

1. 3. 1 Áttekintés a bauxitelőkutatásról

Kakas Kristóf, Kiss János, Magyar Balázs, Szilágyi Imre, Szörényi Zoltán

A Központi Földtani Hivatal megrendelésére a Dunántúlik-özéphegység és a Villányi hegység 5 előkutatási programjának keretében végeztünk bauxitkutató méréseket (7. ábra).

A Gerecse hegység DK-i részére vonatkozó, még 1983-ban elkezdett előkutató program szerint *Tarján–Felsőgalla* térségében MFS mérésekkel, *Szomor–Gyermely* térségében vertikális elektromos szondázásokkal ellenőriztük a korábbi gravitációs felmérés eredményeiből feltételezhető aljzatabemélyedések létét, és az aljzatabemélyedésekre bauxit és/vagy szénkutató fúrások lemélyítését javasoljuk. *Bajnától Ny-ra* és (a *Vértes* hegység ÉK-i részén) *Körtvélyespuszta* térségében elsősorban VLF ellenállástérképezéssel kerestük a triász aljzatkibúvások közötti bauxitra perspektívikus aljzatabemélyedéseket. Ahol a kisebb "medencék" magasfedője (nagyellenállású) hárshegyi homokkő volt, ott jó eredményeket értünk el a nagyfrekvenciás MFS szondázások alkalmazásával. *Csabditól K-re* kiegészítő gravitációs mérést végeztünk. *Mánytól DK-re* potenciáltérképezéssel (részben VLF ellenállásmérésekkel), majd MFS szelvényezésekkel kutattuk a triász aljzat szerkezeti egységeit. A mérések alapján telepített két fúrás a kutatási terület infraoligocén denudációját igazolta.

A gravitációs felmérésből, a potenciáltérképezésből, majd (a triász aljzat detektált bemélyedéseire telepített) MFS szelvényekből álló módszeregyüttes alkalmazhatóságát egy alsóörspuszta szelvényen (*Zs-7 szelvény, 14. ábra*) mutatjuk be. A gravitációs minimum és a vezetőképesség maximum kijelöli a felszínközeli triászrögök közötti öblöt. A pontos aljzattélységeket (és a szerkezeti formaelemeket) MFS szondázásokkal kaptuk. A szondázási görbékből a "medence"-kitöltés is tagolható, az aljzat felett kisellenállású összletet kell feltételeznünk. A javaslatunkra lemélyült bauxitkutató fúrás (*Zs-89*) a várt szintben bauxitos összletet tárt fel.

A *Bakony ÉNy-i előterében*, *Tapolcafi* körzetében folytattuk az 1986-ban elkezdett távlati bauxitkutatást [ELGI 1987. Évi Jelentése, pp. 16–18, ELGI 1988–89. Évi Jelentése, pp. 87–91]. Tranziens szondázásokkal és potenciáltérké-

1. 3 BAUXITE PROSPECTING

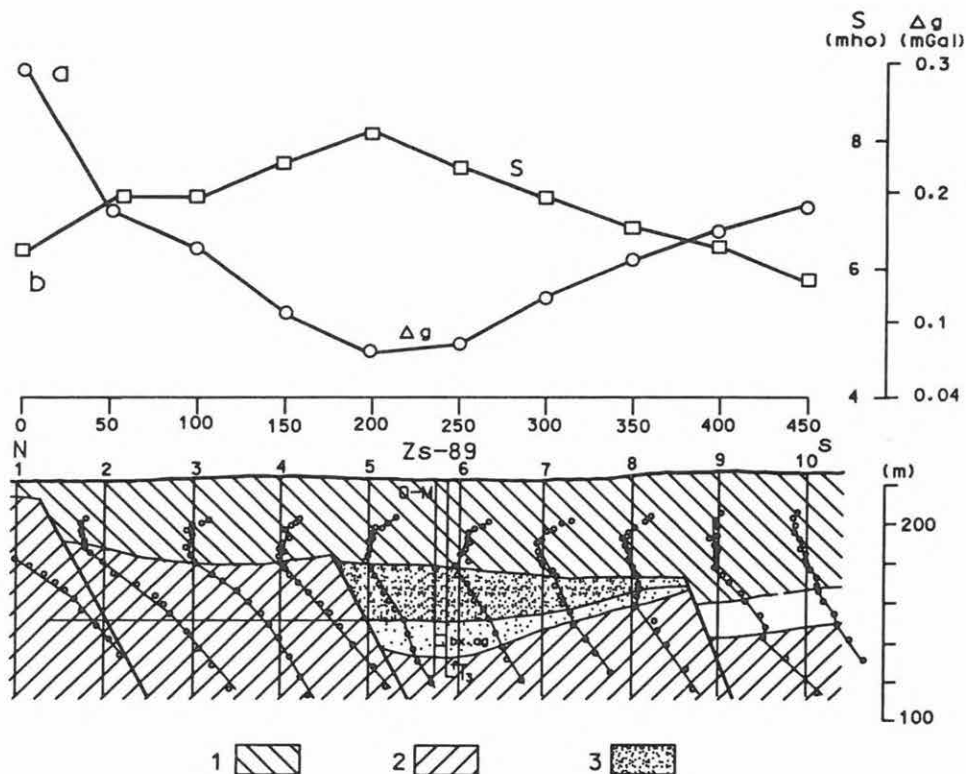
1. 3. 1 Review of the reconnaissance survey

Kristóf Kakas, János Kiss, Balázs Magyar, Imre Szilágyi, Zoltán Szörényi

Geophysical prospecting was performed in the Transdanubian Central Range and Villány Mountains within the framework of 5 reconnaissance projects, financed by the Central Office of Geology (Fig. 7).

Based on the Gerecse-SW project, dated back to 1983, the probable basement depressions detected by earlier gravity surveys were revised by MFS soundings around *Tarján-Felsőgalla* and by vertical electric soundings around *Szomor-Gyermely*. Boreholes for bauxite and/or coal prospecting were suggested on the proved lows of the Triassic basement. *West of Bajna* and around *Körtvélyespuszta* (NE part of the Vértes Mountains) mainly VLF resistivity mapping was used to detect buried lows among Triassic outcrops, worthy of further bauxite prospecting. Where the small 'basins' were covered by highly resistive sandstone and conglomerate (Hárshegy Sandstone Formation), good results were received by high-frequency MFS soundings. Supplementary gravity survey was carried out in *east of Csabdi*. South-east of *Mány* the tectonic-structural units of the Triassic basement were surveyed at first by potential mapping and (in places) by VLF resistivity profiling, then by MFS soundings. Two boreholes proposed by survey results verified the structural view but revealed a strong Infra-oligocenian denudation, destroying the would-be bauxite deposits.

To illustrate the integrated use of gravity/microgravity survey, DC potential mapping and MFS soundings (applied for the detected lows of the Triassic basement only) the Zs-7 profile (Alsóörpuszta, Gerecse Mts) is presented (Fig. 14). The gravity low and the total conductivity high indicate the 'basin' or 'bay' between the elevated Triassic blocks. Exact depths and the structural/tectonic shape were determined by MFS soundings. With the resistivity-depth curve the overburden of the 'basin' can be differentiated. Presumably a low resistivity layer exists just over the (resistive) basement, which is a sign of a possible bauxite complex. The borehole Zs-89 proposed by this results hit a bauxite compound at the level predicted.



pezéssel meghatároztuk az Ugodi Mészkö Formáció, mint perspektivikus bauxit-fekü elterjedését és mélységét, gravitációs és geoelektromos mérésekkel a triász aljzat szerkezeti helyzetét (Homokbödöge-Ugod körzete) és a bauxitképződést kizáró nem-karbonátos triász aljzat elterjedését. A lemélyülő fúrások a geofizikai adatokat igazolták, de bauxitot nem tártak fel.

A *Bakony D-i előterében* az előkutatás 1987-ben indult [ELGI 1988-89. Évi Jelentése, pp. 83-86]. Mivel a terület nagy és a bauxitperspektivitás viszonylag kicsi, az egyenletes sűrűségű térképezés nem látszott célszerűnek. Kisebb "modellterületeken" mértünk, amelyek a teljes terület földtani analógonjaiként szolgálnak majd. A modellterületeken kívüli "köztes" területeken a fúrásos kutatást csak néhány méréssel kell majd előkészíteni, hiszen addigra a földtani-geofizikai modellt ismerjük. 1990-ben az Agártető és a Tálodi-erdő körzetében végeztünk területi felmérést, Monostorapáti és Tapolca környékén pedig fúráskitűzéshez szelvénymenti méréseket végeztünk.

Érdekes feladatot jelentett a bazalttal fedett mintegy 14 km² agártetői terület kutatása. A nagyellenállású bazalt alatt a triász aljzat mélységének és a dolomit felszínén az esetleges bauxittároló szerkezeteknek a térképezése egyenáramú módszerekkel nem lehetséges. Tranziens szondázásokkal az aljzat mélysége meg-

14. ábra. Zs-7 komplex geofizikai szelvény
a — vezetőképesség és Bouguer-anomália szelvény; b — elektromágneses frekvencia-szondázási szelvény és földtani értelmezése; 1—oligomiocén fedő; 2—triász dolomit; 3—a tektonikus árok kitöltése

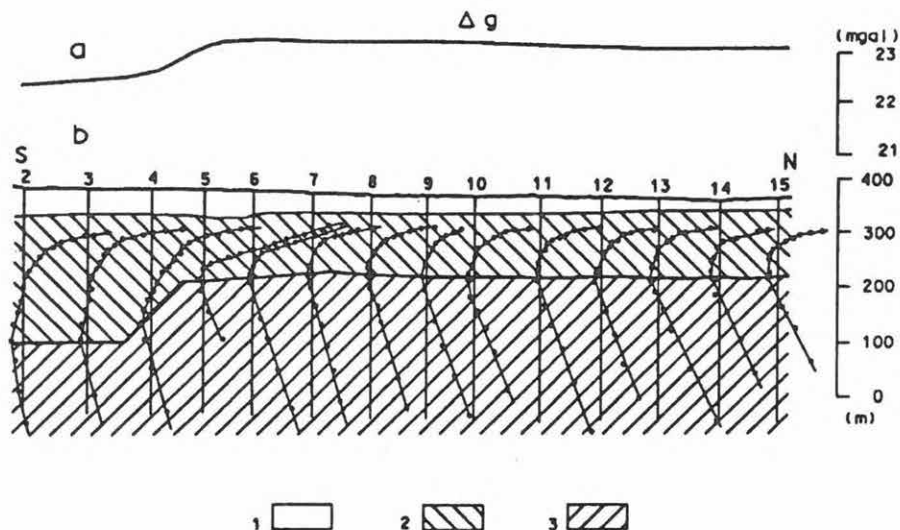
- Fig. 14. Integrated geophysical cross-section Zs-7
a — total conductivity (from potential mapping) and Bouguer-anomaly data; b — EM multifrequency sounding section and geological interpretation; 1—Oligocene overburden; 2—triassic dolomite; 3—trap filling

- рис. 14. комплексный геофизический профиль Zs-7
a—профиль проводимости и аномалий Бугэ; б—разрез по данным частотного зондирования и геологическая интерпретация данных; 1—нахрывающие отложения олигоценного возраста; 2—доломиты триасового возраста; 3—заполнение тектонического грабена

On the *northwest foreland of the Bakony Mountains*, around Tapolcafő, the reconnaissance bauxite prospecting started in 1986 was continued [Annual Report 1987, p. 171 and 1988-89, p. 251]. The depth and extent of the Ugod Limestone Formation, as a possible base of the bauxite deposits were delineated by transient (CIL) soundings and DC potential mapping. Gravity and electric survey gave the structural position of the Triassic basement, as a highly resistive and high density horizon, serving as an other possible level of bauxite bodies. If the extent of non-carboniferous Triassic base (as genetically unfavourable environment for bauxite bodies) could be determined it would help to reduce the area of perspectives. The drillings justified the geophysical results but no bauxites were found.

On the *south foreland of the Bakony Mountains* the reconnaissance project was started in 1987 [Annual Report 1988-89, p. 251]. Because of the great extent of the area to be surveyed and of likelihood that there would be a relatively low level of bauxite, evenly gridded mapping would not be appropriate. Smaller but characteristic zones ('model sites') were investigated; it was intended that these should serve as a geologic analogy of the total project area. Since the basic geological-geophysical problems of a given part of the project area will have been solved by that time, to site a drilling for bauxite prospecting needs some profiling fieldwork and a few soundings. In 1990, areal surveys were performed around Agártető and Tálodi-erdő (as 'model sites'). In the vicinity of Monostorapáti and Tapolca some integrated profiles were carried out for borehole sitings.

It was an exciting job to survey the Agártető zone, covered by 14 km² of surface basalt layer. Below the inhomogeneous and highly resistive basalt cover, the mapping of the Triassic basement and detecting of the possible bauxite-containing structural 'traps' with direct-current methods would be hopeless task. Transient (CIL) soundings were used with success to fathom the depth of the basement, the combination of the TRH procedure [Annual Report 1985, pp. 191-196] with the interactive curve fitting yields an attractive picture of the overburden (Fig. 15). In this zone no drilling had previously penetrated through the basaltic layer.



határozható [ELGI 1985. Évi Jelentése, pp. 79–96], a fedő tagolását az interaktív kiértékelés és a TRH eljárás kombinációja teszi lehetővé (15. ábra). A bazaltos összetétel fúrás eddig még nem harántolta.

A Déli Bakony É-i előterében, a nyírádi bauxitelőfordulástól É-ra 1990. évi méréseink során MFS szondázásokkal kutattuk a triász aljzat tektonikai blokkjait, lépcsőit, hogy keressük azokat a területeket, ahol a feltételezett bauxitszint felszínközelben (<200 m), lehetőleg eocén rétegcsoporthoz alatt lehet. Ajkarendek–Kislőd térségében gravitációs felmérést végeztünk, ennek eredményeképpen kirajzolódott az ÉNy felé elmélyülő triász aljzat szerkezeti képe. A Kisalföld felé elmélyülő középhegységi aljzatot kisebb, ÉK-DNy csapású sasbércek tagolják. A javaslatunkra telepített Ak-33 jelű fúrás 400 m mélységben 38 m vastag jómínőségű bauxitot harántolt, igazolva az iharkúti típusú bauxitlepek elterjedését. A nagy települési mélység miatt a bauxitlepnek sajnos nincs gazdasági jelentősége.

A Villányi hegység körzetében befejeztük a gravitációs térképezést és folytattuk a mezozoós aljzatrögök-pikkelyek kutatását elsősorban tranziens szondázásokkal. A többéves fúrások ellenőrzéséből megállapíthatjuk, hogy a geofizikai mérések megbízhatóan és gazdaságosan alkalmazhatók a mezozoós aljzat formalemeinek meghatározására, de nem lehetséges detektálni a fedett aljzatban belül a jura–kréta kontaktust.

15. ábra. Geofizikai szelvény bazalttakaró alatti bauxit kutatására
a — gravitációs anomaliaszelvény; b — tranziens szelvény a TRH kiértékelés és (a felső geoelektromos réteghatárra) az interaktív görbeillesztés alapján; geológiai értelmezés: 1 — pannon bazalt ($\rho = 200\text{--}250 \Omega\text{m}$); 2 — pannon agyagos öszslet ($\rho = 15\text{--}20\Omega\text{m}$); 3 — földolomit ($\rho > 4000 \Omega\text{m}$)

Fig. 15. Integrated geophysical cross-section for bauxite prospecting below basalts

a — gravity data; b — transient electromagnetic soundings, depth data from the TRH inversion and interactive curve fitting (upper geoelectric level); geological interpretation: 1 — Pannonian basalt ($\rho = 200\text{--}250 \Omega\text{m}$); 2 — Pannonian clayey complex ($\rho = 15\text{--}20 \Omega\text{m}$); 3 — Upper Triassic Hauptdolomit ($\rho > 400 \Omega\text{m}$)

рис. 15. Геофизический профиль по поискам бокситов под базальтовым окровом

a— профиль по аномалиям силы тяжести; b—профиль по интерпретации способом ТРН и интерактивной интерпретации (для верхнего электрического слоя) данных МПП : 1—базальты паннонского возраста ($\rho = 200\text{--}250 \text{ омм}$), 2—глинистая толща паннонского возраста ($\rho = 15\text{--}20 \text{ омм}$); 3— доломиты ($\rho > 4000 \text{ омм}$)

On the north foreland of the southern Bakony Mountains, north of the Nyirád bauxite occurrence, the tectonic blocks and steps of the Triassic basement were investigated in 1990 by MFS soundings. The aim was to look for spots where the supposed bauxite level (resting on the surface of the basement) is not so deep ($< 200 \text{ m}$) and, if possible, where these spots are below the Eocene overburden. Around Ajkarendek and Kislőd, a gravity survey was carried out to delineate the tectonic-structural view of the Triassic basement. The main blocks of the Central Range generally sink towards north-west, the Little Hungarian Basin; but minor horsts of NE-SW direction dissect the general trend. Ak-33 drilling, suggested by the geophysical results, hit 38 m of good quality bauxite compound at a depth of 400 m. The quality of the bauxite is similar to the famous Iharkút one, but because of the great depth the hit has no economic value.

For the Villány Hills reconnaissance project, the gravity survey was concluded. Mapping of Mesozoic elevated and overthrust blocks was continued mainly by transient soundings. A few year drilling check made certain that geophysical methods can be used reliably and economically to determine the formal elements of the Mesozoic basement, but inside the basement there is no hope of detecting the Jurassic-retaceous interface, where there is a strong likelihood that bauxite could be found.

1. 3. 2 A felderítő és részletező fázisú bauxitkutató mérések áttekintése

Tóth Csaba, Csathó Beáta

Az ELGI 1990-ben az előző évekével megegyező volumenben végezte a Bauxitkutató Vállalat (BKV) megbízásából geofizikai kutatásait a Dunántúli-középhegység kijelölt részterületein. Az ezévi geofizikai kutatás szinte teljes egészében a kismélységű bauxitkutató fúrások telepítésének előkészítését (a fekdomborzat leképezését, mélységének meghatározását, a kimutatott depressziókat kitöltő üledékösszlet minősítését, a felderítő fúrások optimális helyének kijelölését) szolgálta. A földtani modell mellett ez határozta meg a geofizikai kutatáshoz alkalmazott módszerek körét is.

Az idei kutatásoknak az eddigiektől eltérő sajátossága, hogy csökkent a nagyobb területegységek felszíni kutatására vonatkozó — az eddig megszokott — igény, ugyanakkor megnőtt az olyan feladatok száma, amelyekhez a BKV pontosan megfogalmazta a kutatási feladatot (pl. adott vető helyének, csapásának és elvetési magasságának meghatározása). A megbízó jelölte ki azokat a kis körzeteket, ahol a tervezett bauxitkutató fúrások lemélyítése előtt a vetők elkerülésére és a várható mélység ismeretére geofizikai méréseket kívánt végezteni. A földi mérések 34%-ával újabb — eddig még geofizikailag sem kutatott — nagy térségeken, a BKV ún. "távelfelderítő" kutatási programja keretében készítettük elő a fúrásokat.

A Bakony három működő bauxitbányájához (Nyírad, Iharkút és Fenyőfő) közel eső kismélységű területek fúráselőkészítő felszíni geofizikai kutatásainak megalapozását nagy mértékben az 1987 és 1989-es légi geofizikai mérések [ELGI 1988-89. Évi Jelentése, p. 97, pp. 167-176] szolgáltatták. Itt kell megemlíteni, hogy az 1987-es légi elektromágneses mérések területeinek fúrásos kutatása 1990 elején befejeződött.

A geológiai eredmények tükrében vizsgáltuk a légi geofizikai mérések bauxitkutatásban való eredményességét. A vizsgálatra a BKV és az ELGI közös munkacsoportot hozott létre. A tapasztalatok szerint a légi elektromágneses mérések a kutatás első ütemeiben jól helyettesítik a földi VLF térképezést; megfelelő áttekintő képet adnak a kis fedővastagságú részterületek bauxitfeküjének morfológiájáról, valamint a fedett területek főbb szerkezeti elemeiről. Segítségükkel kimutatható a nagyobb (≥ 100 m) méretű fekbemélyedések mindegyike és a kis méretűek zöme. A bauxitra perspektivikus területek jellegzetes anomáliái detektálhatók, a fúrásos kutatás ezekre a területekre irányítható, így a nagy kiterjedésű, de még ismeretlen területek kutatása gyorsítható. Az 1989-es légi geofizikai mérések adatainak feldolgozása befejeződött; a földtani értelmezés első eredményei alapján a fúrásos kutatást a BKV megkezdte, a mérések értelmezésével a következő fejezetben foglalkozunk.

1990-ben légi geofizikai bauxitkutató méréseket három (összesen 120 km² kiterjedésű) területen (Úrkút-Herend, Eplény-K és Tés) végeztünk (7. ábra). A komplex légi geofizikai mérőállomást az osztrák Szövetségi Földtani Hivataltól

1. 3. 2 Detailed bauxite prospecting

Csaba Tóth, Beáta Csathó

In 1990, in a contractual arrangement with the Bauxite Prospecting Co. (BKV, now: Geoprospect Ltd) ELGI performed — as they had done in previous years — a geophysical survey on the assigned sites of the Transdanubian Middle Range. The geophysical works served almost exclusively to clarify the position of the bauxite drillings, through fathoming and mapping the bedrock topography, classification of overburden on the detected trap-like elements, and (generally) network optimization of the exploratory drillings. Besides the geological model, these goals specified the methods applied in the geophysical survey.

This year the work had some new features. Demands to survey entire areas (usual till now) decreased whereas prospecting tasks precisely defined by the customer (the bauxite companies) increased (e.g. to determine the locality, direction and height of a given fault). Smaller zones were set out by the bauxite geologists where a field survey was needed to assess the depth of the drilling and to keep away from the faults. In the framework of the project of the Bauxite Prospecting Co., reconnaissance mapping was performed in geophysically unknown areas to prepare for drilling activity, using 34% of ELGI's annual geophysical capacity.

On the near-surface bauxite areas around the active bauxite mines of the Bakony Mts (Nyírád, Iharkút, Fenyőfő) the preliminary steps of the geophysical and drilling prospecting were mainly the airborne geophysical measurements of 1987 and 1989 [Annual Report of 1988-89, p. 97 and pp. 278-282]. The drilling follow-ups of the areas investigated in 1987 by aerial electromagnetic survey were finished in early 1990.

With the knowledge of the borehole results, the effectivity of airborne geophysical measurements in bauxite prospecting was evaluated by an ad-hoc team consisting of personnel from ELGI and the Bauxite Prospecting Co. Judging from the results, helicopter-borne EM profiling can correctly substitute the ground VLF-EM mapping in the initial stage of prospecting. The profile is able to produce a good review of the depth conditions of the bauxite-carrying basement in shallow zones and is able to determine the main tectonic elements of the medium-depth zones. With this survey all of the medium-sized (≥ 100 m) bauxite traps and the greater part of the small ones can be localized. Because the characteristic features of the smaller areas of high bauxite content can be detected, drilling activities can be concentrated in these areas thereby speeding up the assessment of huge, relatively unknown zones. The data prospecting of the 1989 airborne geophysical measurements has finished. Using the first interpreted results the Bauxite Prospecting Co. commenced the drilling. Interpretation problems will be analysed later in this section.

In 1990, airborne geophysical measurements for bauxite prospecting were carried out in three areas of 120 km² (Úrkút-Herend, Eplény-K, Tés), see Fig. 7.

(Geologische Bundesanstalt, Bécs) béreltük, a hivatal szakemberei a mérésekben résztvettek és az elsődleges feldolgozást ők végezték.

1988–89. évi jelentésünkben a komplex légi geofizikai mérőállomást már bemutatunk. Idén a korábbi kétfrekvenciás mérőszonda helyett háromfrekvenciás, DIGHEM III típusú szondát alkalmaztunk. A tekercsek geometriája és a mérőfrekvenciák rendre a következők: függőleges síkú, közös tengelyű tekercspár ($f = 32000$ Hz), vízszintes közös síkú tekercspárok ($f = 900$ Hz és $f = 7200$ Hz). A legnagyobb frekvencia a fedőréteg paramétereinek meghatározására nyújt lehetőséget kis fedővastagság esetén, a három frekvencia alkalmazása megteremti a kétréteges kiértékelés lehetőségét. Az 1990. évi mérések technikai adatai (repülési magasság, szelvénytávolság, stb.) megegyeztek a korábban alkalmazottakkal.

Évközben az egyes területek éppen befejezett geofizikai méréseinek adatait igyekeztünk azonnal kiértékelni, értelmezni és dokumentálva átadni a megbízónak. Erről a tevékenységről 21 évközi jelentés, adatszolgáltatás, tanulmány, valamint számos — a fúrásos kutatásra javasolt geofizikai tervpontok átadását és terepi kitűzését rögzítő — jegyzőkönyv tanúskodik.

1. 3. 3 A légigeofizikai mérések földtani értelmezése

Antalné Bodrogi Marilla, Csathó Beáta, Gulyás Ágnes, Kiss János, Szilágyi Imre

Bevezetés

Az 1989. évi légi mérések földtani értelmezéséhez a következő feladatokat kellett elvégezni:

- a mérési adatok ellenőrzése, korrekciója, adatbázisok feltöltése, paraméterterképek és szelvények szerkesztése;
- a kiegészítő földtani–fúrási információk feldolgozása, értékelése;
- a légi anomáliák térképi és/vagy szelvénymenti osztályozása, terepi azonosítása, mélységbecslés végzése, földi mérésekkel való ellenőrzése;
- megfelelő méretű bauxittároló szerkezetek kiválasztása, a fedő minősítése;
- a bauxitra perspektivikus anomáliák kijelölése, ezekre geofizikai tervpontok kijelölése és terepi kitűzése.

A légi geofizikai anomáliák terepi és fúrásos ellenőrzését jelenleg is folyamatosan végzi a BKV. Az alábbiakban a Halimba és a Sümeg környéki mérések feldolgozását és értelmezését mutatjuk be, amelynek eredményeiről eddig már több előadásban beszámoltunk [CSATHÓ et al. 1990, GULYÁS et al. 1991].

The instrumental assembly for the survey was rented from the Geological Survey of Austria (Geologische Bundesanstalt, Wien). The on-board complex was partly operated by our Austrian colleagues and similarly, the primary data prospecting was performed by Austrian colleagues. Details of the on-board complex were introduced in the Annual Report of 1988-89. This year (instead of the previously used 2-frequency bird) a DIGHEM-III three-frequency electromagnetic probe was flown. A coaxial coil pair working at 32000 Hz and a coplanar pair of coils, driven at 900 and 7200 Hz, were applied. The new high frequency channel rendered the determination of the overburden parameters possible even for a thin upper layer. The use of three frequencies opened new vistas for the two-layer interpretation procedure. Operational parameters (flight altitude, line spacing) were the same as earlier.

As a basic part of our field activity, geophysical survey results coming from the ongoing or just finished jobs were processed and interpreted immediately, and the customer was kept informed the whole time. Twenty-one preliminary reports and studies as well as a good many records about geophysical suggestions for field locations of drillings were evidence of this activity.

1. 3. 3 Geological interpretation of the results of airborne geophysical measurement

Marilla Bodrogi-Antal, Beáta Csathó, Ágnes Gulyás, János Kiss, Imre Szilágyi

Introduction

In order to interpret geologically the 1989 airborne geophysical data, the following work was carried out:

- checking and correction of survey data, storing them in a data base, construction of parametric maps and profiles;
- processing and assessment of the information of surface geology and boreholes;
- classification of airborne anomalies on maps and/or along flight lines, ground staking and control, depth estimation;
- analysis of the extent of the anomalies, looking for bauxite traps, overburden classification;
- selection of highly perspective anomalies, staking out drilling points.

The ground follow-up and drilling is being continued even now. In the following, the processing and interpretation of the survey around Halimba and around Sümeg will be presented. The results have already been reported [CSATHÓ et al. 1990, GULYÁS et al. 1991].

Az osztrákok által elvégzett előfeldolgozás után a légigeofizikai adatok az ELGI IBM-4361 számítógépén létrehozott adatbázisba kerültek. A speciális eljárásokkal kiegészített INTERGRAPH alapszoftver, az ILWIS térbeli információs programrendszer (GIS*) és a légigeofizikai szelvények megjelenítésére kifejlesztett programok (pl. AERODAT, HOLEM, DIPEM) lehetővé teszik a légigeofizikai paramétertérképek és szelvények, geológiai térképek, fúrások, síkrajz, felszíni morfológia együttes megjelenítését különböző szelvények és térképek formájában. Az értelmezés során nemcsak elektromágneses és mágneses modellezési eredményeket, hanem a Földmérési és Távérzékelési Intézetben (FÖMI) végzett képfeldolgozási kísérletek eredményét is felhasználtuk.

A kutatási területek földtani–geofizikai modellje

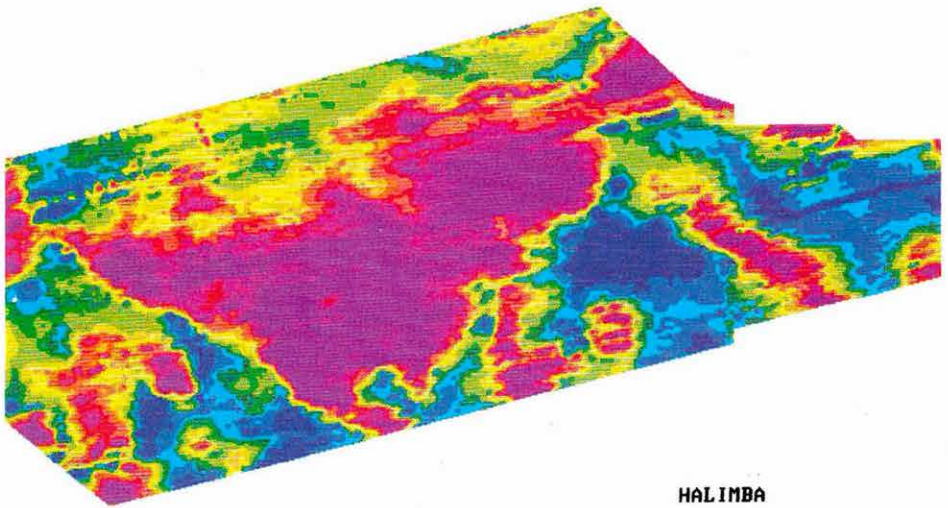
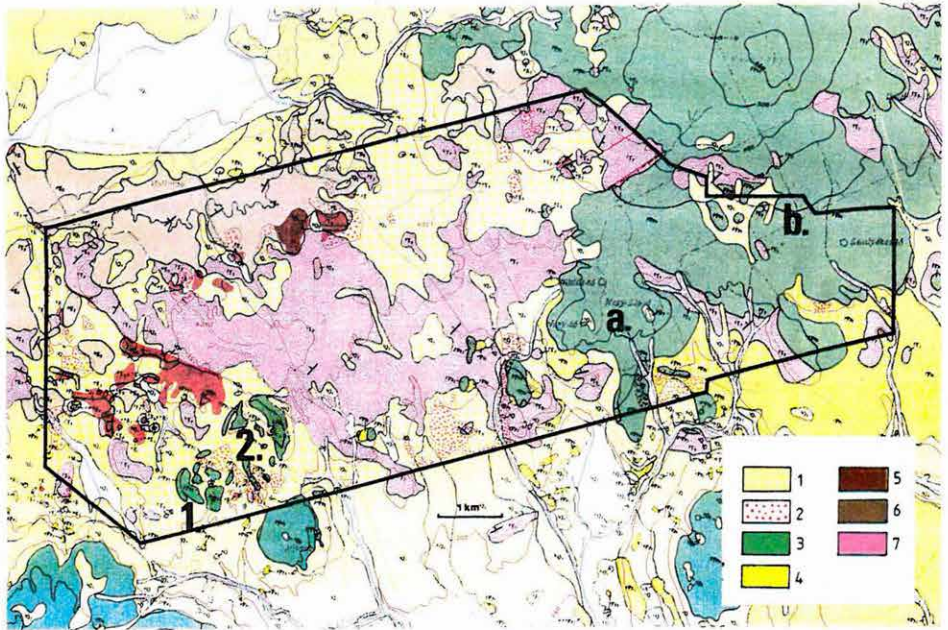
A kutatási területek nagy részén a mezozoós (főleg felső-triász) karbonátos kőzetek — földolomit, dachsteini mészkő, esetleg a kösszeni rétegek — felszínen vagy felszínközelen található. A mezozoós alaphegység tektonikusan preformált, részben karsztos eredetű bemélyedéseiben bauxit keletkezhetett. A fedőösszletet változó vastagságú és összetételű paleogén-neogén rétegsor alkotja: az eocén rétegsorra uralkodóan mészköves és márgás, a neogénre főleg a törmelékes üledékek a jellemzők. A neogén vulkanitok — alkáli bazaltok — főleg a halimbai területen fordulnak elő.

A halimbai terület földtani térképét (16. ábra) kiegészítettük a bauxitos, vörösgyagyas képződmények elterjedésével a LANDSAT TM űrfotó talajtani osztályozása [CSILLAG G., MÁFI] és saját terepi ismereteink alapján. Az előforduló legfontosabb földtani képződményeket és a hozzájuk rendelhető kőzetfizikai paramétereket — főleg terepi tapasztalatok alapján — a 1. táblázat ismerteti. Mivel az egyes képződmények fizikai paraméterei átfedik egymást, célszerű minél több komponens egyidejű mérése és figyelembevétele.

Az *elektromágneses (EM) mérésekkel* követhető a karbonátos medencealjzat domborzata. A korábbi kísérleti mérések [CSATHÓ et al. 1990] és az eddigi EM modellezések tanúsága alapján az EM mérések kvantitatív kiértékelése egydimenziós modellszámításokra (DIPEM, HOLEM) alapozható. *Radiometrikus mérésekkel* lehetséges a bauxitösszlet közvetlen kimutatása felszínközeli előfordulások esetén. A módszer a legfelső néhányszor 10 cm közvetlen kutatását teszi csak lehetővé. Kedvező esetben (reziduális talaj) a talajképző kőzetek közvetett kutatása is lehetséges. A radiometriai méréseknél a természetes összradioaktivitáson kívül a megfelelő energiatartományban mért intenzitás alapján kálium-, ekvivalens urán- és ekvivalens tórium-tartalmat határoztunk meg.

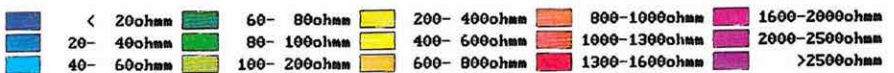
A három mért elem geokémiai viselkedése nagyon eltérő. A *kálium* az egyik leggyakoribb és legmobilisabb elem. Mivel mesterséges hatások (káli-műtrágyázás, kommunális szennyeződések stb.) a felszíni koncentráció kialakításában nagy

*GIS=Geographical Information System



HALIMBA

0 1km



	ρ	h	ΔT	γ
fT_3	1000–6000	700–1000	-	U (2–8 ppm)
kT_3	50–150	100–200	-	K
dT_3	1000–6000	50–200	-	-
^mJ-K	500–2000	?	-	-
Bx	80–150	10–20	+	U (2–30 ppm); Th (10–130 ppm)
E_2	50–600	20–300	-	K
Ol	5–100	50–300	-	Th, K
Ng	5–400	20–400	-	Th, K
mNg	100–400	10–20	-	-
β	100–400	10–200	+	Th (4–20 ppm); K (1–4%)

A három mért elem geokémiai viselkedése nagyon eltérő. A kálium az egyik leggyakoribb és legmobilisabb elem. Mivel mesterséges hatások (káli-műtrágyázás, kommunális szennyeződések stb.) a felszíni koncentráció kialakításában nagy szerepet játszanak, közvetlen földtani következtetések levonására a kálium-térkép nem mindenhol alkalmas. A bazaltos összletek K tartalma jelentős. Az urán igen kis mennyiségben előforduló mobilis elem. Koncentrálódásának mértéke a redox-viszonyok függvénye. Növekvő urántartalom redukzív viszonyok között képződött üledékes kőzetre vagy fedetlen szerkezeti vonalakra utalhat. Figyelemre méltó a földolomit viszonylag nagy U-tartalma. A tórium kis mennyiségben előforduló elem. A bauxitképződés során az oldhatatlan maradékban dúsul, ezért a bauxitlen-csék fölött, azok pereménél tórium-koncentráció növekedést tapasztalunk.

Halimbai kutatási terület

A halimbai kutatási területen végzett légi geofizikai mérések paraméterterképein kívül olyan transzformált képeket is bemutatunk, amelyek különösen jól használhatók a földtani kutatásban.

A 3600 Hz-es látszólagos fajlagos ellenállás térkép (17. ábra) nagy ellenállással jellemzett területein (erős rózsaszínes árnyalatok) a triász korú képződmények mélysége nem haladja meg az 5 métert. Ide kell sorolni a kutatási terület közepét uraló nagyellenállású zónát, amelyen belül néhány jelentéktelen ellenállás-minimumot ugyan találunk, de ezek amplitúdója nem utal jelentős vastagságú fedőre, így bauxitra nem perspektivikusak. A halvány átmeneti színekkel jelölt kibúvásperemi "átmeneti" területeken a legvalószínűbb a bauxit előfordulása. Az ellenállástérképezés hatékonysága ezekben a zónákban a legnagyobb. A kék színnel jelölt medenceterületeken a fedőösszlet vastagsága jelentős (néhány-szor 10 m).

I. táblázat A halimbai kutatási terület jellemző kőzeteinek fizikai paramétereit

ρ — fajlagos ellenállás Ωm -ben; h —vastagság m -ben; ΔT — mágneses anomália; γ — természetes γ -aktivitási tulajdonságok; ${}^f\text{T}_3$ — földolomit; ${}^k\text{T}_3$ — márga; ${}^d\text{T}_3$ — dachsteini mészkő; ${}^m\text{J-K}$ — júra-kréta mészkő; Bx — bauxitösszlet; E_2 — mészkő és márga; Ol — oligocén törmelékes összlet; Ng — neogén üledékes összlet; ${}^m\text{Ng}$ — mészkő; β — bazalt

Table I. Physical parameters of characteristic rocks on Halimba survey area

ρ —resistivity in Ωm ; h —thickness in m ; ΔT —magnetic anomaly in nT ; γ —natural γ -ray activity properties; ${}^f\text{T}_3$ —Upper Triassic Hauptdolomit; ${}^k\text{T}_3$ —marl; ${}^m\text{J-K}$ —Jurassic-Cretaceous limestone; Bx —bauxite complex; E_2 —limestone and marl; Ol —Oligocene detrital complex; Ng —Neogene sedimentary complex; ${}^m\text{Ng}$ —limestone; β —basalt

Табл. I. Физические параметры характерных образований участка Халимба

ρ —удельное сопротивление в омм ; h —мощность толщи в м ; ΔT —магнитная аномалия; γ —естественная гаммаактивность; ${}^f\text{T}_3$ —доломиты; ${}^k\text{T}_3$ —мергели триасового возраста; ${}^d\text{T}_3$ —известняки дахштейнской формации; ${}^m\text{J-K}$ —известняки юрского и мелового возраста; Bx —бокситоносная толща; E_2 —известняки и мергели эоценового возраста; Ol —обломочные породы олигоценового возраста; Ng —осадочные породы неогенового возраста; ${}^m\text{Ng}$ —известняки неогенового возраста; β —базальты

forming the K-anomalies, the K-map is suited for direct geologic interpretation in limited places only. In this survey, the basalts have remarkable potassium contents. Uranium is mobile and does not occur to any large extent. Its concentration is affected by the redox conditions. Higher uranium values can relate to sedimentary rocks of reductive origin or open tectonic lines. The relatively high U-content of the Hauptdolomit is remarkable. Thorium occurs in small amount in this area. During the diagenesis of the bauxite deposits thorium had an enrichment effect on the insoluble residuals, so above and around the bauxite bodies the thorium concentration has a maximum.

Halimba survey area

From the Halimba airborne geophysical measurements not only the parameter maps will be presented but transformed maps as well; these are particularly useful during geological prospecting.

In the zones of high apparent resistivity, observed at 3600 Hz (strong reddish colours in Fig. 17) the depth of the Triassic rocks is less than 5 m. In the centre of the survey area is a huge zone of high resistivities. Inside this zone few resistivity minima are found, but even at these places the overburden thickness is very limited, so there is no prospect of bauxite in the whole zone. It is supposed that

A mágneses (ΔT) térkép (18. ábra) délnyugati sarkában két bazalttest azonosítható (1, 2), amelyek különböző irányban mágnesezettek, tehát különböző korú vulkáni tevékenység termékei. A keleti részen található kisebb intenzitású anomáliákat (a, b) takaró jellegű bazaltképződmények okozzák.

A bauxitos-vörösagyagos felszíni előfordulások indikálására a *tórium eloszlás térképét* (19. ábra) készítettük el. Az ismert bauxitlencsékhez és vörösagyag-előfordulásokhoz Th maximumok kötődnek. Az anomáliák természetesen nem hely- és alakhelyesek, de a terület bejárása és geomorfológiai ismeretek birtokában a tórium-térkép perspektivikus részekre hívja fel a figyelmet.

A következőkben a képfeldolgozási kísérletek eredménytérképei közül mutatunk be néhányat. A képfeldolgozást és a többváltozós statisztikai analízist napjainkban rendkívül széleskörűen alkalmazzák az anyagvizsgálatoktól, orvosi elemzéseken át az úrfotók kiértékeléséig. Az alkalmazott matematikai eljárások ismertetését több helyen megtalálhatjuk [pl. RICHARDS 1986]. Légi és felszíni geofizikai mérések kiértékelésére is találhatunk példákat a szakirodalomban, habár a hazaitól eltérő földtani-geofizikai modellek esetére. Az egyes paraméterek statisztikai jellemzőit a II. táblázat foglalja össze.

Első képfeldolgozási kísérletünket az ellenállás-térképeken hajtottuk végre. Mivel a két eredeti ellenállás-térkép közötti korreláció nagy, célszerű főkomponens-transzformációt végezni, és így korrelálatlan képeket számítani. A nyert képek magyarázata a földtani ismeretek és elektromágneses modellszámítások alapján lehetséges.

Míg az 1. főkomponens (20. ábra) az eredeti ellenállástérképekhez képest nem nyújt lényeges információt, addig a 2. főkomponens (21. ábra), melyet a különböző behatolási mélységű és oldalirányú érzékenységű ellenállástérképek súlyozott különbségképzésével nyerünk, lehetővé teszi a neogénnel fedett medencék területén a különböző aljzatmélységű területek kijelölését és a mágneses hatók osztályozását (21. ábra, a, b, 1, 2 jelölések).

	eK	eTh	eU	ρ_{3600}	ρ_{900}	ΔT
eK	1.00000	0.46733	0.15139	-0.09353	-0.13180	-0.05271
eTh	0.46733	1.00000	0.34225	-0.05864	0.00485	0.03704
eU	0.15139	0.34225	1.00000	0.31800	0.19731	0.06708
ρ_{3600}	-0.09353	-0.05864	0.31800	1.00000	0.68675	0.08813
ρ_{900}	-0.13180	0.00485	0.19731	0.68675	1.00000	0.12551
ΔT	-0.05271	0.03704	0.06708	0.08813	0.12551	1.00000
M	0.81	7.38	4.59	1112	593	+8.94
SD	0.27	2.35	1.83	1153	329	1.66

there is a higher possibility of bauxite deposits on the rim of the dolomite outcrops; these 'transitional' zones are marked with faint colours. Helicopter-borne resistivity mapping is very effective in these zones. Basin-type zones (coloured blue) have a significant (some 10 m) overburden thickness.

On the SW corner of the *magnetic anomaly* (ΔT) map (Fig. 18) two basaltic bodies (1 and 2) were identified, since they have different remanent magnetization, they are the products of different volcanic activities. Less intense anomalies of the eastern part (a, b) were generated by cover-like basaltic layers.

The *thorium map* (Fig. 19) was made to show the superficial bauxites and red clays. Known bauxite deposits and red clay outcrops are connected with thorium highs, although the location and shape of the anomalies may differ. After ground follow-up and geomorphology review the thorium map can be used to detect highly prospective points.

In the following, some maps of image processing results will be presented. Nowadays image processing and multiparametric statistical analysis are generally applied to material testing, medical investigations, interpretation of satellite images, etc. Reviews of applied mathematical methods can be found in various references [e.g. RICHARDS 1986]. The international literature quotes precedents for interpreting ground and aerial geophysical surveys as well, although for other geologic-geophysical models than that investigated in this case. A statistical description of the parameters is summed up in *Table II*.

II. táblázat. Légi geofizikai paraméterek korrelációs vizsgálata.

Halimba kutatási terület

eK — ekvivalens kálium koncentráció (%); eTh — ekvivalens tórium és; eU — urán koncentráció ppm-ben ρ_{3600} — látszólagos fajlagos ellenállás 3600 Hz frekvenciával mérve (Ωm); ρ_{900} — ugyanaz, 900 Hz-en; ΔT — mágneses anomália (nT); M — területi átlag; SD — szórás

Table II. Correlation of airborne geophysical parameters.

Halimba survey area

eK—equivalent potassium concentration in %; eTh—equivalent thorium concentration in %; eU—equivalent uranium concentration in ppm; ρ_{3600} —apparent resistivity observed at 3600 Hz in Ωm ; ρ_{900} —the same at 900 Hz in Ωm ; ΔT —magnetic anomaly in nT; M—areal mean; SD—standard deviation

Табл. II. Исследование корреляции аэрогеофизических параметров участка Халимба

eK— эквивалентное содержание калия (в %-ах); eTh—эквивалентное содержание тория и eU— урана (в ppm); ρ_{3600} — кажущееся удельное сопротивление, измеренное на частоте 3600 гц (в ом-ах); ρ_{900} —то же на частоте 900 гц; ΔT — магнитная аномалия (нТл); M—среднее по участку; SD—дисперсия

A radiometrikus mérésekre kvantitatív kiértékelési eljárás nem lévén, célszerű minél több, az adott területre vonatkozó információ (geológiai térkép, űrfotó, felszíni és laboratóriumi aktivitásmérés stb.) figyelembevételével meghatározni az adott területre és kutatási feladatra jellemző összefüggéseket. Ebben nyújt segítséget a tanító nélküli osztályozási eljárás (cluster analízis).

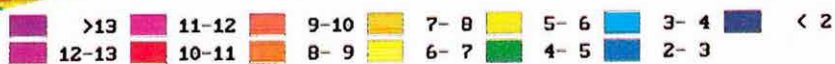
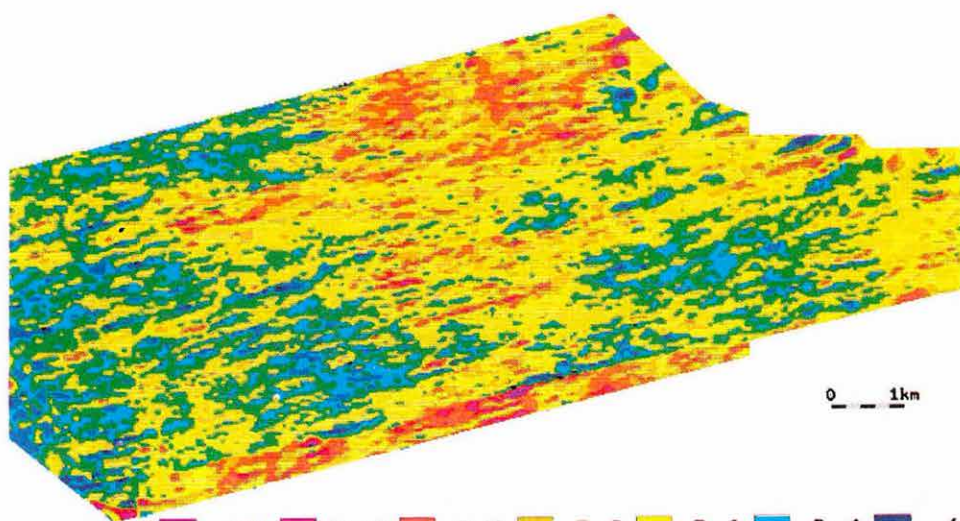
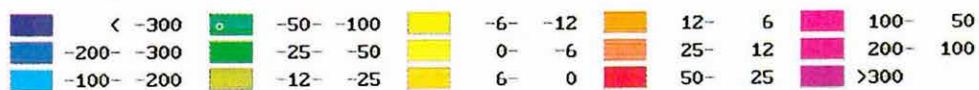
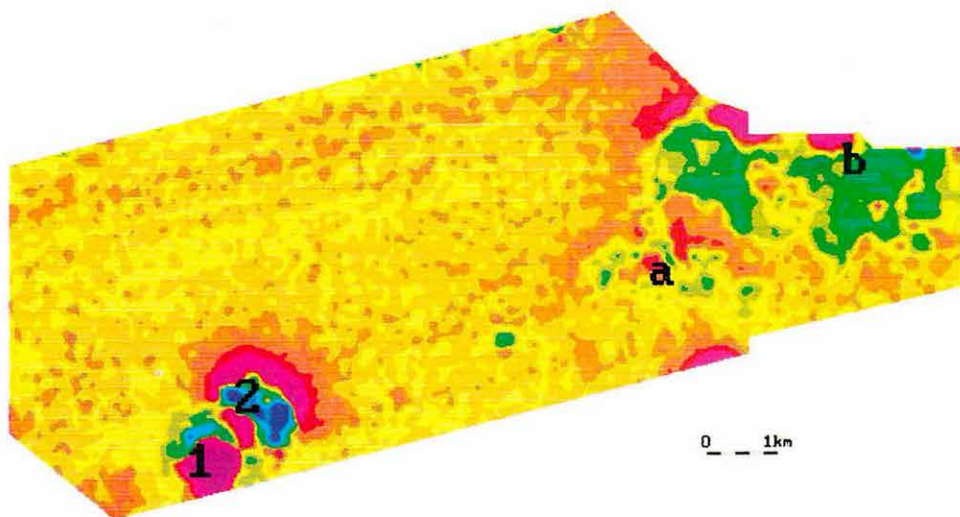
Az osztályozási eljárások lényege az, hogy a mérési pontokat az ott mért paraméterértékek (a ponthoz tartozó sajátosság-vektor) alapján bizonyos csoportokba (osztályokba) soroljuk. A besorolás alapja a szóban forgó sajátosság-vektor hasonlósága valamelyik osztály sajátosság-vektoraihoz, illetőleg különbözősége más osztályokéval. Statisztikailag jól meghatározott osztályok esetében a Bayes-féle döntési módszereket lehet alkalmazni, részlegesen meghatározott esetben "tanítók" segítségével lehet az osztályozást elvégezni. A tanító nélküli osztályozás alkalmazásakor pedig nincs szükség előzetes ismeretekre, sőt az osztályok számát sem kell előre megadni az osztályok automatikus kijelöléséhez.

A halimbai terület K, Th, U osztálytérképének (22. ábra) színezésekor az információs osztályok színeit úgy választottuk meg, hogy hangsúlyozzuk a nyert osztálytérkép hasonlóságát a földtani térképhez (16. ábra). Az egyes paraméterosztályokat a 23. ábra szemlélteti az eU, eTh síkban. E térkép és a geológiai térkép összevetése meggyőzően bizonyítja, hogy a radiometriai mérések kis behatolásuk ellenére is utalnak az anyakőzet típusára.

A radiometrikus adatok eddigi elemzéséből a bemutatott osztálytérkép alapján az alábbiakat állapítottuk meg. Ahol a földolomit kibúvásban vagy szubkibúvásban található, ott a nagy urántartalom jellemző (lila színek az osztálytérképen). Hasonló tapasztalatokat szolgáltattak a korábbi hazai és ausztriai kutatások is. A barna színnel jelölt osztályok, melyeket kis U, Th és K tartalom jellemez, az eocén képződmények felszíni illetve kis mélységbeli elterjedéséhez kapcsolhatók. A pannon bazaltokra nagy kálium, közepes tórium és urán tartalom jellemző (zöld színű osztály). A bauxitra, bauxitos agyagra, vörösayagra a korábbi terepi mérési adatoknak és laboratóriumi elemzéseknek megfelelően nagy tóriumtartalom jellemző. Feltehetően a mezőgazdasági területek kálium műtrágyázásának hatása is közrejátszik abban, hogy a káliumtartalom közepes vagy nagy. Mivel a bauxitos agyagok felszíni kibúvásban a dolomitkibúvásos területeken, illetőleg azok peremén találhatóak, az információs osztályra jellemző nagy urántartalom a földolomithoz köthető. Az osztálytérképen a piros színek nagy területi elterjedése azt jelzi, hogy a bauxitos agyagok a felszínen, ha kis vastagságban is, de nagy területen megtalálhatók. Kijelölhető az a paraméterosztály is (3. számú), amely leginkább kapcsolható az ismert bauxitlencsékhez, felszíni bauxitelőfordulásokhoz.

Sümegei kutatási terület

Hasonló bauxitkutatási célú földtani értelmezést végeztünk a sümegei kutatási területen is. Ezen túlmenően két részterületen a Magyarhoni Földtani Társulat munkacsoportja az ELGI szakembereinek részvételével elvégezte a légigeofizikai, az egyéb távérzékeléses és hagyományos földtani módszerek összehasonlító elemzését. Az



elkészült jelentés kitér a légi geofizikai mérések alkalmazott földtani (környezet-földtani, vízföldtani, nyersanyagkutató) kiértékelésére is.

A légi geofizikai adatok egyik felhasználási területe a környezetvédelem. Az emberi tevékenység környezetet szennyező hatását nagymértékben befolyásolja a felszín földtani felépítése. A víztároló rétegek legjobban ott vannak veszélyeztetve, ahol a felszínen vízáteresztő képződmények vannak. A sümegi kutatási területen ilyen veszélyeztetett zónák a dolomitkibúvásos és a kis (<5 m) fedővastagságú területek, főleg, ha a fedő (nagyellenállású) vastag kavicsréteg vagy porló dolomit.

A légigeofizikai mérési adatok és a többi földtani adat (felszíni földtani térkép, fúrási rétegsorok) alapján ilyen környezet-veszélyeztetettség térképet tudunk készíteni (24. ábra), elsősorban a 3600 Hz-en mért ellenállásadatokból (25. ábra). A szennyeződésekre a legkevésbé érzékenyek azok a zónák, ahol a kis fajlagos ellenállás vastag agyagréteg jelenlétét mutatja. A káliumeloszlás-térkép (26. ábra) alapján feltűntettük azokat a területeket, amelyek a műtrágyázás következtében legerősebben szennyezettek.

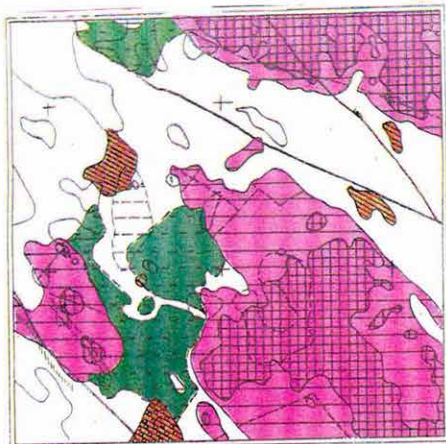
Az EM adatok szelvénymenti távolsága (3–5 m) egy nagyságrenddel kisebb, mint a szelvények átlagos távolsága. Mivel a mérési pontok térbeli eloszlása viszonylag szabálytalan, a kis horizontális kiterjedésű szerkezetek megbízható kimutatása csak a részletes szelvények alapján lehetséges. A szelvénymenti értelmezéskor az egyes paraméterek együttes értelmezése is könnyű.

A példaként bemutatott szelvényen (27. ábra) nemcsak a neogénnel fedett területeket lehet pontosan lehatárolni. A "látszólagos mélység" paraméter segítségével kijelölhető a kréta képződmények elterjedésének határa. A két különböző frekvencián meghatározott ellenállásszelvény alapján a neogén medence tovább bontható pannon és miocén összlettel kitöltött részre. A szelvények ellenállás-minimumai aljzattal való érintkezésre ("A", "B", "C") vagy az aljzaton belüli kőzetminőség-változásra utalnak ("α"). Az ellenállás-változások az aljzattal való érintkezés és a fedőösszlet minőségének együttes változásával ("I"), vagy kizárólagosan fedőösszletbeli különbségekkel ("1") indokolhatók.

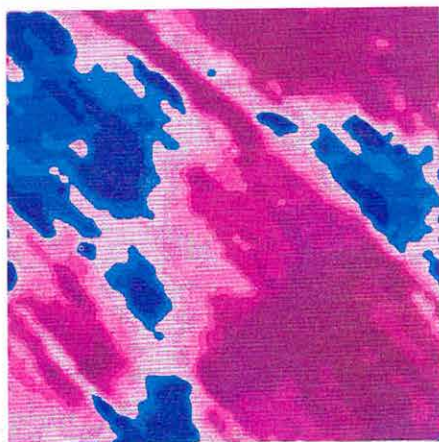
A radiometrikus szelvényeken megfigyelhetők a már ismertetett jellegzetességek, azaz vetőhöz kapcsolódó anomália az eU szelvényen (*), eTh/K anomáliák felhagyott külszíni bányák közelében (**), és műtrágyázással megemelt K szint a mezőgazdasági területeken (***)

Hivatkozások/References

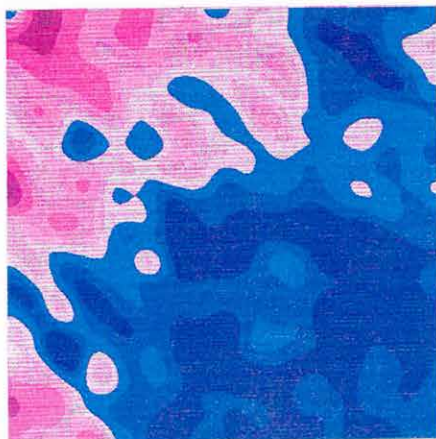
- CSATHÓ B., PRÁCSER E., SEIBERL W., SZILÁGYI I. 1990: Application of airborne measurements for bauxite prospecting in a sedimentary environment in Hungary. Paper presented at the 52nd EAEG Meeting in Copenhagen
- GULYÁS Á., BODROGI M., CSATHÓ B., BÜTTNER GY., CSILLAG G. 1991: Interpretation of airborne geophysical measurements in sedimentary environments by image processing. Paper presented at the 53rd EAEG Meeting in Florence
- RICHARDS J. A. 1986: Remote sensing digital image analysis. An introduction. Springer Verlag, Berlin 281 p.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6



- >2500 ohmm
- 2000-2500 ohmm
- 1500-2000 ohmm
- 1000-1500 ohmm
- 800-1000 ohmm
- 400-800 ohmm
- 200-400 ohmm
- 100-200 ohmm
- 70-100 ohmm
- 50-70 ohmm
- < 50 ohmm



- >1.0%
- 1.6-1.8%
- 1.4-1.6%
- 1.2-1.4%
- 1.0-1.2%
- 0.8-1.0%
- 0.6-0.8%
- 0.5-0.6%
- < 0.5%

0 1km

24. ábra. Környezetveszélyeztetettség térkép, Sümeg

1 — $\rho_{3600} > 2000 \Omega\text{m}$; 2 — $\rho_{3600} > 1000 \Omega\text{m}$: karbonátos kőzetek felszínén vagy felszínközéiben, szennyeződésveszély; 3 — $\rho_{3600} < 40 \Omega\text{m}$: agyagos, vízzáró kőzetek a felszínén; 4 — $H_a > 0 \Omega\text{m}$ és $\rho_{3600} < 40 \Omega\text{m}$: agyagos összlet kavicsos fedő alatt; 5 — $\rho_{3600} = 40 \dots 1000 \Omega\text{m}$, márgás képződmények felszínközéiben; 6 — relatív K feldúsulás, műtrágya-szennyeződés

Fig. 24. Environmental risk map, Sümeg area.

1 — $\rho_{3600} > 2000 \Omega\text{m}$; 2 — $\rho_{3600} > 1000 \Omega\text{m}$: dolomite on (or near to) the surface, high pollution risk; 3 — $\rho_{3600} < 40 \Omega\text{m}$: clayey, impermeable rocks near-surface; 4 — $H_a > 0 \Omega\text{m}$ and $\rho_{3600} < 40 \Omega\text{m}$: clay layer below gravel overburden; 5 — $\rho_{3600} = 40 \dots 1000 \Omega\text{m}$, near-surface marly deposits; 6 — relative K abundance, fertilizer pollution

pus. 24. Kárta ópasnosti zágrjaznenija okružajúőej srezdy, g. Őjúmeg

1— udelnoje soprotivlenie pri 3600 gó boljsze 2000 ómm; 2— udelnoje soprotivlenie pri 3600 gó boljsze 1000 ómm: karbonátneje porody na poveryxnosti ili v pripoveryxnoje zóne, ópasnost na zágrjaznenije; 3— udelnoje soprotivlenie pri 3600 gó menjsze 40 ómm: glinistyje vóduopory na poveryxnosti; 4— H_a boljsze 0, soprotivlenie menjsze 40 ómm: glinistaja tolsza pod galečnikom; 5— soprotivlenie meždu 40 ómm i 1000 ómm: mergeli v pripoveryxnoje zóne; 6— ótnositelnoje obogóőenie kaliem, zágrjaznenije mineralnyimi udobrenijami

25. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás, 3600 Hz frekvenciával mérve. Sümegi kutatási terület. Értékek Ωm -ben, pszeudologaritmikus skálázás

Fig. 25. Apparent resistivity map observed at 3600 Hz. Sümeg survey area. Values in Ωm , pseudologarithmic scale

pus. 25. Kážuőőeje soprotivlenie, izmerennoje na častote 3600 gó na učastke Őjúmeg. Znáčenia v ómmetrax, psevdologarifmicskaja škala

26. ábra. Káliumeloszlás-térkép, sümegi kutatási terület. Ekvivalens kálium koncentrációk százalékban

Fig. 26. Potassium map, Sümeg survey area. Equivalent potassium (eK) concentrations in %

pus. 26. Kárta soderžanija kalija učastka Őjúmeg. Ékvivalentszje soderžanija kalija v procentax

3, can, above all, be connected with the known bauxite deposits and near-surface bauxite occurrences.

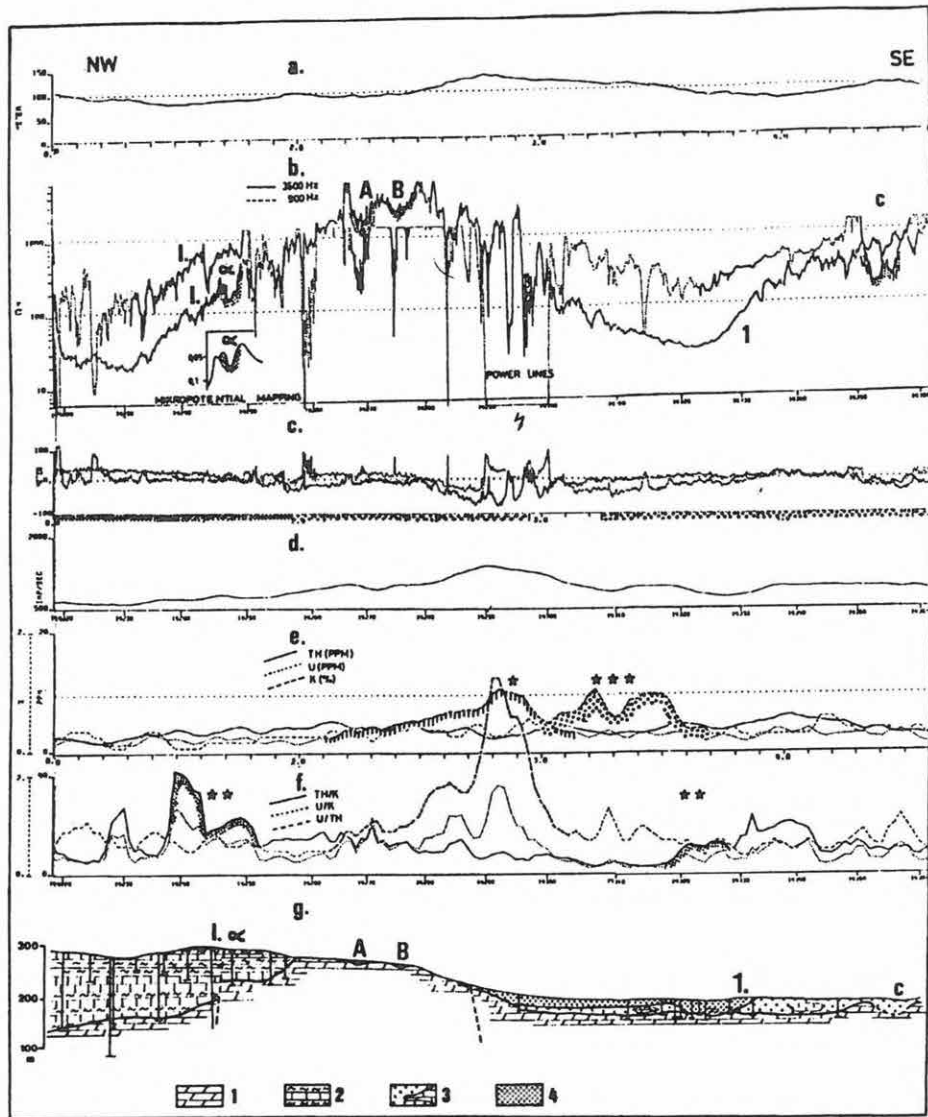
Sümeg survey area

A similar bauxite-geologic evaluation of the airborne geophysical data was performed on the Sümeg area. In addition, on two parts of this area, an ad-hoc committee of the Hungarian Geological Society (together with ELGI specialists) made a comparative analysis of the results of airborne geophysical survey, remote sensing and traditional geology results. The report also evaluates the airborne data for applied geological use (environmental protection, hidrogeology, mineral prospecting).

One of the application areas of airborne geophysical data is environmental protection. The surface geology considerably influences the consequences of pollution. Aquifers are most endangered where permeable rocks are just on the surface. In the Sümeg survey area these endangered zones are the dolomite outcrops and dolomite zones covered by a thin (<5 m) overburden, especially if the overburden is highly resistive gravel or powdered dolomite.

An environmental risk map could be constructed (*Fig. 24*) from the airborne geophysical measurement, other geological data (geological map and borehole logs), and mainly resistivity data measured at 3600 Hz (*Fig. 25*). The pollution sensitivity is lower in zones of low apparent resistivity, reflecting thick clay overburdens. Based on potassium distribution (*Fig. 26*), the most polluted areas of chemical fertilization can be delineated.

The sampling distance of the EM profiling along a line (3–5 m) is one order smaller than the average flight line distance. Because of the irregular network distribution, correct detection of small objects is possible only by means of the (detailed) profiles. Integrated (multiparameter) interpretation can easily be carried out along the profiles. On the profile, presented as an example (*Fig. 27*) not only the zones covered by Neogene overburden can be delineated but, using the 'apparent depth' value — calculated from the EM observations — the boundary of the Cretaceous compound can also be pointed out. Based on the resistivity profiles observed at different frequencies, the Neogene basin can be divided into Pannonian and Miocene parts. Relative resistivity lows on the profiles refer to basement depressions ('A', 'B' and 'C') or to more conductive rocks inside the basement (' α '). Resistivity anomalies can be explained by joint alteration of basement depth and overburden resistivity ('I') or by sole overburden differences ('1'). Along the spectrometric profiles the same characteristic variations can be observed: an anomaly connected with the fault on the eU profile (*), eTh/K highs around abandoned bauxite pits, and (in cultivated areas) a higher K level as a result of chemical fertilizers (***)





27. ábra. Légi geofizikai szelvény (feldolgozás és kiértékelés), sümegi kutatási terület

a — repülési magasság; b — látszólagos fajlagos ellenállások; c — számított látszólagos mélység; d — totális radioaktivitás; e — számított spektrometriai elemkoncentrációk; f — elemkoncentráció-hányadosok; g — földtanilag értelmezett szelvény



Fig. 27. Airborne geophysical profile (data processing and interpretation). Sümeg survey area

a — altimeter; b — apparent resistivities; c — calculated apparent depths; d — total gamma-ray activity; e — equivalent concentrations from gamma-ray spectrometry; f — radioelement ratios; g — geologically interpreted cross-section



рис.27. Аэрогеофизический профиль (обработка и интерпретация) через участок Шюмег

a— высота полета; b— кажущееся удельное сопротивление; c— вычисленная кажущаяся глубина; d— полная радиоактивность; e— расчетное спектрметрическое содержание элементов; f—отношения содержаний элементов; g— интерпретированный геологический разрез; 1—доломиты триасого возраста; 2—мергели и известняки верхнемелового возраста; 3—образования миоценового возраста; 4—образования паннонского возраста