

## Újabb adatok a füzérradványi hévforrásos epitermális arany-ezüst ércesedésről

CSONGRÁDI Jenő<sup>1</sup>, ILKEYNÉ PERLAKI Elvira<sup>2</sup>, ZELENKA Tibor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>icsong@hu.inter.net

<sup>2</sup>elly77@freestart.hu

<sup>3</sup>zelenka.tibor@gmail.com)

### *New data on the Füzérradvány hot-spring style epithermal gold–silver mineralization*

#### Abstract

The drilling program carried out during the period 2007–2009 supplied important new data on the geology, structural setting and precious metal mineralization of the northern part of Tokaj Mts.

Corresponding to the earlier geological interpretations lacustrine sediments of nearly 100 m thickness were formed by the end of the Sarmatian rhyolite tuff deposition. As a result of the intrusion of a rhyolite subvolcanic body the lacustrine sediments were altered by a steam-heated system. It was followed by multiple brecciation events accompanied by hot-spring style, low sulphidation gold-silver mineralization.

Drilling in 2007 proved the existence of wide, low-grade gold mineralization zones related to the NNW oriented, silicified, brecciated structures, exposed on the Korom-tető ridge. Some borehole intercepts were also characterized by high-grade silver contents. Drilling in 2008 proved the existence of mineralized structures with high-grade gold and silver contents in drillhole FR–105 which is also located at the Korom-tető.

In 2009, drilling with an oriented core technique, it was proved, that the mineralization has a more complicated pattern to the one that can be observed on the surface. Three main orientations of the mineralized structures were observed: NNW, N and NE-striking ones. With respect to the high-grade mineralization intersected by the FR–105 drill hole, it could be related either to a NE-striking structure or to a more local ore shoot at the intersection of mineralized structures of different orientation.

Based on the morphology of ore bodies, host rocks and mineralogy of the ore four types of mineralization were distinguished. In the upper part of the epithermal system crustiform, banded chalcedony-quartz veins (type 1) and a gold-bearing halo hosted by the silicified lacustrine sediments, rhyolite tuff and tuffites were observed (type 2) characterized by the following mineral assemblage: electrum, acanthite, naumannite, SbFe-oxid and pyrite. About 100–150 m deeper, crystalline rocks of the metamorphic basement host quartz-sulphide veins and nests with pyrite, arsenian pyrite, fahlore, chalcopyrite and sphalerite (types 3 and 4). Pyrite is missing in type 4 and the occurrence of gold is very low. All ore types are characterized by highly anomalous Tl content (up to 530 g/t).

The mineralization corresponds to the hot-spring style, epithermal Au-Ag mineralization model. The most important common features of Berger's model and the Füzérradvány mineralization are:

The mineralization is related to rhyolitic volcanism and poorly-eroded parts of shallow geothermal systems. Typical mineralogical composition: native gold or electrum, Ag-selenide and/or Ag-teluride, pyrite. The ore texture is characterized by the predominance of banded veins and breccias with a silicified matrix. Hydrothermal alterations from top to bottom are as follows: silica-sinter, massive silicification, quartz-adularia veins, veinlets and breccias with a quartz matrix. The veins are mainly chalcedonic, rarely opaline. In the upper 50 to 100 m of the epithermal system increased contents of Au, As, Sb, Hg and Tl are typical, while their content is decreased by depth accompanied by significant increase of Ag contents.

*Keywords: Tokaj Mts, epithermal system, hot-spring style, gold–silver mineralization, rhyolitic volcanism, geysersite*

#### Összefoglalás

A 2007 és 2009 között Füzérradványban végzett fúrásos kutatás új adatokat szolgáltatott a Tokaji-hegység északi részének földtani felépítésére és szerkezeti viszonyaira, valamint nemesfém ércesedésére vonatkozóan.

A korábbi földtani értelmezés alapján, a szarmata riolitos tufaképződés végén, közel 100 m vastag, részben áthalmazott tavi üledék képződött. Az ezekben nyomult riolit szubvulkáni test hatására először a gejzirtavi üledékeket átjáró gőzhevített átalakulás az egész tómedencét érintette, majd a következő fázisban szerkezeti zónák mentén

nemesfém tartalmú kvarceres breccsák képződtek, melyek a hévforrásos, alacsony szulfidációs epitermális érc típusba sorolhatók.

A 2007-ben végzett fúrásos kutatás a Korom-tetőn kibúvásában is látható, ÉÉNy–DDK-i csapású breccsás zónában alacsony fémtartalmú, arany-ezüst ércesedés jelenlétét igazolta. A 2008–2009-ben részben irányított magvétellel végzett fúrások bebizonyították, hogy az ércesedés térbeli elhelyezkedése lényegesen bonyolultabb mint ahogy azt a felszíni kibúvások alapján korábban feltételezni lehetett. Legalább három különböző érces csapás volt megfigyelhető: ÉÉNy, É és ÉK-i irányokban Az FR–105 fúrásban harántolt magas fémtartalmú aranyércesedést vagy ÉK-i csapású szerkezet kontrollálja vagy egy lokális jellegű ércoszlop lehet, amely több érces szerkezet metszésénél alakulhatott ki.

Az ércetek morfológiája, befogadó kőzetei és az ércék ásványos összetétele alapján négy érc típus volt megkülönböztethető. Az epitermális rendszer felső szintjében szalagos, kalcedonos, kvarctelések (1. típus) illetve arany tartalmú szóródási udvar volt megfigyelhető a tavi üledékekben, riolituffában és tufitban (2. típus) az alábbi ércásványtársulással: elektrum, akantit, naumannit, SbFe-oxid és pirit. Mintegy 100–150 méterrel mélyebben a metamorf aljzatban a kvarc-szulfidos erek, fészkek fő ásványai pirit, As-tartalmú pirit, fakóérc, kalkopirit, szfalerit (3. és 4. típus). A 4. típusban a pirit hiányzik és az arany csak nyomokban fordul elő. Valamennyi érc típusra jellemző az anomáisan magas Tl-tartalom (maximum 530 g/t).

Az ércesedés megfelel a hévforrásos, epitermális Au-Ag érctelep modellnek. A legfontosabb közös jellemzők BERGER modellje és a füzérradványi ércesedés között:

Az ércesedés riolitos vulkanizmushoz és geotermás rendszerek sekély, gyengén erodeált részeihez kapcsolódik. Tipikus ásványtani összetétele: termés arany, illetve elektrum, ezüst-szelenid és/vagy tellurid, pirit. Az érc szövetére jellemző a szalagos telérek, kovás kötőanyagú breccsák dominanciája. A hidrotermális elváltozások fentről lefelé haladva: kalcedonos hévforrás üledék (sinter), masszív kovásodás, kvarc+adulár telérek és erek, breccsa kvarc kötőanyaggal. A telérek általában kalcedonosak, néha opálosak. Jellemző az Au, As, Sb, Hg and Tl magas koncentrációja az epitermális rendszer felső 50–100 méterében, mélyebben ezen elemek mennyisége csökken, az Ag koncentrációja pedig szignifikánsan megnövekszik.

*Tárgyszavak: Tokaji-hegység, epitermális rendszer, hévforrásos típus, arany-ezüst ércesedés, riolitos vulkanizmus, gejzír*

## Bevezetés

A füzérradványi epitermális aranyelőfordulás a Tokaji-hegység ÉK-i részén, Sátoraljaújhelytől 20 km-re ÉNy-ra, Füzérradványtól É-ra a Korom-hegy és Korom-tető közötti területen fekszik.

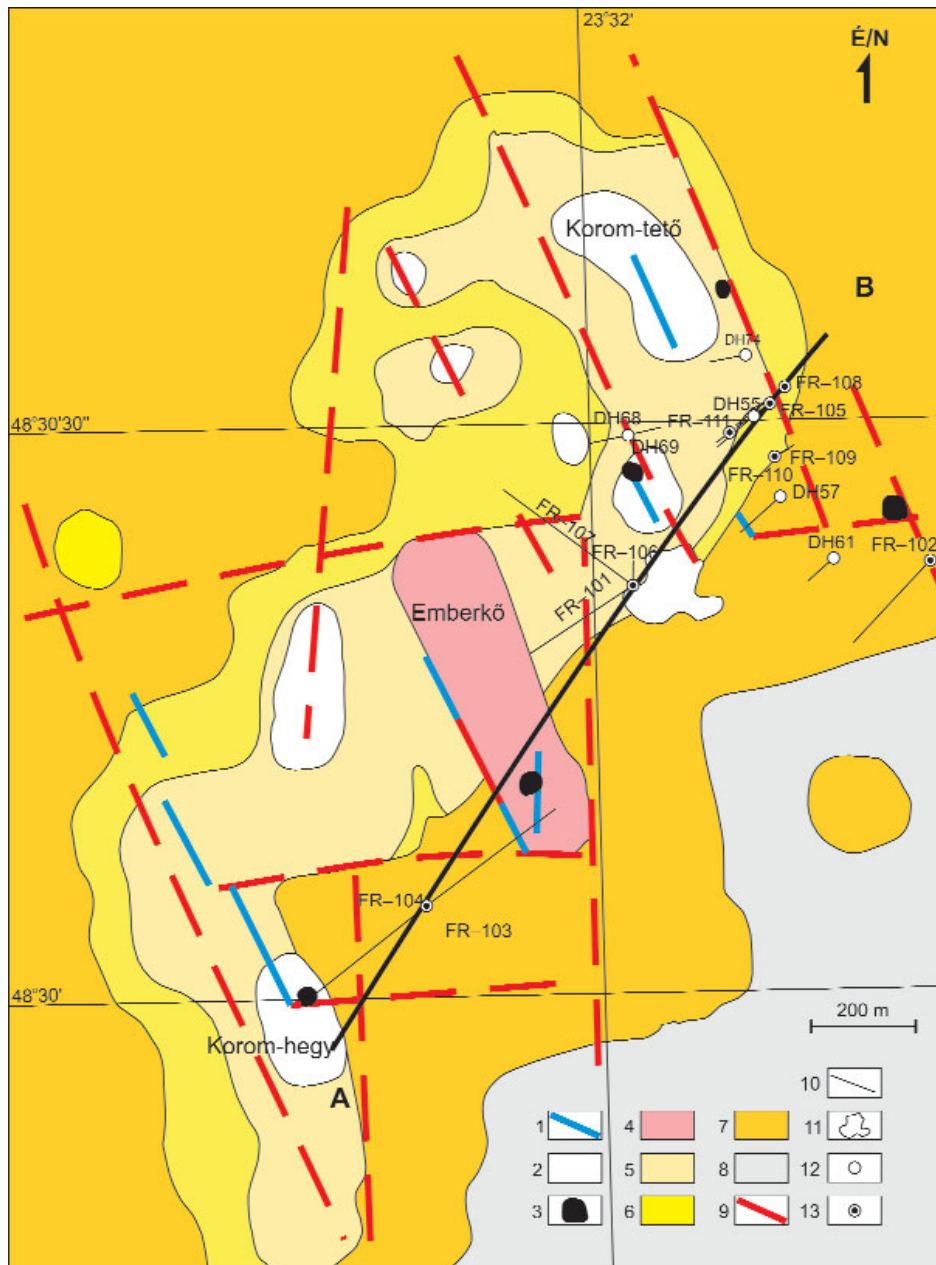
A Korom-hegy területén az illitkutatás és -bányászat története 1828-ig nyúlik vissza (FRITS 1951a). A jó minőségű illit felfedezése az aranykutatás mellékterméke lehetett. Erre utalhat a Korom-tető ÉÉK-i részén az „Aranybánya” erdőrész elnevezés is. A korábbi illitkutató tárók (24 db) bányaföldtani szelvényei és a felszíni földtani térképek már 1935-től az illittelepek között szarmata korú növény-maradványos kovás tufákat (SCHRÉTER 1948) és azokat áttörő hólyagos sávós riolitestben hidrotermális kovás breccsákat, valamint kvarcercet dokumentáltak (LIFFA 1934).

A jelenleg is aktív András illitbánya területén 1974–80 között az Országos Érc- és Ásványbányák 44 db fúrólukat mélyített max. 120 m mélységig. Az illitkutatás során a kvarceres kvarcitreccsákat ugyan dokumentálták (MÁTYÁS 1974), de a kovás breccsás mintákat aranyra nem vizsgálták, annak ellenére, hogy bennük vékony aduláros erek is megjelentek.

A területen a MÁFI tokaji-hegységi munkái keretében 1968 és 1976 között ILKEYNÉ PERLAKI Elvira és PENTELÉNYI László 1:10 000 méretarányú földtani térképezést végzett. A terület sztratigráfiáját részletesen leírták, azonban a felszínen látható hidrotermás képződményeknek nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget egy esetleges ércesedés szempontjából (ILKEYNÉ PERLAKI & PENTELÉNYI 1978). A Tokaji-hegység 1966–68 közötti szovjet légi radiometriai felméréséből Füzérradvány területe kimaradt.

A Tokaji-hegység ércutatása szempontjából meghatározó volt az egész hegység területén 1989–1990-ben végzett

regionális geokémiai felvétel (HARTIKAINEN et al. 1992, HORVÁTH et al. 1993). Ennek eredményeként több, részben új, aranykutatásra perspektívikus területet jelöltek ki, melyek közül a füzérradványi látszott a legígéretesebbnek. Ezen a területen 1991–1992-ben a MÁFI hálózatos talajmintázást végzett, s ennek eredményeként markáns Au-, Ag-, As-, Sb-anomáliák rajzolódtak ki, melyek több honi érceológus figyelmét felkeltették. Ugyanazon a ponthálózaton 1992-ben az ELGI és szlovák geofizikusok felszíni ellenállás- és elektropotenciál méréseket végeztek, melyekkel az ércesedést ugyan nem, de a különböző mértékű kovásodást képződményenként körülhatárolták. A geokémiai anomáliák 1993. áprilisi terepi ellenőrzésekor kiderült, hogy azok egyértelműen ÉÉNy–DDK-i csapású kovásodott, breccsás zónákhoz kapcsolódnak, melyeket <1 g/t Au-tartalom jellemez (CSONGRÁDI & ZELENKA 1995, CSONGRÁDI et al. 1996). A területről a geofizikai és geokémiai anomáliák helyszíni bejárása és kőzettani ellenőrzése alapján új földtani térkép készült (*l. ábra*), amelyen a kovás riolituffatípusok mellett az emberkői riolitest és a nemesfém-anomáliák csapásába eső öt, ÉÉNy-i csapású, egyenként több száz méter hosszú és 10 métert meghaladó vastagságú, kovás, breccsás zóna is rögzítésre került. Egyik jellegzetes koromtetői kibúvása a 2. ábrán látható. Meg kell jegyezni, hogy a „Füzérradványi kaolinelőfordulás helyszínrajza” című korábbi térképvázlaton ezek közül négy zóna „kvarcittelérek, kötenger” néven feltüntetésre került (FRITS 1951a). 1992-ben a Korom-tető alatt működő illitbánya András tárójának bevezető szakaszán ZELENKA T. 2,6g/t Au-tartalmú 20 cm vastag kvarctelért figyelt meg, majd ugyanezen táróban 1993 júniusában N. MAUND és PERLAKI E. folyamatos mintázást végeztek a vágat által hegyes szögben harántolt kovás breccsában, amely szintén arany tartalmúnak bizonyult (150 m @ 0,38 g/t Au).



1. ábra. A füzerradványi Korom-hegy-Korom-tető földtani térképe (CSONGRÁDI & ZELENKA 1995)

1 – ercesedett, kovás breccszóna, 2 – kovás hévforrás üledék, 3 – gejzirit, 4 – riolit és riolitbreccsa, 5 – aleurolit, 6 – homokkő, 7 – riolittufa és tuffit, 8 – agyagmárga, 9 – törés, 10 – fúrások és azok vízszintes vetülete, 11 – az illitbánya udvara, 12 – fúrás 2007, 13 – fúrás, 2008–2009

Figure 1. Geological map of the Korom-hegy-Korom-tető prospect at Füzerárvány (CSONGRÁDI & ZELENKA 1995)

1 – mineralized, brecciated zone, 2 – sinter, 3 – geysirite, 4 – rhyolite and brecciated rhyolite, 5 – siltstone, 6 – sandstone, 7 – rhyolite tuff and tuffite, 8 – claystone, 9 – fault, 10 – boreholes and their horizontal projection, 11 – the illite quarry, 12 – borehole 2007, 13 – borehole, 2008–2009

ILKEYNÉ Perlaki Elvira javaslatára 1996-ban a HUMEX Kft. (a Carpathian Gold Ltd. 100%-os tulajdonú leányvállalata) a Korom-hegy és Korom-tető területére kutatási koncessziót szerzett, azonban az erdőtulajdonosokkal elhúzódó vita miatt csak 2007 végén került sor az első hat magfúrás (DH-55, -57, -61, -68, -69, -74, összesen 803,7 m) lemélyítésére a Korom-tetőn.

A sikeres 2007. évi fúrési program eredményeinek köszönhetően a Caracal Gold LLC opciós szerződést kötött

a Carpathian Gold Ltd.-vel, melynek alapján finanszírozta a következő fúrési kampányt, amely 2008 októbere és 2009 márciusa között zajlott le.

A munkát a GENFOR fúró vállalat (Románia) végezte, ekkor 11 db fúróluk került lemélyítésre (FR-101-től FR-111-ig folyamatos számozással összesen 2903 méter magfúrás). A fúrési pontok az 1. ábrán láthatóak. A nemesfém-elemzéseket az ALS Gura Rosiei laboratóriumában készítették.



2. ábra. A korom-tetői kovás-breccsás zóna jellegzetes kibúvása  
 Figure 2. Typical outcrop of the Korom-tető silicified breccia zone

A fúrási programnak két fő célja volt:

- a) ellenőrizni egy esetleges arany-ezüst ércesedés lehetőségét az emberkői riolittest kontaktusához kapcsolódóan,
- b) folytatni a már felismert korom-tetői érces zóna kutatását.

### Földtani felépítés

A Füzérradvány Korom-hegy–Korom-tető területén végzett korábbi külszíni és bányaföldtani kutatások (LIFFA 1934, 1936–42; SCHRÉTER 1938, 1948; SZEBÉNYI 1949, FRITS 1951a, b, 1953; PÁLFALVY 1953; VARGA 1957; VARJÚ 1966; MÁTYÁS 1974; CSONGRÁDI & ZELENKA 1995; CSONGRÁDI et al 1996; PÉCSKAY et al 2005) alapján a földtani felépítés az alábbiakban írható le.

A kutatási terület legmagasabb fekvésű részein (400–430 m felett) tavi üledékes kőzetek fordulnak elő 30 és 100 m közötti vastagságban. Legfelső szintjében a vékonyrétegzett, fehér, fekete és vörös színű kovás hévforrás üledékek, (korábbi hazai terminológia szerint limnokvarcit) a nemzetközi szakirodalomban „silica-sinter” (MOLNÁR et al. 1999) melyek vízinnövény-maradványokat tartalmaznak s kvarcercskék járnak át. A kovaanyag forrásai azok a csatornák lehettek, melyek felszíni megjelenési formái 10–50 m átmérőjű kvarc-opál-kalcedonos összetételű, tömött, kaotikus szövétű gejziriték, melyek öt helyen (Korom-hegy, Ember-

kő, Bánya-oldal, Pengő-oldal és Korom-tető) figyelhető meg (CSONGRÁDI & ZELENKA 1995; CSONGRÁDI et al. 1996), tipikusan az uralkodó ÉÉNy és É-i szerkezetek mentén. A rétegsorban lejjebb kovásodott homokkövek, aleurolitok (helyenként szarmata növényi lenyomatokkal) és tufitok váltakoznak (PÁLFALVY 1953). A tavi üledékek alsó részében több rétegben, egykori gejzirtavi kavicsos-homokos és tiszta agyagos lencsesoros illites szint képződött, maximálisan 30 m körüli vastagsággal (MÁTYÁS 1974).

A tavi üledékek alatt a szerkezeti helyzet és az eróziós szint függvényében 0–120 m vastagságú riolitufa (-tufit) jelenik meg, ritkán kovásodott fatörzseket magába zárva (I. tábla, 1. kép). Helyenként itt is előfordulnak kisebb vastagságban illites rétegek. A kiemelt helyzetű Korom-tetőn a tufa/tufit vagy hiányzik vagy erősen redukált vastagságban fordul elő.

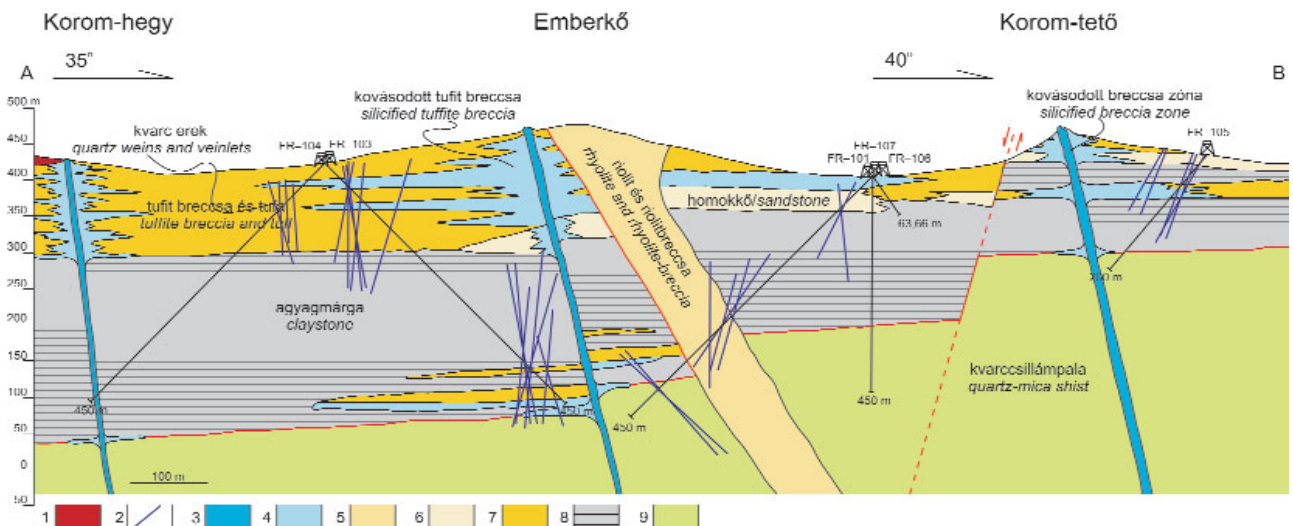
A vulkáni-üledékes rétegsor alatt a legutóbbi fúrások alapján egy vastag, monoton, szürke-sötétszürke, tengeri agyagmárga rétegcsoport települ, mely gyakran tartalmaz meddő, legalább részben üledékképződéssel egyidő (réteg mentén kivált) piritet. Az adott tektonikai blokk helyzetétől függően az agyagmárga vastagsága 100 és 250 m között változik, s a vastagság délnyugat felé növekszik (3. ábra). A Füzérradványi Kastélykertben 1936-ban lemélyített 440 m mély fúrásból a fedő riolitufa alatt tufapadokkal váltakozó szarmata Mollusca faunás agyagmárgát írt le az irodalom (FERENCZI 1938, SCHRÉTER 1948). Az agyagmárga diszkordánsan települ a kristályos aljzatra.

A 2008-ban lemélyített fúrások közül több elérte a kristályos aljzatot amely főként kvarccsillámpalából áll, s ebben egyes helyeken keskeny (max. 10 cm) vörös gránátos sávok figyelhetőek meg. A metamorf kőzetek kontakt zónája nyíráros szerkezetű. Megjegyzendő, hogy a Korom-tetőtől 3–4 km-re keletre, Bysta közelében (Szlovákiában) a kristályos aljzat felszínre bukkan, amelyben több észak-déli csapású, alacsony arany tartalmú breccsás zónát mutattak ki (BACO 2008). Ezek a korom-tetői ércesedés mellett erodeált gyökérrégiójával párhuzamosíthatók.

A kutatási terület központi részén egy északi irányban megnyúlt „szubvulkáni” riolit apofízatestet az Emberkőről már az 1930-as években többen leírtak (LIFFA 1934, SCHRÉTER 1948), melynek mérete 500×200 m. A 2008–2009-es fúrási program nem tudta bizonyítani hogy ez a riolitos, helyenként rioldácitos összetételű részben kálimetaszomatikus átalakulású test a mélység felé méretében növekedne (3. ábra), sem pedig azt hogy breccsás szegélye jelentősebb ércesedést tartalmazna, bár az 1935-ben 230 m hosszban a riolitban kihajtott Emberkői táró vékony hidrotermális kvarcerek jelenlétére utalt (LIFFA 1936–42).

Szerkezeti szempontból a vizsgált területen ÉÉNy és É-i csapású, extenziós szerkezetek uralkodnak, amelyek egy ÉK-i irányú, feltehetően balos nyírási zóna következtében nyílhattak fel. Ezekben az extenziós szerkezetekben alakultak ki az érchordozó polimikt breccsás zónák (CSONGRÁDI et al. 1996). Emellett K-i csapású törések is valószínűsíthetőek.

Az új fúrások megerősítették a terület blokk tektonikájára vonatkozó korábbi adatokat (SZEBÉNYI 1949), amennyiben azok nyugat és dél felé is növekvő mélységben érték el a



3. ábra. Földtani szelvény A-B (SEVDANOV 2009 alapján)

1 – kvarcerek, 2 – kovásodott breccsazóna, 3 – riolit és riolitbreccsa, 4 – homokkő és aleurolit, 5 – tuffitbreccsa és tufa, 6 – kovásodott tuffitbreccsa, 7 – agyagmárga, 8 – kvarccsillámpala, 9 – kovás hévforrás üledék

Figure 3. Geological section A-B (after SEVDANOV 2009)

1 – quartz veins and veinlets, 2 – silicified breccia zone, 3 – rhyolite and rhyolite breccia, 4 – sandstone and siltstone, 5 – tuffite breccia and tuff, 6 – silicified tuffite breccia, 7 – claystone, 8 – quartz mica schist, 9 – sinter

kristályos alaphegységet (FR–105 és FR–108 310 m t.sz.f; FR–102 250 m t.sz.f; FR–101 100 m t.sz.f; FR–107 90 m t.sz.f). A kutatási terület keleti szegélyén (Vilyvitány környékén) a metamorf aljzat 300 m t.sz.f körüli magasságban ismert a felszínen, míg mintegy 2 km-re nyugatra egy korábbi szerkezetkutató fúrás (Füzérkajata Fka–2) 600 méterrel a tengerszint alatt érte el a kristályos aljzatot.

Figyelemre méltó, hogy az András-tároló É-i fejtési mezijében a fúrási adatok alapján (MÁTYÁS 1974) a kovás kvarceres breccsás öv melletti magas  $K_2O$  tartalom (6–9%) az illites agyagtelepekben É–D-i csapású és abban adularos erek találhatóak (KISS 1960). Az illit földtani K–Ar radiometrikus kora  $11,89 \pm 0,3$  M év (PÉCSKAY et al. 2005), mely valamivel fiatalabb lehet az emberkői kálmetaszomatizált rioliton mért 12,1 M év (PÉCSKAY szóbeli közlése 2001) koránál. Az emberkői tároló riolitjában megfigyelt kvarcerek (LIFFA 1936–42) és a legújabb fúrások riolitbreccsájában megfigyelt nemesfém ércesedés igazolja a riolit és az érc-képződés relatív időrendjét.

## Ércesedés

Az epitermális ércesedés főként a korábbiakban leírt, hévforrások felvezető csatornájaként működő ÉÉNy–DDK-i és É–D-i szerkezetek újra felnyílásával kapcsolatos. Az így keletkezett több tíz méter széles, meredek dőlésű, polimikt, kovásodott breccsa (2. ábra) foglalja magába az alacsony (<1 g/t Au) nemesfém tartalmú érc fő tömegét. A Korom-tetőn megfúrt, főként ÉK–DNy-i csapású, jellemzően kis vastagságú (<1 m), szalagos, kalcedonos telérek helyenként kiugróan magas arany- és ezüsttartalommal tűnnek ki.

A füzérradványi hévforrásos, epitermális ércesedés négy típusa különböztethető meg:

1. Tipikus szalagos, kalcedonos, kvarc teléres ércesedés

fordult elő az FR–105 fúrásban. A 60 és 112 m közötti mélységközben több helyen figyeltünk meg lemezes kalcit utáni kvarc pszeuromorfózákat, amelyek a felforrás környezetét jelzik (I. tábla, 2. kép) és epitermális arany ércesedés jelenlétére utalnak. A 31 és 125 m közötti mélységközben jelentős vastagságú és koncentrációjú ércet harántoltunk: 94 m @ 2,78 g/t Au and 73,2 g/t Ag. Ezen a zónán belül a legmagasabb nemesfém-tartalmak az erősen kovás, néhányszor 10 cm vastag, szalagos, kalcedonos kvarcerekkel átjárt szakaszokhoz kapcsolódnak (I. tábla, 3., 4. kép). Az érces zónában anomális As-, Hg-, Sb- és Tl-tartalmakat is elemezték.

2. Néhány fúrás alacsony aranytartalmú szóródási udvart harántolt a porózus tavi üledékekben, riolittufában (5. fotó) és tuffitban. (FR–103 15,5–140 m, 124,5 m @ 0,14 g/t Au és <1 g/t Ag). Ez az ércesedési típus egy a felvezető csatornák környezetében, a nagyobb permeabilitású piroklasztitokban kialakult, újjasan kiékelődő lencsés, lepelszerű testként értelmezhető.

3. Az FR–105 fúrás befejező szakaszán szulfidos ércesedést harántolt a csillámpalában. A 195–200 m közötti intervallumban a szulfid tartalom 20 és 50% között váltakozott. Az ércesedést finomszemcsés piritből álló fészkek és erek képezik. A fenti 5 m-es szakaszban a következő átlagos fém-tartalmakat elemezték: 0,93 g/t Au, 14,7 g/t Ag, 0,6% As, 67 g/t Hg, 743 g/t Sb, 180 g/t Tl.

A 198–199 m közti mintában az 530 g/t Tl mellett 1%-ot meghaladó As-tartalmat mértek, ezért lorándit jelenlétét feltételeztük, de ezt az eddigi ásványtani vizsgálatokkal nem tudtuk igazolni (ZAJZON 2009). Egy másik lehetőség az As tartalmú pirit rácsába történő Tl-beépülés. A 100 g/t feletti Tl-koncentráció ipari szempontból is jelentős lehet, azonban az esetleges hasznosítás szempontjából fontos lenne ásvány fázishoz kötni a Tl-dúsulását.

Hasonló ércesedést harántolt számos <10 cm vastag kvarcszulfidrérel a mélyebben található metamorfítokban.

Néhány helyen masszív szulfiderek is előfordultak (199,8–201,6 m, 1,8 m @ 1,67 g/t Au, 73 g/t Ag, >1% As, 42 g/t Hg, 796 g/t Sb és 180 g/t Tl. Ezek a szulfidos erek feltételezhetően meredek dőlésűek, ÉNy–DK és É–D-i csapásúak.

4. A csillámpala felső, szerkezetileg deformált zónájában masszív szulfidereket és -fészkeket (I. tábla, 6. kép) tartalmazott az FR–102 fúrás 154–220 m közötti szakasza. Gyenge nemesfém-tartalom (0,1 g/t Au, 4 g/t Ag) csak 196–220 m között fordult elő, erősen anomális As (max. >1%), Hg (max. 131 g/t), Sb (max. 1140 g/t), Tl (max. 170 g/t) tartalmakkal kísérve.

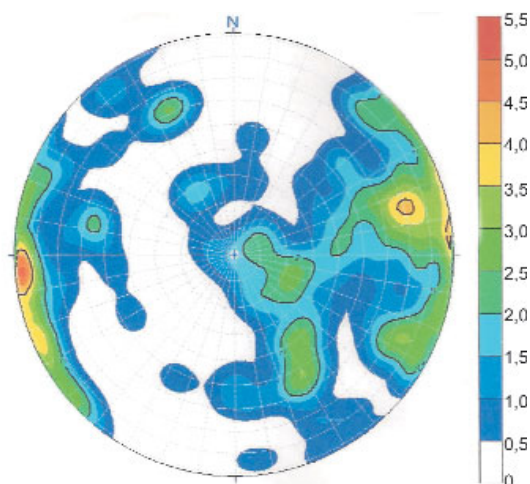
Értelmezésünk szerint az 1. és 2. típus azonos ércképződési folyamat terméke, de a 2. típus egy a felvezető csatornától távolabbi változat. Míg az első két típus epitermális kvarctelésekhez kapcsolódik, a másik kettő esetében alacsony kvarctartalom és jelentős szulfidtartalom a jellemző. A 3. és 4. típus között a fő különbség az aranytartalomban van.

A Miskolci Egyetemen végzett ásványtani vizsgálatok során az alábbi ércásvány fázisokat sikerült kimutatni: elektrum, naumannit, akantit, pirit (1. típus). Az As-tartalmú pirit elsősorban a csillámpalában harántolt pirites (3. és 4.) érc típusokra volt jellemző, ahol nyomokban kalkopirit, szfalerit és fakőérc is előfordul.

Aranyat csak elektrum formájában sikerült kimutatni az első érc típusban 5–20 mikronos szemcsékben. Az elektrum zárványként fordul elő akantitban vagy kvarcban. Ugyancsak az első érc típusban került leírásra a zónás akantittránótt naumannit ( $\text{Ag}_2\text{Se}$ ), amely első ízben volt kimutatható magyarországi mintában (ZAJZON 2009).

### Az érc telérek orientációja

Az utolsó fúrások (FR–108, FR–109 és FR–111) irányított magvétellel lettek lemélyítve. Ennek ellenére a gyakori agyagos elváltozások és az erősen töredezett kőzetek miatt nem sikerült minden érces szerkezet irányát meghatározni. A felszínről már ismert ÉÉNy–DDK-i és É–D-i csapású érces



4. ábra. A koromtetői kvarctelérek dőlésének sztereogramja Schmidt egyenlő területű vetületben készült és az alsó hemiszférát ábrázolja  
 Figure 4. Quartz vein orientations of the Korom-tető mineralization Schmidt equal area, lower hemisphere

szerkezetek (melyek főként  $265^\circ/85^\circ$  és  $85^\circ/85^\circ$  dőlések körül csoportosultak) mellett korábban nem ismert, ÉK-i csapású, kvarcteléreket is felismertünk a FR–111 számú fúrásban. Az utóbbiak lappólusainak sztereografikus vetületei a  $330^\circ/60^\circ$  és  $155^\circ/60^\circ$  dőlés körül két halmazban jelentkeztek (4. ábra).

### Következtetések

A 2007 és 2009 között végzett fúrásos kutatás új adatokat szolgáltatott a Tokaji-hegység északi részének földtani felépítésére és szerkezeti viszonyaira, valamint nemesfém ércesedésére vonatkozóan. Szerkezeti szempontból a legfontosabb eredmény a kristályos aljzatot elért fúrások alapján kirajzolódó blokk szerkezet, mely dél felé kisebb, nyugat felé nagyobb gradiensű lezökkenést mutat.

A korábbi földtani és ércföldtani kép (MÁTYÁS 1974, CSONGRÁDI et al 1996, PÉCSKAY et al 2005) alapján a szarmata riolitos tufaképződés végén a hidrotermális geizir tavi működéssel közel 100 m vastag összletben tavi üledékek (agyagok, homokkövek, konglomerátumok és áthalmozott tufitok, tufák) több ciklusban ismétlődve képződtek. Az ezekben nyomult sávok riolittest hatására először a tavi üledékeket átjáró gőzhevített átalakulás az egész tömedencét érintette (MOLNÁR et al 1999, PÉCSKAY et al. 2005), majd a következő fázisban szerkezeti zónák mentén nemesfém tartalmú kvarceres breccsák képződtek.

A 2007-ben végzett fúrásos kutatás a Korom-tetőn kibúváásban is látható ÉÉNy–DDK-i csapású breccsás zónában. (2. ábra) alacsony fémtartalmú, arany-ezüst ércesedés jelenlétét igazolta.

A 2008–2009-ben részben irányított magvétellel végzett fúrások bebizonyították, hogy az ércesedés térbeli elhelyezkedése lényegesen bonyolultabb mint ahogy azt a felszíni kibúváások alapján feltételezni lehetett. Legalább három különböző érces csapás volt megfigyelhető: ÉÉNy, É és ÉK-i irányokban. Az FR–105 fúrásban harántolt magas fémtartalmú aranyércesedést vagy ÉK-i csapású szerkezet kontrollálja vagy egy lokális jellegű ércoszlop lehet, amely több érces szerkezet metszésénél alakulhatott ki. Ezt a kérdést csak a korábbi fúrási szelvényírányra merőlegesen fúrt, DK-i azimutú ferdefúrással lehetne eldönteni.

Az ércesedés teljes mértékben megfelel a hévforrásos, epitermális Au-Ag érctelep modellnek (BERGER 1985, CSONGRÁDI & ZELENKA 1995). A legfontosabb közös jellemzők BERGER modellje és a füzérradványi ércesedés között az alábbiakban foglalhatóak össze:

Az ércesedés rendszerint vulkanizmushoz és geotermás rendszerek sekély, gyengén erodeált részeihez kapcsolódik. Tipikus ásványtani összetétel: természetes arany (Füzérradványban elektrum), ezüst-szelenid és/vagy tellurid, pirit. A kevés pirit rendszerint finomszemcsés hintést képez. Az érc szövetére jellemző a szalagos telérek, kovás kötőanyagú breccsák dominanciája. A hidrotermális elváltozások fentről lefelé haladva: kalcedonos hévforrásüledék (sinter), masszív kovásodás, kvarc+adulár telérek és erek, breccsa kvarc kötőanyaggal. A telérek általában kalcedonosak, néha

opálosak. Az ércek elhelyezkedését törésrendszerek, breccsás zónák határozzák meg. Jellemző az Au, As, Sb, Hg és Tl magas koncentrációja az epitermális rendszer felső 50–100 méterében, mélyebben ezen elemek mennyisége csökken, az Ag koncentrációja pedig szignifikánsan megnövekszik. Mindezek a jelek megfigyelhetők a füzérradványi ércesedés területén úgy a talajgeokémiai (HORVÁTH et al. 1993), mint a fúrás elemzési adatokban, alátámasztva a genetikai besorolás helyességét (CSONGRÁDI & ZELENKA 1995, CSONGRÁDI et al. 1996, PÉCSKAY et al. 2005).

A jövő kutatási feladata lehet a központi (emberköi) és nyugati zónák (korom-hegyi) fúrások kutatása, melyek a felszínen kőzetanalóg és geokémiailag a kovás átalakulások típusai

szerint hasonlóak a fúrásokból már ismert korom-tetői zónához.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak KUPI László, SZENTPÉTERI Krisztián és SERGEY SEVDANOV geológusoknak, akik jelentős részt vállaltak a fúrások dokumentálásában, továbbá TÓTH Szabolcsnak a mintázásban végzett munkájáért. Ugyancsak köszönet illeti Dr. FÖLDESSY János és MÁRTON István lektorokat kritikai észrevételeikért, melyekkel hozzájárultak cikkünk színvonalának emeléséhez.

### Irodalom — References

- BACO, P. 2008: Bysta-Skaros exploration report. — *Kézirat*, Koral s.r.o., Spisska Nova Ves.
- BERGER, B. R. 1985: Geologic-geochemical features of hot-spring precious-metal deposits. — *U.S. Geological Survey Bulletin* **1646**, 47–53.
- CSONGRÁDI, J. & ZELENKA, T. 1995: Hot spring type gold silver mineralization in the Tokaj Mts. (northeastern Hungary). — *Geological Survey of Greece, Special Publications* **4**, 689–693.
- CSONGRÁDI J., TUNGLI GY. & ZELENKA T. 1996: Az utóvulkáni működés és az ércesedés kapcsolata a füzérradványi Korom-hegy–Korom-tetőn. — *Földtani Közlöny* **126/1**, 67–75.
- FERENCZI I. 1938: Előzetes jelentés a Füzérradvány-környéki bányageológiai felvételi munkákról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- FRITS J. 1951a: Füzérradványi kaolin előfordulás bányaföldtani viszonyai. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Kaolin 26.
- FRITS J. 1951b: Jelentés a Füzérradvány–korom-hegyi illitbányánál tervezett altáróról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Kaolin 23.
- FRITS J. 1953: Jelentés a Füzérradvány (környéki) kaolin kutatásról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Kaolin 33.
- HARTIKAINEN, A., HORVÁTH, I., ÓDOR, L., Ó. KOVÁCS, L. & CSONGRÁDI, J. 1992: Regional multimedia geochemical exploration for Au in the Tokaj Mountains, Northeast Hungary. — *Applied Geochemistry* **7**, 533–546.
- HORVÁTH, I., ÓDOR, L., FÜGEDI, U. & HARTIKAINEN, A. 1993: Aranyindikációk a Tokaji-hegységi érckutatásban. (Gold indications in the regional scale geochemical survey of the Tokaj Mts. [Hungary.]) — *Földtani Közlöny* **123/4**, 363–368.
- ILKEYNÉ PERLAKI E. & PENTELÉNYI L. 1978: Hollóháza–Füzérkajata. Magyarázó a Tokaji hegység Földtani térképéhez. 25 000-es sorozat. — MÁFI, Budapest, 77 p.
- KISS L. 1960: A füzérradványi illit ásvány-kőzettani vizsgálata. — ÉAKKI jelentés, 63 p.
- LIFFA A. 1934: Előzetes jelentés a hazai kaolin előfordulásokról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Ka/2.
- LIFFA A. 1936–42: Néhány geológiai megvizsgált hazai tűzállóanyag és kaolin előfordulásról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1936–38/III.*, 1126–1145.
- MÁTYÁS E. 1974: Új illites nemesanyagbánya Füzérradványban. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **107/3**, 187–196.
- MOLNÁR, F., ZELENKA, T., MÁTYÁS, E., PÉCSKAY, Z., BAJNÓCZI, B., KISS, J. & HORVÁTH, I. 1999: Epithermal mineralization of the Tokaj Mountains, Northeast Hungary: Shallow levels low-sulphidation type systems. — *Society of Economic Geologists Guidebook Series* **31**, 109–153.
- PÁLFALVY I. 1953: Fialat harmadidőszaki növénymaradványok Füzérradvány környékéről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1950-ről*, 167–173.
- PÉCSKAY, Z., MOLNÁR, F., ITAYA, T. & ZELENKA, T. 2005: Geology and K–Ar geochronology of illite from the clay deposit at Füzérradvány, Tokaj Mts, Hungary. — *Acta Mineralogica–Petrographica, Szeged*, **46**, 1–7.
- SCHRÉTER Z. 1938: Füzérradvány környékének hidrogeológiai viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1936–38/III.*, 1147–1149.
- SCHRÉTER Z. 1948: Füzérradvány és Gönc között lévő terület földtani viszonyai. — *A jövedéki mélykutatás 1947/48 évi munkái*, 258–270.
- SEBÉNYI L. 1949: Jelentés a Füzérradványi kaolin kutatásról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár 1345/1949.
- VARGA Gy. 1957: A Füzérradvány korom-hegyi illit-kaolin bánya összefoglaló földtani és készletszámítási jelentése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T.1781.
- VARJÚ Gy. 1966: Nemérces ásványi nyersanyagok 8.3. Illit. — In: JANTSKY B (szerk.): *Ásványtelepeink földtana*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 262–264.
- ZAJZON, N. 2009: Mineralogical investigation (EDX and XRPD) of the FR–102, FR–104 and FR–105 drill core samples. — *Kézirat*, Miskolc University.

Kézirat beérkezett: 2014. 04. 29.



1. kép. Tufitba zárt kovásodott fatörzs (FR-103, 120,5 m)

*Photo 1. Petrified trunk in tuffite (FR-103, 120,5 m)*

2. kép. Lemezes kalcit utáni kvarc pseudomorfozák tipikus forrási jelenség (FR-105, 81,5 m)

*Photo 2. Quartz after bladed calcite, typical boiling feature (FR-105, 81,5 m)*

3. kép. Riolituffa szalagos, kalcedonos kvarc átvezéssel, telérekkel (FR-105, 81-82 m)

*Photo 3. Rhyolite tuff with banded chalcidonic quartz veining (FR-105, 81-82 m)*

4. kép. Szalagos, kalcedonos kvarctelér (FR-68, 145-146 m)

*Photo 4. Banded, chalcidonic quartz vein (FR-68, 145-146 m)*

5. kép. Tuffbreccias kalcedonos kvarcerekkel (FR-74, 113,9 m)

*Photo 5. Tuff breccias cross-cut by chalcidonic quartz veinlets (FR-74, 113,9 m)*

6. kép. Masszív piritér kvarccsillámpalában (FR-102, 180 m)

*Photo 6. Massive pyrite vein hosted by quartz-micaschist (FR-102, 180 m)*