații Orientali). – *An. Inst. Geol. al Rom.* **69/1**, 157–159.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI, I. & PÉCSKAY Z. 1995: Genetic types and Age of Volcanoclastics in the Călimani–Gurghiu–Harghita Volcanic Chain (East Carpathians): Towards a new Volcanological Model. Xth R-C-M-N-S- Congress Bucharest. – *D. S. Sed. Inst. Geol. Geof.* **76/7**, 53–54.
- TĂNĂȘESCU, L. 1967: Date noi asupra formațiunilor geologice de adâncime din bazinul Mădăraș și asupra mineralizației de siderită. – *St. Tehn. Ec.* **7**, 189–206.
- TĂNĂȘESCU, L. 1971: Date asupra prezenței anhidritului în depunerile hidrotermale din munții Gurghiu. – *St. Cerc. de Geol., Geof., Geogr., seria Geol.* **16/1**, 67–71
- TĂNĂȘESCU, L. 1978a: Date asupra prezenței turmalinei și fluorinei în vulcanitele neogene din munții Harghita. – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **66/1**, 37–41.
- TĂNĂȘESCU, L. 1978b: Jelentés. (Studiul mineralogic-petrografic al mineralizațiilor de cinabru din vulcanitele neogene din perimetrul pârâul Băilor – pârâul Vermed, adiacente lucrărilor de exploatare de la Sântimbru, județul Harghita.). Problema XV/2, – A SC"GEOLEX"SA arhívuma, Csíkszereda, 12 p.
- TEODORU, I. & TEODORU, C. 1966: Faciesurile de metamorfism hidrotermal în caldera munților Călimani. – *D. S. Com. Geol.* **52/1**, 165–179.
- TEODORU, I., TEODORU, C. & ÎNTORSUREANU, I. 1970: Cercetările petrografice în munții Călimani de Nord. – *D. S. Com. Geol.* **56/1**, 129–150.
- TÓTH A. 2002: Contributions on the mineralogy of the Corund carbonate deposit. – *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia* **47/1**, 149–159.
- TREIBER I. 1955: Vulcanologia și tectonica Munților Gurghiuului de Sud. – *D. S. ale Șed., Com Geologic* **39**, 281–286.
- TREIBER I. 1956: Hematita din Munții Călimani. – *Stud. Cerc. Geol.–Geogr.* **7**, 1–4.
- TREIBER I. 1971: Contribuții la studiul petrografic și petrochimic al masivului eruptiv Sumuleu – Jigodin – Harom (Harghita). – *St. cerc. Geol., geof., geogr., Geologie* **16/1**, 73–84.
- VASILESCU, AL. 1964: Asupra prezenței cinabruului în m/unții Harghita (la Sântimbru-Băi). – *D. S. Inst. Geol. Geof.* **50/2**, 181–185.
- VENDL A. 1922: Baryt Gömör-Rákosról, Rozsnyóról és Felsőbányáról. – *Ann. Mus. Hung.* **19**
- ZAKARIÁS L., BALLA Z., PAP J., SZÁSZ A. & BOTÁR M. 1992: Szintézis (Date sintetice asupra principalelor lucrări de cercetare geologică prin foraje și galerii executate în perimetrul neogen Călimani–Gurghiu–Harghita în perioada 1970–1990). A SC"GEOLEX"SA arhívuma, Csíkszereda, 78 p.



ZIMÁNYI K. 1913: Hematit a Kakukkegyről. – *Földtani Közöny* **53**, 431–444.

ZEPHAROVICH, V. 1859, 1873, 1893: Mineralogisches Lexikon des Kaiserthums Österreich. – Wien.

A kézirat beérkezett: 2006. 01. 19.