

ARANYKUTATÁS A MECSEKALJA-ZÓNÁBAN: ÚJ ÉRCFÖLDTANI, GEOFIZIKAI ÉS GEOMIKROBIOLÓGIAI EREDMÉNYEK

Jáger Viktor¹, Lukács Tamás², Héja Gábor Herkules¹, Molnár Ferenc³, Török Kálmán¹

¹ SZTFH Földtani Igazgatóság, Földtani és Laboratóriumi Osztály, Budapest

² SZTFH Földtani Igazgatóság, Geofizikai Osztály, Budapest

³ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, Budapest

e-mail: viktor.jager@sztfh.hu

1. Bevezetés

A korábbi kutatások alapján a Mecsekalja-zóna paleozoos metamorfittjai és lepusztulási termékei terméсарanyat tartalmaznak (Jáger et al., 2022). Szálkőzetben eddig egyedül az Ófalu melletti Goldgrund-völgy É-i részén feltáródó pirites gneiszből mutattunk ki terméсарanyat (Jáger et al., 2022), de a Mecsekalja-zónát felépítő kőzettípusok és a kőzeteket ért deformációs események, valamint az orogén aranytelepekre jellemző földtani modellek alapján további indikációk és akár telepek is előfordulhatnak a zóna területén. Kérdés, hogy mennyi és milyen minőségű érc pusztult eddig le, találunk-e a recens torlatok mellett paleotorlatokat a törmelékes üledékekben, illetve a felszínközélemben található-e olyan terület a zóna mentén, ahol számottevő és körülhatárolható ércesedés van elfedve.

A folyamatban lévő kutatás során geoelektromos méréseket végeztünk az Ófalu melletti Goldgrund-völgyben, a térképezett kőzettípusok és a pirites zóna geofizikai módszerekkel történő elkülönítéséhez.

A Mecsekalja-zóna paleozoos kőzeteit harántolt fúrásokból sajnálatos módon csak néhány fúrás részleges anyaga őrződött meg, mely minták műszeres anyagvizsgálata jelenleg folyamatban van.

2. Módszerek

Az egyenáramú geoelektromos méréseket 2023 márciusában, alapvetően optimális talajnedvesség mellett végeztük az Ófalu melletti Goldgrund-völgyben, a korábban Jáger et al. (2022) által publikált 7. mintavételi pont mentén (EOV középponti koordináta: X096991, Y612338). A mérés során 72 elektródával Wenner-Schlumberger elrendezésben mértünk 0,5 méteres elektródaközlel. A nyers mérési adatok minősége jónak tekinthető.

A röntgendiffrakciós felvételek az SZTFH Földtani Igazgatóságának laboratóriumában Bruker D2 Phaser diffraktométerrel készültek (CuK α , 30 kV, 10 mA) LynxEye detektorral, Bragg-Brentano geometriában, Theta/Theta módban az alábbi beállításokkal: lépésköz: 0,006° 2 θ , lépéside: 0,15 mp/lépés.

A nyomelemvizsgálatok az SZTFH Földtani Igazgatóságának laboratóriumában történtek PerkinElmer AVIO 200 induktív csatolású plazma optikai emissziós spektroszkóp (ICP-OES) és PerkinElmer NexION 1000 induktív csatolású plazma tömegspektrométer (ICP-MS) készülékek segítségével AR-feltárással.

A szkennig elektronmikroszkópos (SEM) és energiadisziperzív spektroszkópos (EDS) vizsgálatok az SZTFH Rákócibányai telephelyén, ThermoFischer Scientific Prisma E készülék segítségével történtek grafittal gőzölt mintákon, 25 kV gyorsítófeszültség mellett.

3. Szulfidokat tartalmazó variszkuszi kőzetfeltárások és a kristályos aljzatot harántolt, szulfidokat tartalmazó fúrómaganyagok a Mecsekalja-zónában

A Mecsekalja-zóna felső zöldpala-fáciesű képződményeinek feltárásai egyedül Pusztakisfalu–Erdősmecke, Ófalu–Bátaapáti térségében és Pécs belvárosában találhatóak meg. Az eddigi kutatások alapján a Pécs belvárosában felszínen lévő kőzettípusok csak kis mennyiségű szulfidot tartalmaznak (hematit-eres gneisz, Somogyi pince; kloritos márvány, Bagoly-dűlő). A korábban publikált, Ófalu melletti Goldgrund-völgy É-i részén található pirites zónán kívül (Jáger et al., 2022) egy újabb, de enyhén pirites zónát találtunk: a völgyben feltáródó serpentin-test É-i része melletti gyúrt-töredezett, albit, kálföldpát, klorit és kvarc-tartalmú fillonit földpátos-kvarcos alapanyaga és kvarcerezései finom eloszlású, goethitesedő, barit-tartalmú, maximum 1 mm-körű piritet és nagyon ritkán pár μ m-es gerssdorfitot (SEM-EDS vizsgálatok alapján) tartalmaznak.

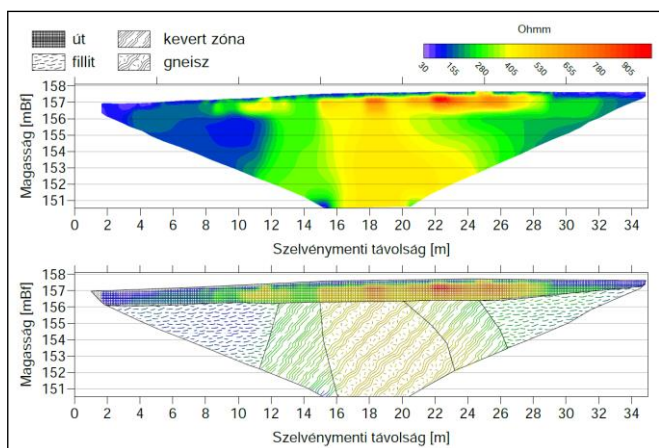
A Mecsekalja-zóna variszkuszi orogenezisen átesett képződményeit harántoló, viszonylag nagyobb számú fúrások anyagának nagy része megsemmisült. Kiemelendő a Pécssett, a Rigóderalja utca mellett 1958-ban mélyített, 927,8 m talpmélységű Pécs-7 (P-7) fúrás, melynek anyagából csak nagyon kevés számú dokuládás fúrómag található meg (572–855 m között mintázva). A megmaradt anyag az Ófalu Metamorfit Komplexum kőzeteit tartalmazza, ezek főleg biotitgneisek (ritkábban muszkovitgneisz és szericitfillit), vékony pirites erekkel.

A szintén Pécssett, a Csontos Gyula utca mellett 1978-ban, 1614,7 m talpmélységgel mélyült 4716/1 fúrás anyaga őrződött meg legnagyobb mértékben. A mélyfúrás az Ófalu Metamorfit Komplexum és a Mórágai Metagránit Komplexum képződményeit több száz méteres hosszban tárta fel. A Pécs-7 fúrás túlnyomórészt biotitos gneisz maganyagával ellentétben, a 4716/1 fúrásban a mintázott kőzeteket a meglévő 898–1029 m közötti szakaszon főleg szericitese, erősen foliált metamorfitek képviselik, melyekben nagy szervesanyag-tartalmú metapélites közbetelepülések jelennek meg 910–922 m között. A fúrás 920–922 m közötti pirites szakasza kézi röntgen-fluoreszcens (XRF) vizsgálat alapján ezüstöt tartalmaz. A metamorfit maganyagban végig gyakoriak a dolomitos-sziderites, pirit-tartalmú erezések. Az adattári leírások alapján a 4716/1 fúrásban a metamorfitekot hasonló mélységben, mint a Pécs-7 fúrás esetében, 557 m-en (a fúrás felszínétől 257 m mélységben) elérhették, de ez a fúrómagszakasz is megsemmisült.

Meglepetésként a szépvízéri magraktárból előkerült a Zsibrik–1 fúrás elveszettnek hitt maganyagának egy része. A fúrást 1943–1944 között feketeszénkutató céllal mélyítették a Zsibrik 852/1 helyrajzi számú parcellán. A fúrás 198–206,5 m között harántolta a kristályos aljzatot. Ebből a mélységek közül a meglévő dokuládás fúromaganyag az Ófalui Metamorfit Komplexumba tartozó foliált, pirites, kvarcosodott dolomárványt tartalmaz, melyben kevés magnezit is megjelenik.

4. Geoelektromos mérési eredmények

A geofizikai inverzió során létrehozott fajlagos elektromos ellenállásszelvény felső zónája a mérési helyszínként szolgáló Ófalu melletti Goldgrund-völgyi erdészeti út hatása, mely kompaktiója miatt egyes szakaszokon nagy ellenállással jelentkezik, így a vizsgált geológiai objektum értelmezéséhez nem használható. A felső zóna alatti tartomány relatív éles ellenálláskontrasztokkal jellemezhető részekre tagolódik (1. ábra). A szelvény elején és végén jelentkező fillit alacsony ellenállással jelentkezik, jó összhangban a felszíni leírással. A középső, masszív, pirites gneisz zónája egyértelműen azonosítható, széles törmelékes-keveredett zónával a szélén. A gneisz ellenállástartománya (400–500 Ohmm) a gneisz mállottságát-repedezettségét jelzi.



1. ábra – Az Ófalu melletti Goldgrund-völgyben készült egyenáramú geoelektromos szelvény feldolgozott fajlagos elektromos ellenállásképe (felül) és értelmezett képe (alul)

Az indukált (gerjesztett) polarizációs (IP) mérések, melyeket a pirites kőzetszakaszok további lehatárolásához végeztünk, inkonzluzív eredményeket szolgáltattak. Az előzetes IP mérési eredmények további paramétermérésekhez és helyszínspecifikus beállításokhoz szolgáltattak értékes adatokat, így újabb térképező mérések váltak kijelölhetővé.

5. Az aranykoncentrációk előzetes eredményei

A Goldgrund-völgyi szelvény mentén 50 cm-es közönként mintázott pirites kőzetekben (gneisz, amfibolit, teljeskőzet elemzés) az ICP-MS vizsgálatok alapján az arany 0,24 ppm-ig dúsul. A szelvénytől ÉK-re 50 m-re lévő horhosban foliált amfibolit táru fel, melyet ÉK-DNy-i csapású alsó kréta karbonátos-hematitos injekciós telérek járnak át. A telérek anyagában kőzetalkotó mennyiségben található 0,5 µm körüli hematitáblákból álló, 80–100 µm hosszúságú, csavart struktúrák, egykori vasoxidáló-baktériumok nyomfossziliái (Jäger et al., *in prep*). Meglepő módon a hematitos injekciós telérek anyagában 0,25–0,4 ppm közötti az aranykoncentráció.

6. Diszkusszió

A fajlagos elektromos ellenállásszelvény alapján a pirites, nagyobb ellenállású gneisz-zóna jól elkülöníthető az alacsony ellenállású fillittől.

Feltételezésünk szerint a Mecsekalja-zóna mentén a kora krétában extenziós feszültségmező alakult ki, mely az alpi Tethys északi ágának riftesedéséhez kapcsolódott. E riftesedéshez köthetőek a területen is megjelenő alkálilbazalt telérek (Harangi, 1993), valamint az ÉK-DNy-i csapású injekciós telérek, melyek a metamorf aljzat repedéseit töltik ki (Jäger et al., *in prep*). Az injekciós telérek a Goldgrund-völgy több szakaszán is megfigyelhetőek és irodalmi adatok alapján valószínűleg elterjedési területük még tágabb. A karbonátos injekciós telérekben embrionális ammonitesz fossziliák és több %-os mennyiségben vasoxidáló baktériumok (*Gallionellaceae*, illetve *Mariprofundaceae* rokonság) hematitos nyomfossziliái találhatóak (Jäger et al., *in prep*). A hematitosodott bakteriális nyomfossziliákat kőzetalkotó mennyiségben tartalmazó, és ezen kívül szinte kizárólag kalcitból álló kőzetben a környezetéhez képest kiugró aranykoncentráció mérhető. Aranykomplexek vas-oxihidroxidokon történő adszorpciója gyakran figyelhető meg az elsődleges aranylelőhelyek közelében (Boyle, 1979; Webster, Mann 1984), ami annak a következménye, hogy a vas- és kénoxidáló baktériumok képesek feloldani az aranytartalmú szulfidásványokat, és aranyat juttatni a környezetbe (Reith et al., 2007; Southam et al., 2009). Mindez arra utal, hogy a mezozoikumban tenger alatt lévő, arany-tartalmú pirites kőzetek intenzív mikrobiális bontásnak voltak kitéve, és a nagy fajlagos felületű vas-oxihidroxidokon (ami később hematitá alakult) jelentős mértékű aranyadszorpció valósulhatott meg.

Mivel a Zengővárkony–Alsónána közötti kb. 20 km-es szakaszon a Mecsekalja-zóna variszkuszi, kristályos képződményei maximálisan 150 m-es fedettségben találhatóak, és e területről mind a kréta időszakban, mind a miocénben, közvetett módon bizonyítható az aranyat tartalmazó kőzetek lepusztulása és másodlagos aranyakkumulációk, a terület további kutatása mindenképpen indokolt. A nagyon kisszámú, de még meglévő mélyfúrási maganyag és a zóna kibukkanásainak, valamint egykori lepusztulási termékeinek összetett vizsgálata kedvező eredmények esetén új fúrások kijelölését teheti szükségessé.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet Bereczki László Főosztályvezetőnek (Ásványi Nyersanyagkutató és Geofizikai Főosztály, SZTFH) és kollégáinak a geofizikai mérések megvalósításáért és a folyamatban lévő módszerfejlesztésekért. Köszönet az SZTFH Földtani és Laboratóriumi Osztály munkatársainak a mintaelőkészítésekért és elemzésekért. A geomikrobiológiai célú kutatásokat az NKFI támogatta (124636 PD-OTKA).

Irodalomjegyzék

- Boyle, R.W. (1979): Geological Survey of Canada Bulletin, **280**, 583 p.
 Harangi, Sz., (1993): Földtani Közölny, **123/2**, 129–165.
 Jäger, V., Molnár, F., Király, E. (2022): Földtani Közölny, **152/4**, 307–329.
 Reith, F., Lengke, M.F., Falconer, D., Craw, D., Southam, G. (2007): International Society of Microbial Ecology Journal, **1**, 567–584.
 Southam, G., Lengke, M.F., Fairbrother, L., Reith, F. (2009): Elements, **5**, 303–307.
 Webster, J.G., Mann, A.W. (1984): Journal of Geochemical Exploration, **22**, 21–42.