

Felszín alatti üregek kutatása és vizsgálata mérnökgeofizikai módszerekkel

LANTOS MIKLÓSNE okl. geofizikus, tudományos csoportvezető — KOVÁCS ANDRÁS okl. geofizikus, tudományos munkatárs
(Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

ETO: 550.832:622.834

Intézetünk geotechnikai osztályán a felszín alatti üregek kutatására, valamint az üregek körüli közetállapot megismerésére geofizikai módszereket alkalmaztunk. Az üregeket a felszínről geoelektromos módszerrel kutattuk. Az üregek helyzetének és állapotának pontosításához, illetve a környező közet állapotának meghatározásához köztérfizikai jellemzőkre kalibrált karotázsméréseket végeztünk. Az eredményeket elvégzett vizsgálatokból vett példákön mutatjuk be. Ismertetjük az üregek kutatására és geotechnikai vizsgálatára optimálisnak mutató vizsgálati eljárást.

Az üregkutatás problémái

A felszín alatti természetes és mesterséges üregrendszerek — barlangok, bányáüregek, pincék — már régóta gondot okoznak lakóépületek, lakótelepek, továbbá ipari létesítmények telepítésénél. A település- és ipari fejlesztés során e gondok egyre szaporodnak. A legnagyobb problémát az jelenti, hogy az esetek többségében az üregrendszerről csak igen kevés adat áll rendelkezésre, de előfordulnak olyan esetek is, amikor az üregekre csak a kivitelezési munkák során találunk rá.

Az üregeket rendszerint elsődlegesen helyszíni bejárással igyekeznek feltárni, de ez egyrészt igen időigényes, másrészt pl. az omlásokkal elzárt vagy bányákban részlegesen tömedékelt szakaszokat egyáltalán nem, vagy csak igen körülményesen lehet megközelíteni.

Az üregrendszerek megismerésének másik szokásos módja a fúrásos feltárás. Ennél azonban az a probléma, hogy ha a fúrásokat nem az üregek előfordulási gyakoriságának megfelelő sűrűséggel telepítik, akkor esetleg hiányosan tárják fel az üregrendszert és ez téves feltételezésekhez vezethet.

Még ha az üregrendszer elhelyezkedéséről vannak is többé-kevésbé megbízható adatok, bizonyos számú fúrásra akkor is szükség van, elsősorban az üregek feletti közetállapot, köztetszilárdság megismeréséhez. A fúrásos köztetmintavétellel azonban általában éppen a felboltozódás, vagy az omlás miatti fellazulás következtében meggyengült köztet-szakaszból nem lehet köztetmechanikai adatokat nyerni, mert gyakran ezek a szakaszok nem szolgáltatóknak a laboratóriumi vizsgálatokra megfelelő mintákat. Az üregkutatás e nehézségein felszíni és fúrólukbeli geofizikai mérésekkel segítünk.

Üregek kutatása a felszínről

A geoelektromos vizsgálatoknál a köztetömbben lévő változásokat fajlagos elektromos ellenállásméréssel határozzuk meg. Az üregkutatásnál nagy

többségben levegővel telt üregek kimutatása a feladat. Ezeknek az üregeknek a környező köztetfélésegekhez viszonyítva — elvileg — végtelen nagy fajlagos elektromos ellenállásuk van. Kutatásukhoz olyan módszert választottunk, amely egy homogén, vagy inhomogén köztetömbben térben körülhatárolt, a környezetétől nagymértékben elütő fajlagos elektromos ellenállású térrész kimutatására alkalmas. A célnak legjobban a dipolaxiális horizontális elektromos szelvényezés felel meg. A módszer lényege:

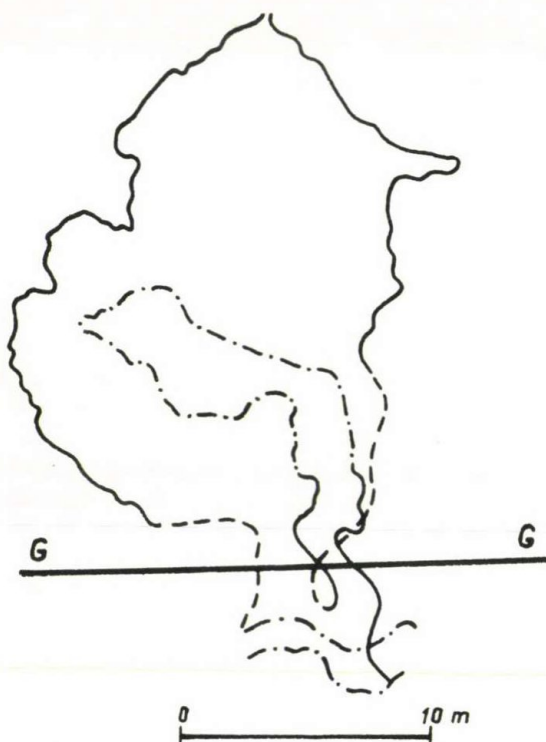
A fajlagos elektromos ellenállást a mérési vonal mentén dipolelrendezésű elektródákkal mérjük. Egy adott szondaelrendezéshez tartozó fajlagos elektromos ellenállásérték — az elméletileg homogén köztetben — a felszíntől számítva a dipolhossz felének megfelelő mélységből származik. A mérés során fokozatosan növeljük a behatolási mélységet, vagyis a köztet azon pontjának a felszíntől számított távolságát, amelyre a mérési érték vonatkozik. Azokra a mérési pontokra, amelyek összefüggő köztetömbben helyezkednek el, az anyagi felépítésre jellemző fajlagos elektromos ellenállásértéket kapunk. Azokra a pontokra pedig, amelyek üregbe kerülnek, az előzőeknek a sokszoros értékét. Egy szelvényvonal mentén olyan függőleges mérési síkhálót állítunk elő, amelynek rácspontjait a felszíni mérőhelyek és a behatolási mélységpontok alkotják. Ha a mérési hálót a felszín alatti üregek méretéhez igazított rácspontsűrűséggel alakítjuk ki, a mérési értékek alapján az üregek méretét és mélységét meg tudjuk határozni. A mérési adatokat izoohmszelvényekként dolgozzuk fel.

A módszerrel elérhető eredményeket néhány feltárt és feltérképezett barlangszakaszon mutatjuk be.

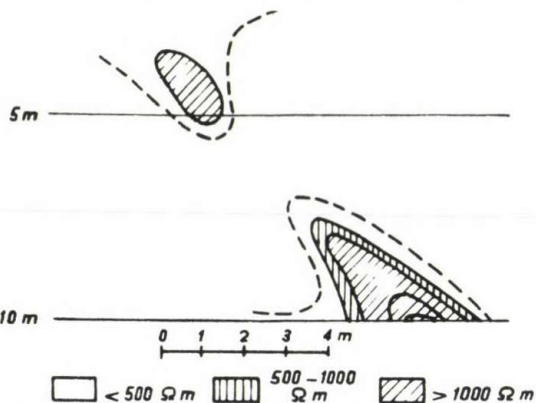
Az 1/a. ábrán egy barlangterem térképének részlete látható, ahol a G—G geoelektromos mérési vonal olyan helyen húzódik, ahol a barlangterembe a felszínközéltől járat vezet le. A járatot méréseink során tárták fel.

Az 1/b. ábrán a mérési vonalon szerkesztett izoohmszelvénynek az előbbieken említett járatra eső szakaszát mutatjuk be. Itt a mérések 10 m mélységi behatolással készültek. A járat felső zónájában laza törmelékben kisebb üregek fordultak elő. Egy ilyen kisebb üreget körvonalaz az ábrán az 5 m körüli, nagy fajlagos ellenállású anomália. Az összefüggő nyitott szakasz kb. 8 m-től kezdődött, vagyis onnan, ahol a fajlagos ellenállás 1000 ohmm-nél nagyobb. A környező köztet márgás, átlagos fajlagos elektromos ellenállása 200—500 ohmm.

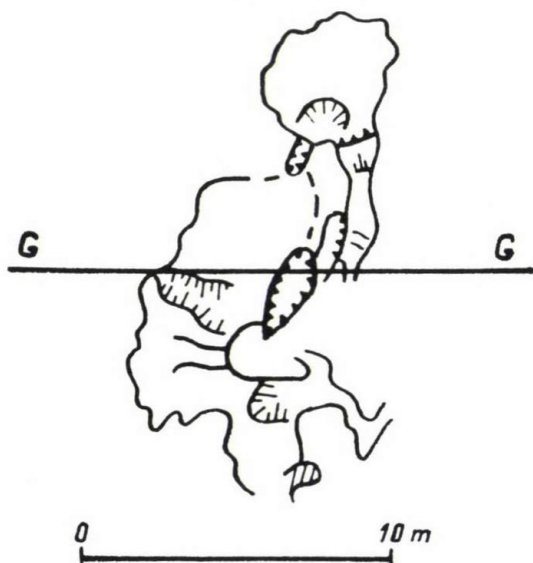
A 2/a. ábra a Pálvölgyi-barlang egy mélyebb helyzetű szakaszának a térképe. Itt a barlangjárat legmélyebb pontja a felszíntől kb. 40 m mélységben van.



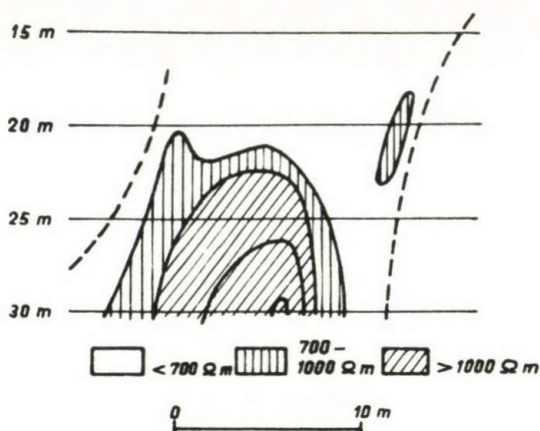
1/a. ábra. Felszínközeli barlangjárat térképrészlete



1/b. ábra. Az 1/a. ábrán látható barlangjárat feletti geoelektromos szelvény



2/a. ábra. Mélyebb szintű barlangjárat térképrészlete

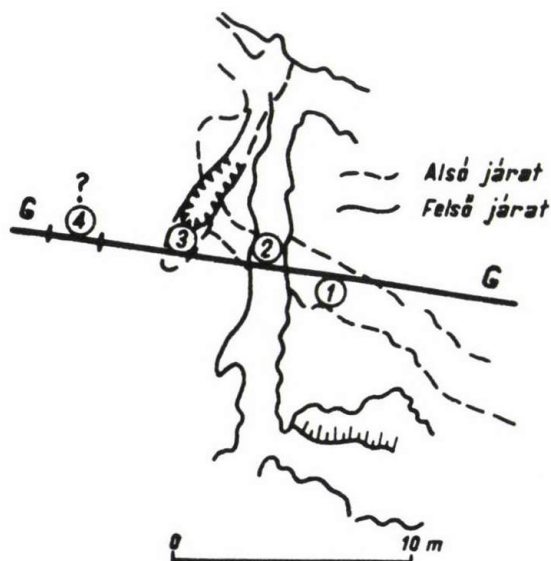


2/b. ábra. A 2/a. ábrán látható barlangjárat feletti geoelektromos szelvény

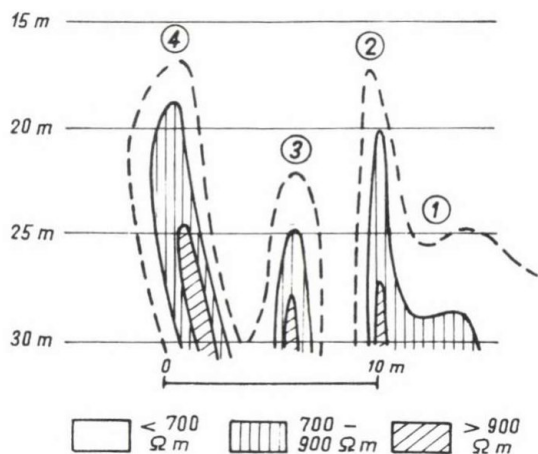
A 2/b. ábrán az előbbi barlangjárat térképrészleten feltüntetett G—G szelvényvonalon végzett 30 m-es mélységi behatolású mérések eredménye látható. Az üreghez itt is 1000 ohmm-nél nagyobb fajlagos ellenállású térrész tartozik. A környező kőzet eocén korú bryozoás márga, melynek átlagos fajlagos ellenállása zavartalan állapotban 300—700 ohmm.

A 3/a. ábra a Pálvölgyi-barlang egy olyan szakaszának térképrészlete, ahol a különböző mélység-szintű járatok együtt fordulnak elő. Az alsó járat talppontja kb. 40 m, a felsőé kb. 20 m mélységben van. A G—G mérési vonal mindkét mélységszintű járaton keresztülhaladt.

A 3/b. ábra a fenti szakaszra eső mérési eredményeket mutatja. Az egyes barlangjáratszakaszok a fajlagosellenállás-anomáliákkal a számozás szerint azonosíthatók. Az 1. és 3. anomália mélyebb szintű járatoknak felel meg. A 2. anomália az alsó és felső járat kereszteződésére esik, együtt hozza azokat. A 4. anomália helyén járat nem szerepel a térképen. Itt minden bizonnyal még fel sem tárt egy vagy több járat húzódik.



3/a. ábra. Térképrészlet egy többszintes barlangról



3/b. ábra. A 3/a. ábrán látható járatok feletti geoelektromos szelvény

Üregek vizsgálata fúrólyukakban

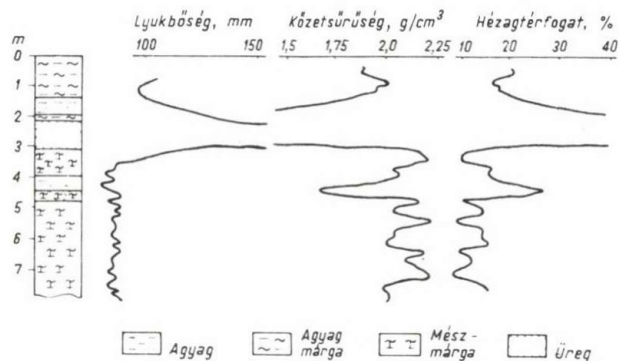
A felszíni geofizikai mérésekkel feltárt területen szükség van még fúrások mélyítésére is: részben a mérési eredmények ellenőrzésére, az üregek belméretének, illetve anyaggal kitöltöttségének pontosítására, főleg pedig a környező kőzet állapotának meghatározására.

A fúrások magmintavétel előzőekben vázolt problémáinak csökkentése érdekében az üregkutató fúrásokban karotázsvizsgálatokat is végeztünk, kőzetfizikai jellemzőkre kalibrált nukleáris módszereket és fúrólyukbőrség-szelvényezést alkalmaztunk. (Mivel az ilyen jellegű fúrások mindig száraz technikával mélyülnek, ezeknél elektromos mérésekre nincs lehetőség.)

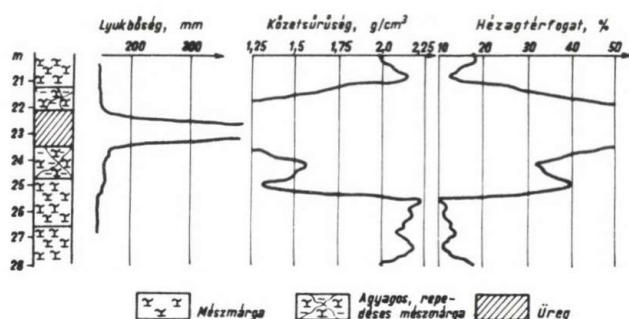
A 4. ábra egy felszínközeli természetes üreget harántolt fúrás mérési adatait tartalmazza. Az ábrán az üreg helyét és méretét meghatározó mérési értékeken túlmenően az is látható, hogy az üreg alatt több repedezett szakasz és egy igen laza, töredezett zóna is van.

Az 5. ábrán egy nagyobb mélységben elhelyezkedő természetes üreghez tartozó mérési adatokat mutatunk be. Az üreg tektonikai vonalhoz kapcsolódó barlangosodás eredménye, amelyet alul és felül erősen töredezett, repedezett, és ezért kis szilárdságú kőzetzóna fog közre.

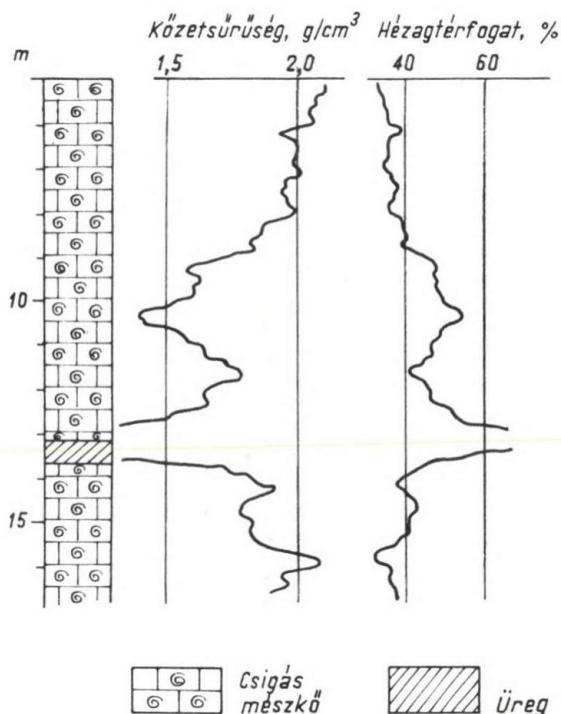
A 6. ábra egy olyan fúrás mérési eredményeit tartalmazza, amely egy felhagyott bentonitbánya



4. ábra. Felszínközeli üreg és környező kőzet kőzetfizikai jellemzői karotázsmérések alapján



5. ábra. Mélyebb fekvésű üreg és környező fellazult kőzet kőzetfizikai jellemzői karotázsmérések alapján



6. ábra. Felhagyott bánya összemert ürege és a felette lévő fellazult zóna kőzetfizikai jellemzői karotázsmérések alapján

összemert üregét harántolja. A karotázsmódszerrel meghatározott kőzetfizikai jellemzőkből megállapítható az üreg feletti fellazulás vertikális kiterjedése és az ebből adódó kőzetállapot-romlás mértéke.

Következtetések

A geofizikai módszereket több mesterséges és természetes üregrendszerrel is sikerrel alkalmaztuk. Alkalmazásuknál az alábbiakat tapasztaltuk: a mesterséges üregeknél a hely és méret meghatározása mellett lényeges a főtében bekövetkezett gyengülés mértékének meghatározása is. A természetes üregek általában tektonikai vonalakhoz kapcsolódnak, amelyek töredezett zónáiban az üres hasadékok is, a törmelékes vagy utólagosan bemosott anyaggal kitöltött szakaszok is befolyásolják az üreg körüli kőzettömeg szilárdságát. Ezért ezek vizsgálata is

szükséges. A tektonikai zónák a részletes geoelektromos vizsgálatokkal szintén kimutathatók.

Az üregek kutatására és geotechnikai vizsgálatára műszaki és gazdasági szempontból optimálisnak mutató vizsgálati eljárás az alábbi:

— Az üregrendszer várható mélységi és területi elhelyezkedését, valamint az üregek várható méreteit figyelembe véve meghatározott részletességű felszíni geoelektromos méréseket végzünk.

— A felszíni létesítmények szempontjából kritikus mélységű és méretű üregekbe, természetes üregeknél a tektonikai zónákba is fúrásokat mélyítünk, és ezekben közfizikai jellemzőkre kalibrált karotázsméréseket végzünk.

— Fentiekkel pontosítjuk a felszíni mérések üregekre, illetve törési vonalakra vonatkozó ada-

tait, továbbá kiegészítjük és pontosítjuk a fúrási mintákból a kőzetállapotra meghatározott jellemzőket.

— Végül a vizsgálati eredmények alapján szükség szerint javaslatot teszünk a felszíni létesítményekre veszélyes üregek helyszíni feltárására.

IRODALOM

- [1] *Ferenczy L.*: Felszínközeli üregek mélységének és méreteinek meghatározása geoelektromos dipolszervezéssel. Magyar Geofizika, XXI. évf. (1980), 4. sz. p: 134—142.

(A kézirat 1985. október 29-én érkezett be.)

Könyvismertetés

Koch Sándor: *Magyarország ásványai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.

1985 szeptemberében jelent meg *Mezősi József* szerkesztésében *Koch Sándor* „Magyarország ásványai” című könyvének második, átdolgozott kiadása. Az *Akadémiai Kiadó* gondozásában megjelentetett kötet 562 oldalra bővült, szemben az első, 1966. évi kiadás 419 oldalas terjedelmével. Az első kiadás szerkezeti felépítésével azonos szerkesztésű kötet a magyar ásványtan rövid történetét is ismerteti az előszón és a bevezetésen kívül, majd csaknem 530 oldalon át részletesen tárgyalja — tematikus sorrendet tartva — a magyarországi ásványlelőhelyeket. A könyvet külön ábrajegyzék (307 db), ásványcímző- és lelőhelylista, valamint névmutató egészíti ki. Az irodalomjegyzék az egyes lelőhelyek ismertetése után külön-külön található, jobban összpontosítva így az olvasó figyelmét a tárgyalat lelőhelyre vonatkozó munkákra. A második kiadás szerkesztője ebben is helyesen alapozott az eredeti munkára. A kötet csaknem négyszáz ásványcímzót tartalmaz — szemben az első kiadásban tárgyalat 260 ásványfajjal —, és ezek 1200 lelőhelycímzőre oszlanak meg, természetesen egy-egy lelőhely ásványasszociációit is beleértve. Az újabb kiadás átdolgozásában a szerkesztő *Mezősi József*en kívül többen is részt vettek, úgy mint *Bárdossy György*, *Fazekas Via*, *Grasselly Gyula*, *Nagy Béla*, *Selmeczi Béláné*, *Szabó Zoltán* és *Vincze János*. Legjobb szándékú törekvéseik ellenére is sok helyen hiányérzetünk marad a könyv olvasása közben. Nagyon nehéz feladatra vállalkozik ugyanis az, aki *Koch Sándor* professzor életművét azonos színvonalon kísérli meg folytatni. A legmélyebb tárgyismereten kívül aprólékos pontosságra és fáradhatatlan szorgalomra is szükség van. És, ha mégoly tökéletes is a kézirat, a könyvet formába öntő és komoly anyagi eszközöket is igénylő nyomdatechnika tönkretelhet mindent. Amikor az olvasó, a tárgyszerető geológus kezébe veszi a könyvet, ilyen gondolatok kavarnak a fejében olvasás közben.

A mű három fő részre oszlik. A magmás eredetű kőzetekhez kötött ásvány-előfordulásokat 333 oldalon tárgyalja, és ez a rész egyben a legbővebb egysége is a kötetnek. A második rész a mállás és üledékképződés útján létrejött ásványtársulásokat tartalmazza 154 oldalon, míg a harmadik részben az átalakult (metamorf) kőzetekhez kötött ásvány-előfordulások kaptak helyet. Külön fejezet foglalkozik röviden a magyarországi meteoritokkal. Az egyes részek — *Koch Sándor* eredeti genetikai rendszerét követve — a földtani korok időrendi sorrendjében tájegységenként

taglalják a lelőhelyeket. A fejezetekben rendre helyet kaptak az ásványképződések földtani kereteit is tárgyaló genetikai ismertetések. Kár, hogy a második kiadás átdolgozóinak figyelme (ideje?) nem terjedhetett ki a szükséges korszerűsítések elvégzésére, különösen azoknak a lelőhelyeknek az esetében, amelyeknek jobb megismerése, illetve felfedezése a legutóbbi évtizedek eredménye. Bár az egyes fejezetek utáni irodalomjegyzékek tartalmazzák a tárgyhoz tartozó hazai publikációk többségét, a szintézis nem mindig sikerült.

Sajnos szerkesztői figyelmetlenségek is rontják a könyv értékét. Például a 259. oldalon a 161. ábrán apofillitkristályt láthatunk *Recskről*, de sem a lelőhely tárgyalásánál a szövegben, sem az ásványcímző alatt a lelőhelyre utalást nem találunk. A több helyen előforduló sajtóhiba, amely ásványnevek esetében nem engedhető meg, szintén rontja a könyv hitelét. Így például a 181. oldalon *adulár* nevű ásványról olvashatunk *adulár* helyett, a 236. oldalon pedig *Parásdászvár* község *Nógrád* megyébe került *Heves* megye helyett.

A könyvben is megemlített és világritkaságnak számító *csordakúti mellit* meglelése az utóbbi évek eredménye és az ásványgyűjtők lelkes táborának büszkesége. Ugyanakkor egyik hiányossága a kötetnek a *recski* mélysíntről 1982-ben előkerült kapitális *whewellit*-kristályok ismertetésének elmaradása, amelyeknek a híre pedig gyorsan elterjedt ásványgyűjtő körökben. Ezeket csak példaként ragadtam ki, a lista nem teljes.

A végére hagytam a könyv talán legnagyobb fogyatékosságát: és ez a fényképek minősége, illetve a nyomdatechnika. Tudjuk jól, milyen anyagi áldozatokkal jár egy ilyen mű kiadása és milyen drága a jó minőségű papír, de megengedhető-e a szakmai és esztétikai érték súlyos csorbitása nélkül, hogy pontosan a színes ásványvilágot tárgyaló, csaknem egyetlen autentikus hazai munka ilyen csapnivaló fényképanyaggal szolgáljon. Éppen ezért ezzel a kötettel ezt a vállalkozást nem tekinthetjük lezártnak addig, amíg ez irányú igénytelenségünket végleg le nem vetkőzzük.

Mindezek ellenére köszönet a szerkesztőnek, munkatársainak és a kiadónak, hogy jól használható, áttekinthető kézikönyvet adott ismét a hazai szakemberek kezébe, és egyszersmind nem engedte feledtetni a hazai ásványtan kiváló egyéniségének tiszteletre méltó emlékét.

Dr. Baksa Csaba