XXIX. évfolyam, 2. szám. 2019. augusztus

GEODA

A Magyar Minerofil Társaság folyóirata • Journal of the Hungarian Friends of Minerals

Az Év ásványa 2019: GALENIT

Mineral of the Year 2019: GALENA

Galenit, Madan (Bulgária).
Mérete: 55 x 35 mm.
Lelkes András gyűjteménye.
Fotó: Kupi László.

TARTALOM
CONTENTS

Hollósy Ferenc: A galenit és az ólom a kultúra tükrében **3**
Galena and lead in the light of culture

Gál Péter és Szabó Dávid: A magyarországi galenitek **13**
Galenas from Hungary

Sánta Gábor: A bulgáriai Madan és az erdélyi Gutin-hegység galenitje **27**
Galena of Madan (Bulgaria) and the Gutin Mountains (Romania)

Lévai Zsolt: A galenit álalakjai **43**
Pseudomorphs of galena

Kezedben a múlt. Szavazz az év „ősványára”! **49**
The past in your hands. Vote for mineral and fossil of the year!

A címlapon: Galenit, Mátraszentimre, Szent Imre-akna. A példány 6 cm-es. Herman Ottó Múzeum gyűjteménye. Fotó: Tóth László.

GEODA, a Magyar Minerofil Társaság folyóirata ● Felelős kiadó: Dr. Kónya Péter elnök ● Megjelenik évente háromszor: március 10., augusztus 31. és december 1. ● Főszerkesztő: Fehér Béla (feherbela@upcmail.hu) ● Szerkesztők: Gál Péter (galpeti93@gmail.com), Sánta Gábor (saga21enator@gmail.com), Szabó Dávid (szabdavid91@gmail.com) ● Szerkesztőség: Magyar Minerofil Társaság, 3525 Miskolc, Kossuth u. 13. Tel.: (46) 505-098. E-mail: geoda@minerofil.hu. Internet: www.minerofil.hu ● Kiadványterjesztés: Kriska Ádám titkár. Cím: Magyar Minerofil Társaság, 1725 Budapest, Pf. 254. Tel.: (70) 516-4942. E-mail: titkar@minerofil.hu ● Nyomdai előkészítés: Fehér Béla ● Nyomdai munkálatok: CopyCAT Nyomda, 1054 Budapest, Alkotmány u. 18. Internet: www.copycat.hu. Felelős vezető: Könczey Áron ●
HU ISSN 2060-212X

A galenit és az ólom a kultúra tükrében

Hollósy Ferenc
TIT Stúdió Egyesület Ásványgyűjtő Szakcsoport, Budapest
E-mail: fhollosy@gmail.com

A 2019. év ásványának választott galenit igen sokoldalú érc. Az emberiség kultúrtörténetében betöltött szerepe elválaszthatatlan a belőle kinyerhető ólom történetétől, ezért az alábbiakban együtt tárgyalom őket.

Elnevezése

A galenit neve a latin *galena* szóból ered, mely ólomtartalmú ércet jelent (angol neve *galena*, német neve *Galenit* vagy *Bleiglanz*). Kémiailag egy szulfidércről van szó, melyben az ólom 2+ vegyértékkel vesz rész. Képlete: PbS (1. ábra).

A galenit ólomatomja kalandos utat járt be, míg az ásványba belekerült. A nehézelemek egy része a csillagokban zajló nukleáris fúziók eredményeként jött létre, egészen a vasig bezárólag. Sokáig tartotta magát az az elképzelés, hogy az ólom, az arany vagy más nehézelemek atomjai szupernóvarobbanások alkalmával alakultak ki. Az újabb csillagá-

1. ábra: Ezüstben gazdag galenitpéldány szfaleritkristályokkal a perui Huaron bányából (Pasco Department). Mérete: 9,5 x 6,2 x 2,6 cm. A szerző felvétele.

szati eredmények alapján a szupernóvák nem képesek az összes nehézelemet „legyártani”, ehhez nagyobb energiájú folyamatra van szükség. 2017 nyarán sikerült is megfigyelni az Einstein által megjósolt gravitációs hullámokat, amelyek egy neutroncsillag-pár összeütközésekor keletkeztek. A jelenség optikai fénylésének vizsgálata alapján ez az esemény egy, a szupernóváknál sokkal erőteljesebb és fényesebb robbanást okozott. A spektrográfiai vizsgálatokkal sikerült kimutatni a frissen keletkezett arany és ólom jelenlétét. A részletes vizsgálatok és szimulációk megerősítették, hogy az arany, az ólom és még jónéhány nehézelem atomjainak keletkezése ehhez a ritka folyamathoz köthető. A szimulációk szerint a nehézelemek Naprendszerben megfigyelt mennyiségének létrehozásához elegendő volt egyetlen ilyen robbanás, amely a csillagunkat is létrehozó gáz- és porfelhőtől 1000 fényéves távolságon belül történt. A robbanás során kidobódó és az űrben szétszóródott nehézelemek differenciáltan helyezkednek el Naprendszerünk planétáiban. A vas, az arany, a platina és a többi nehézelem az olvadt magba süllyedt le, ezzel szemben az ólom nagyobb arányban található a kéregben. A vulkáni tevékenység egészen a felszín közelébe hozza az ólmot, majd lerakja azt ércek formájában (hidrotermás, szkarnos érctelepek, cserebomlással létrejövő összletek). Ennek köszönhetően az ólom messze a leggyakoribb nehézelem (13 ppm) a földkéregben.

Az ólom terméselem formájában is előfordul, de rendkívül ritka. Ma több mint 500 féle ólomtartalmú ásványt ismerünk, melyek közül a galenit a leggyakoribb. Ércei sokfelé előfordulnak, ezért több mint ötven országban bányásszák. A galenit utáni leggyakoribb ásványai másodlagos eredetűek: anglesit ($PbSO_4$), cerusszit ($PbCO_3$), wulfenit ($PbMoO_4$), piromorfit [$Pb_5(PO_4)_3Cl$] és mimetezit [$Pb_5(AsO_4)_3Cl$], azonban ezek gazdasági jelentősége elenyésző.

A galenitből kinyerhető ólom egyike azoknak a fémeknek, amelyeket az ember ősidők óta ismer. Elemi állapotban ezüstös szürke színű, hajlékony, jól megmunkálható, nyújtható, forrasztható, korrózióálló nehézfém. Az ólom latin neve *plumbum,* ennek rövidítéséből ered az elem vegyjele (Pb). A *plumbum* eredete ismeretlen, valószínűleg a görög *molübdosszal* rokon. Az ólmot sokáig összetévesztették az ónnal. Azért, hogy az elnevezésből ne legyen keveredés, az ólmot a rómaiak *plumbum nigrum*nak (fekete ólomnak) nevezték el, hogy megkülönböztessék az óntól, amelynek a *plumbum candidum* (fehér ólom) nevet adták.

Angol neve *lead.* A szó eredete bizonytalan. Talán kapcsolatban áll a norvég *lodd* és német *Lot* szavakkal. A másik angol elnevezése már érdekesebb: ez a *Saturn*, de erről még lesz szó később.

Az ólom neve a németben és a skandináv nyelvekben *bly* vagy *Blei*; ezek a szavak az indoeurópai *Bhlei* (fényleni) igéből erednek. Akik tanultak németül, tudják, hogy a ceruza német neve, a *Bleistift* az ólom (de a galenitnek is) azon tulajdonságára utal, hogyha végighúzzuk a papíron, akkor nyomot hagy a grafithoz hasonlóan (Mohs-féle karcolási keménysége 2,5).

A magyar *ólom* szó etimológiája bizonytalan, de valószínűleg finnugor eredetű és az *ón*nal azonos előzményei vannak. E két nevet a 19. századig a két fémre (ólom, ón) vegyesen használták.

Az ólom kinyerése

A galenitből történő ólom kinyerése régen sem volt túlságosan bonyolult folya-

2. ábra: A Római Birodalom legnagyobb kiterjedése idején intenzív ólombányászat folyt. A kocka szimbólum a legfontosabb galenittermelő régiókat jelöli.

mat. A galenit apróra tört kristályait fatűzön hevítették, amely során ólom-oxidot kaptak, majd ezt redukálva fémólomhoz jutottak. Az ólom alacsony olvadáspontú (327 °C) és így könnyen alakítható, akár formába önthető. Ez a viszonylag egyszerű módszer jócskán hozzájárult az ólom tulajdonságainak korai megismeréséhez és a fém felhasználásához.

A galenites ólomércek ólomtartalma tipikusan 0,5–5 t%. Ebből töréssel és különböző elválasztási technikákkal az érc dúsítható és az érckoncentrátum ólomtartalma elérheti az 50–60 t%-ot. Majd ebből kohósítással állítják elő a felhasználásra/finomításra kész fémólmot. Ebből is látszik, hogy 1 tonna ólom előállításához 100 tonna vagy még több ércet kell kibányászni!

A galenit és az ólom felhasználása az ókorban

A galenit és a belőle kinyert ólom felületét idővel egy finom eloszlású, szürke oxidréteg vonja be, amely megvédi a további oxidációtól. Erre utalhat az ólom bibliai héber neve (*oferet*), ami az *afar*, azaz por szóból származik, utalván a fém porszerű szürkéskék bevonatára.

Az ólom felhasználása 9000 éve kezdődhetett a Földközi-tenger térségében, a mai törökországi Çatalhöyük (Kr. e. 7500–5700) nevű település közelében, ahol a régészek a jelenleg ismert legidősebb ólomfeldolgozási helyet tárták fel. Az ókorban, Mezopotámiától Egyiptomig fekete szemhéjfestékként,

illetve a szem körülrajzolásához, a sminkvonal meghúzásához használták a galenit porát. Az egyiptomiak úgy vélték, hogy a galenit vagy antimonit porából kevert fekete szemfesték (*mesdemet*) megvéd a szembetegségektől és a nap káros sugaraitól. Hasonlókat tartottak a realgárból és cinnabaritból készült piros arc- és szemfestékről is. Ennek hátterében az állhat, hogy a festékekben lévő mérgező nehézelemek elpusztították a szembetegségeket okozó mikroorganizmusokat.

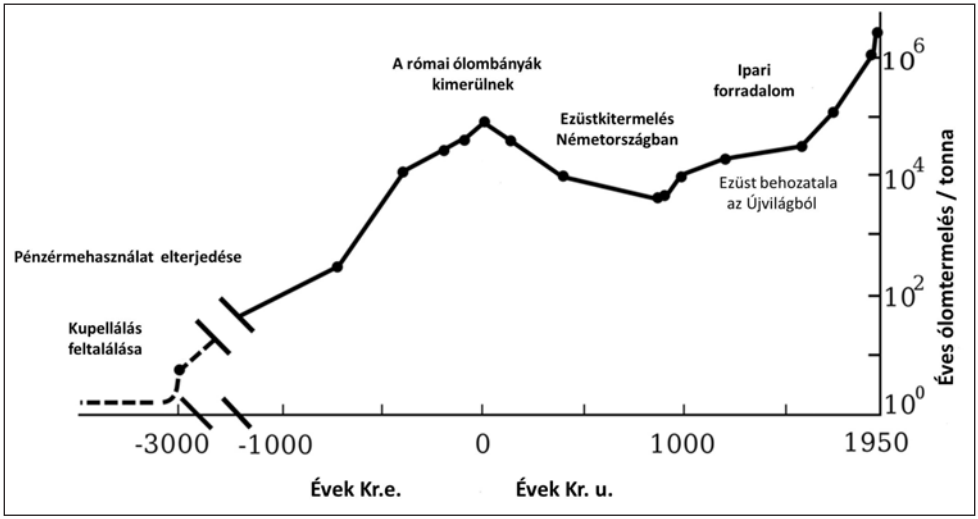
Az ókortól kezdve számos felhasználását ismerjük az ólomnak. Egyiptomban ólomoxidot használtak egyes festékek előállításához, Babilonban a világ hét csodája között számontartott Szemiramisz Függőkertjének aljzata is ólomból készült, hogy visszatartsa a nedvességet. A rómaiak vízvezeték-hálózatok kiépítésénél használták előszeretettel. Ezeket két rész ólomból és egy rész ónból álló ötvözettel forrasztották. Hajdan hajófenék bevonására, de tőkesúly gyanánt is alkalmazták. Az ólom-oxidot, vagyis az ólomglétet fazekasmunkákhoz használták.

Az ólom egyike volt annak a hét fémnek, melyet az ókorban ismertek: arany, ezüst, réz, ón, vas, higany és ólom. Ezeket az akkor ismert hét égitesttel (Nap, Hold, Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz), illetve a hét napjaival és istenekkel párosították. Így az ólmot a szombathoz, és annak a planétájához, a Szaturnuszhoz társították (a szombat angol *Saturday* elnevezése is innen származik).

A galenit bányászatának ókori csúcspontja a császárkori Róma idejére esik, amikor is évi 80.000 tonnát bányásztak az Ibériai-félszigeten, a Balkánon, az ókori Görögország és Kis-Ázsia területén (2. ábra). Az ólmot félkész termékként rudak formájában szállították és forgalmazták (3. ábra). A Római Birodalom bukását követően a kitermelés drasztikusan csökkent. Kr. u. 900-ban csak néhány ezer tonna/év volt a kitermelt ólom mennyisége. Majd a közép-európai bányáknak köszönhetően Kr. u. 1000-től folyamatosan emelkedett a termelés egészen az ipari forradalomig. Jelenleg 5 millió tonna/év a világ galenittermelése (ennek értéke 15 milliárd dollár). Ma Európában 60%-ban, az Egyesült Államokban 80%-ban újrahasznosított ólmot használnak (4. ábra).

A Római Birodalomban nem csak az ólom miatt folyt a termelés, hanem a galenitben kis mennyiségben jelen levő ezüst kinyeréséért is, ugyanis viszonylag kevés olyan ezüstásvány-előfordulást ismertek abban az időben, amely számottevő mennyi-

3. ábra: Az ókorban hajótörést szenvedett Rena Maiore rakományából származó ólomrúd, melyen még jól olvasható az egykori felirat: „Augustus Caesaris Germanicum", vagyis Augusztusz Cézár germániai tartományából származott ez a példány (Aglientu, Észak-Szardínia).



4. ábra: A világ ólomkitermelésének alakulása Kr.e. 3000-től Kr.u. 1950-ig.

séget produkált volna az egyre növekvő ezüstpénz-forgalomhoz. Az ezüst dénár igen megbecsült pénznem volt a nagy tisztasága miatt. Már a görögök is, de főként a rómaiak el tudták érni, hogy a galenitből kiolvasztott ólomból nagy hatékonysággal kivonják az ezüstöt (5. ábra). A régészeti feltárások során találtak olyan ólomrudakat, melyekbe nemcsak a tulajdonos volt beleírva, hanem az is, hogy „ex arg", vagyis abból az ólomrúdból már kivonták az ezüstöt (6. ábra). Az 1% ezüst többet ért, mint a 99% ólom! Csak így képzelhető el az, hogy az ezüst kinyerése során visszamaradt hatalmas mennyiségű ólommal kezdeniük kellett valamit. Jobb híján ezért végig ólomcsövezték a birodalom tehetős nagyvárosait.

5. ábra: Rézmetszet a kupellálás (ezüstkivonás) műveletsoráról Georgius Agricola *De re metallica* című 12 kötetes munkájának 10. kötetéből (1556).

6. ábra: Az ólomrúd feliratának végén szereplő „Ex arg" rövidítés arra utal, hogy ebből az angliai Derbyshire-ben talált darabból már kinyerték az ezüstöt.

Az ólom és a galenit felhasználása az ókortól napjainkig

Ólomparittya

Az ólom a történelem során még a parityákban is helyet kapott. A parittya egy, a két végén erős zsinegre kötött hosszúkás, rombusz alakú erős, vastag bőrdarab, amely közepén be van mélyítve, vagy esetenként ki van vágva, hogy a beletett kődarab minél biztosabban álljon. Normál esetben követ tesznek bele (pl. a bibliai Dávid és Góliát története). Az ókor és a középkor folyamán elterjedt fegyver volt, gyors használhatósága és hatékonysága miatt. 150–200 m távolságba is elég pontosan lehetett célozni vele. A régészek gyakran találnak az egykori csatatereken citrom vagy mandula alakúra faragott, és akár 60 grammot is nyomó szabvány méretű, ólomból készült ókori „parittyakövet". Egy igazi mesterlövész golyója akár 160 kilométer/órás sebességet is elérhetett, így a legnagyobb golyók gyakorlatilag szó szerint levihették az ellenséges katonák fejét. Nemrég brit régészek római katonák átfúrt ólom parittyagolyóira bukkantak Skóciában, amit a *Brunswark Hill*nél zajló csata során használhattak. A régészek megállapították, hogy az elhajított parittyalövedék a furatok mentén rendkívül hangos, sípoló hangot adhatott ki, ami igencsak félelmetes terroreszközzé változtatta ezt a fegyvert. Mint minden tradicionális lőfegyver, a tűzfegyverek térnyerése során szorult ki a fegyverviselésből és változott a 20. században egy kevéssé elterjedt sporteszközzé.

Ólomgolyók

A kézi tűzfegyverek és a tüzérség története valahol a 14. század elején vált el egymástól. A legelterjedtebb lövedéktípus a tapaszolt vagy tapaszmentes tiszta ólomgömb lett, a 14. századtól egészen a 19. század elejéig ezt használták leggyakrabban a hadászatban és a polgári lövészetben. Az ilyen jellegű lövedékek viszonylag kis tömegüknek és a gömbformának köszönhetően energiájukat már közepes (100–200 m közötti) távolságokon is gyorsan elveszítik.

Több oka is van, hogy az ólomra esett a választás a lövedék anyagaként. Elsőként azért, mert alacsony olvadáspontja miatt könnyedén lehet belőle golyó formát önteni. Másodsorban azért, mert puhasága miatt sok-

kal könnyebb volt megmunkálni, mint az acélt. Emiatt a fegyvercsőnek sem kellett nagyon keményre edzettnek lennie. Nem volt szükség század- vagy ezredmilliméteres pontosságra a gyártásnál, mert az ólomlövedék jól igazodik a fegyvercső alakjához és kitölti a hézagot, vagyis tömít. Emiatt a fegyver és a lőszer is lényegesen olcsóbb lett. Általános célpontok esetében ma sincs szükség acéllövedékre, a vadászathoz, sportlövészethez tökéletesen elegendő az ólomlövedék is.

Ólommáz

Az ólom-oxid por, finom kvarcőrleménnyel és kaolinnal keverve egy viszonylag alacsony olvadáspontú anyagot alkot, amelyet ólommázként ismerünk. A már egyszer kiégetett agyagedényeket (zsengélő égetés) vonják be a fenti keverék vizes szuszpenziójával, majd ismét kiégetik (860–1050 °C között). A tiszta ólommáz színtelen, átlátszó, üvegszerűen fényes, így az alatta elhelyezett festett minták szépen láthatók. Ha más fém-oxidokat kevernek hozzá, akkor lehetséges színes mázak előállítása is, így pl. a vas-oxid sárga, a réz-oxid zöld, a mangánoxid barna, a kobalt-oxid kék színt ad neki. Az ólommázas cserépedények a 15. századtól egészen a 20. század közepéig nagyon fontos szerepet játszottak a háztartásokban, de a bennük történő főzés során ólom oldódhatott ki belőle, ami mérgezést okozhatott. Az ólommázakat ennek ellenére ma is alkalmazzák, de jobbára csak díszkerámiai célokra.

Ólomkristály

Az 1600-as évektől kezdődően a kerámiaipar hagyományai (ólommáz) nyomán egy olyan új technológiát kezdtek használni az üveggyártásban, mely fémoxidok hozzáadásával, a metszést és csiszolást követően egy káprázatos csillogású üveget eredményezett. Ez volt az ólomkristály. Ólomkristálynak olyan jó minőségű, kis vastartalmú üveget nevezünk, melynek anyagához fénytörést javító, törésmutatót növelő anyagokat (hagyományosan ólom-oxidot) adagolnak. A legalább 24%-ban jelenlevő PbO kölcsönzi az üvegnek azt a sajátos csillogást, ami az ólomkristályra olyannyira jellemző. Az oxid az üveg kristályszerkezetébe beépülve egy lágyabb szerkezetet eredményez. Ennek tulajdonítható az ólomkristály pohár zengőbongó hangja a koccintáskor. Ma a környezetre veszélyes PbO-t gyakran más fém-oxidokkal helyettesítik, ezért az ólomkristály kifejezés nem fedi minden esetben a valóságot, de az ólomkristály üveg káprázatos csillogásán és hangján ez mit sem változtat.

Ólombetű

Az ólom komoly szerephez jutott a könyvnyomtatásban is. A gutenbergi fordulat új alapokra helyezte a betűmetszést, és lett a tömeges igényeket kielégítő nyomdászat egyik alapvető művelete. A gondosan megtervezett betűk és más írásjelek formáit acél nyomórudak végére metszették (patrica, betűbélyegző). Ezek segítségével ütötték bele a lágyabb vörösréz anyagba a betűk öntőnegatívját, és ez homorú rézlemez (matrica) adta a betűk kiöntés utáni formáját. Gutenberg észrevette, hogy „a puha ólombetűk a körforgásban elkopnak...”, ezért a betűk öntéséhez egy betűfém-ötvözetet dolgozott ki, mely az ólom mellett 15–25% antimont és 5–10% ónt tartalmazott. A megfelelő összetételű betűfém nem túl magas olvadáspontú (260–330 °C), olvadéka jól kitölti a matrica finom réseit és lehűlés közben nem

zsugorodik. Ellenben megfelelő keménységgel bír ahhoz, hogy a belőle készült betű ne kopjon el gyorsan. Magát a betűfémet Gutenberg óta évszázadokon át szinte változatlan formában alkalmazták, mígnem a múlt század 70-es éveiben átadta helyét az ofszetnyomásnak, illetve az azt követő, forradalmian új számítógépes nyomdai eljárásoknak.

Ólomkamrás kénsavgyártás

Az ólomkamrás kénsavgyártás az ólom ipari felhasználásának egy igen fontos fejezete, melyet *John Roebuck* (1718–1794) vezetett be a 18. században, Angliában. Ez a metódus lett a kémia legelső nagyipari eljárása! Lényege, hogy a pirit pörkölésével katalizátor segítségével kén-trioxidot állítanak elő, melyet vízben nyeletnek el. A képződő kénsav bár híg (60–65%-os), mégis erősen korrozív. Az ólom az egyetlen olyan olcsó fém, amely a mérsékelten tömény kénsavnak ellenáll azáltal, hogy a felületén egy passzív réteg képződik, mely megvédi a fémet az oldódástól. A továbblépést a nagyobb töménység felé a kontakt kénsavgyártás kidolgozása jelentette 1876-ban, de ebben az ólom már nem kapott szerepet.

Ólomakkumulátor

Az akkumulátorok két különböző elektródpotenciálú elektródból állnak és olyan elektrolitba merülnek, amelynek anionjával oldhatatlan anyagot, csapadékot képeznek az elektródfolyamatok eredményeképpen keletkező ionok. Ez a csapadék az elektródok felületén megkötődik, de ellentétes értelmű árammal visszaalakítható. Az egyik legelterjedtebb akkumulátorfajta a kénsavas, más néven ólomakkumulátor. Részei: ólom-anód, PbO_2-vel bevont ólom-katód és kénsavas elektrolit.

Az ólomakkumulátorok nemcsak a hagyományos, de a megújuló energiaforrások (pl. napkollektorok és szélturbinák) energiatárolásában is szerepet játszanak. Ugyanakkor felveti napjaink legégetőbb kérdését is. Nevezetesen, mi lesz a már elhasznált akkumulátorokkal és az ólom visszanyerésével, ha a terjedő Li-ion akkumulátorok kiszorítják őket a piacról?

Kristályrádió

Nyugodtan kijelenthetjük, hogy a detektoros rádiót, más néven „kristályrádiót” tekinthetjük minden rádió ősének. Az 1900-as évek elején, a rádiózás hőskorában forradalmi újítást jelentett a kristálydetektoros rádiók megjelenése. Ebben egy galenitkristályhoz érintett acéltűvel (amit macskabajusznak is neveznek) egyenirányították az éterből a rádióvevő antennájára érkező rádióhullámokat, és alakították át áramingadozássá, melyet aztán a fülhallgató alakított hanggá. A galenitet, félvezető tulajdonsága miatt, még mindig használják az elektronikában.

Ólomcukor

Sokan nem is gondolnánk arra, hogy az első mesterséges cukorpótló anyag a világon az ólom, pontosabban az ólomcukor volt. Ez kémiailag nem más, mint az ólom-acetát $Pb(C_2H_3O_2)_2$, melyet a rómaiak véletlenül fedeztek fel, amikor észrevették, hogy az ólomból készült, illetve ólommal bélelt edényekben tárolt bor édesebbé és finomabbá vált idővel, lévén a borban levő ecetsav kémiai reakcióba lépett az edény ólomtartalmával, és ólomcukrot hozott létre. Az édes íz még intenzívebb lett, ha az ólomedényekben lévő bort felforralták és harmadára bepárolták. Ezt gyümölcsök édesítésére, illetve tar-

tósítására használták. Az ólomcukor (Saturnus cukra) hamarosan igen közkedvelt és elterjedt lett a római arisztokrácia köreiben, mivel olyan finom volt, mint a méz, de attól eltérően az év minden szakaszában rendelkezésre állt. Csakhogy az ólomcukor erősen mérgező hatású, amiről a rómaiak még csak nagyon keveset tudtak. Különösen a római előkelőségek körében volt népszerű, s csakhamar a lakomák és tivornyák (*Saturnaliá*k) elengedhetetlen tartozéka lett. Az ólomcukrot a közép- és újkorban is előszeretettel alkalmazták, egészen a 19. századig. Beethoven halláskárosodásának egyik okaként is ólmozott bor fogyasztását valószínűsítik.

Vízvezeték

A szervezetbe az ólom nemcsak ólomcukor formájában juthatott be. A Római Birodalom nagyobb városaiban sok helyen a vízvezetékeket is ólomból készítették. Ezeket a mai napig megcsodálhatjuk az angliai *Bath* fürdőiben, *Ephesos*ban, *Róma*ban *Caracalla* thermáiban vagy éppen a magyarországi *Gorsium*ban. Az ólom vízvezeték-csöveket a középkortól ismét használni kezdték, Magyarországon egészen az 1950-es évekig készültek ólomcsövek. Ma már ezek többségét kicserélték, ennek ellenére a régi (100 év körüli) házakban még ma is lehetnek ólomcsövek. Az angol nyelvben a vízvezeték-szerelőre a *plummer* szót használják, amiben felismerhetjük a *plumbum* szót. A vízvezetékek ólomtartalma szintén mérgező hatású, de ennek mértéke jóval enyhébb az ólomcukorénál.

Ólommérgezés

Az ólommérgezés tünetei, a vese- és idegrendszeri károsodás, a nemzőképesség elveszítése a kutatók vélekedése szerint a római császárok közel kétharmadán megfigyelhetők. Köztük a hírhedt kereszténygyűldöző Caligula, Claudius és a Rómát felgyújtató Nero őrületében is szerepet játszhatott az ólomcukorral édesített alkoholos nedű élvezete. Mielőtt bárki megmosolyogná a római őrületet, jobb, ha tudja, hogy az ólmozott borok élvezetének különösen nagy divatja volt mind Európában, mind hazánkban a 18. században.

Ólom-tetraetil

Bár az ólom mérgező tulajdonságai régtől ismertek, az üzemanyaggyártókat ez nem igen rettentette el, amikor az ólomtartalmú adalékokat kopogásgátlóként, illetve kenőanyagként kezdték alkalmazni. A benzin a motorban a nyomás és a gyújtógyertya szikrája hatására robban fel. Ebben a folyamatban nagyon lényeges, hogy az üzemanyag a gyújtógyertya hatására robbanjon fel, és ne korábban. Ha a benzin nem a hengerben robban, a keletkező gázok hatása kevéssé érvényesülhet (kopog a motor). E probléma megoldására kezdték alkalmazni az ólom-tetraetilt, melynek révén kisebb oktánszámú üzemanyag is elégethető a munkahengerekben. A tetraetil kopogásgátló és oktánszámnövelő hatását Thomas Midgely fedezte fel 1922-ben. Az égést követően a kipufogógázokkal nagy mennyiségű mérgező ólomvegyület jut a levegőbe.

Az ólmozott benzint egyre kevesebb országban forgalmazzák a fenti okok miatt. A tiltás azonban nem elegendő, hiszen találni kell olyan adalékanyagokat, melyek környezetkímélő módon képesek helyettesíteni az ólom-tetraetilt.

Sugárzásvédelem

Mivel a röntgen- és gammasugarakat nagymértékben elnyeli, az ólmot sugárvédelmi felszerelésekben is alkalmazzák. Röntgenvizsgálatnál például jelenleg is ólomköpenyt használnak a dolgozók, hogy megvédjék szervezetüket a sugárterheléstől. Sugárzó anyagok szállításában is fontos szerepet játszik a radioaktív bomlás során keletkező részecskék leárnyékolásában.

Zárszó

Ma az ólom használata – érthető egészségügyi és környezetvédelmi okokból kifolyólag – visszaszorulóban van. A galenit és az ólom felhasználásának az emberiség kultúrtörténetéből fent kiragadott példái arra intenek mindannyiunkat, hogy becsüljük meg természeti erőforrásainkat. Mértékkel gazdálkodjunk, s az újrahasznosítás előtérbe helyezésével sokkal észszerűbben bánjunk a nagy energiabefektetéssel kibányászott ásványvagyonnal. Ha ezt a szemléletet át tudjuk adni gyermekeinknek, unokáinknak, akkor elmondhatjuk, hogy tanultunk a múlt hibáiból és valamit meg tudtunk őrizni számukra az egykori édenkertből.

Felhasznált irodalom

Aldersey-Williams, H. (2012): *Periodic tables. A cultural history of the elements, from arsenic to zinc.* Harper Collins Publishers, New York.

Hanula Zs. (2015): *A világ első mesterséges édesítőszere: az ólom*. Index.hu: https://index.hu/tudomany/til/2015/05/15/a_vilag_elso_mesterseges_edesitoszere_az_olom/

Haynes, K. (2019): *Merging neutron stars gave solar system heavy elements*. Astronomy news, May 6, 2019. http://www.astronomy.com/news/2019/05/merging-neutron-stars-gave-solar-system-heavy-elements

Hidvégi M. & Ungvári T. (szerk.) (2019): *Löw Immánuel válogatott művei II. Fényszóró drágakövek*. Scolar Kiadó, Budapest.

Molnár L. (2017): *Megvan a legnehezebb kémiai elemek forrása*. Csillagaszat.hu, Csillagászati hírportál, 2017.10.31. https://www.csillagaszat.hu/hirek/megvan-a-legnehezebb-kemiai-elemek-forrasa/

Mussche, H. (2006): More about the silver-rich lead of ancient Laurion. *L'Antiquité Classique*, **75**, 225–230.

Múlt-kor portál: *A fütyülő parittya volt a rómaiak titkos terrorfegyvere*. https://mult-kor.hu/a-futyulo-parittyagolyo-volt-a-romaiak-titkos-terrorfegyvere-20160617

O'Malley, G. F. & O'Malley, R. (2018): *Lead poisoning (plumbism).* MSD Manual professional version. https://www.msdmanuals.com/professional/injuries-poisoning/poisoning/lead-poisoning

Parsons, P. & Dixon, G. (2013): *The periodic table. A field guide to the elements*. Quercus Editions Ltd., London.

Plinius, id. (2001): *Természetrajz. XXXIII-XXXVII. kötet: Az ásványokról és a művészetekről.* Enciklopédia Kiadó, Budapest.

Voudouris, P. (2018): *A field guide on the geology and mineralogy of Lavrion, Attica, Greece*. National and Kapodistrian University of Athens, Athens.

A magyarországi galenitek

Gál Péter*, Eger és **Szabó Dávid**, Tarnaméra
* E-mail: galpeti93@gmail.com

A galenit egy elsősorban szulfidos érctelepekhez és ércindikációkhoz kapcsolódó gyakori ásvány, számos, különböző összetételű és korú kőzetben megtalálható hazánkban. A galenit a tömör kőzetek (pl. mészkő, andezit) repedésrendszerében vagy a laza üledékek (pl. homok, kavics) pórusterében mozgó, különböző módon és mértékben felfűtött fluidumokból vált ki. A felfűtés forrása sokszor közeli vagy távoli (számos, különböző kőzeten áthaladó regionális áramlási pályákban mozgó fluidumok általi) magmás-utómagmás tevékenység, azonban hidrotermás fluidumok bizonyos mélységbe temetődött kőzettestekben magasabb nyomás- és hőmérséklettartományban is kialakulhatnak (alacsonyabb p-T tartományban és kis mélységben diagenezis, magasabb p-T tartományban és nagyobb mélységben metamorfózis). Az átalakuló ásványfázisokból bizonyos fémek kioldódhatnak, majd kedvező oldott ásványi-anyag-tartalom, megfelelő kémiai viszonyok (reduktív környezet és pH), hőmérséklet és nyomás esetén is képződhet galenit. A továbbiakban hegységek szerinti földrajzi bontásban mutatjuk be a magyarországi galenit-előfordulásokat.

Soproni-hegység és Fertőrákosi-rög

A térségben a földtörténeti óidőben (paleozoikumban) képződött gránitok és agyagos-homokos üledékek közepes fokú (amfibolit fáciesű) metamorfózisából keletkezett kristályos kőzetek, főleg gneisz és csillámpala fordulnak elő, amelyek többszörös, a paleozoikum végén zajló variszkuszi és a középidő (mezozoikum) végén zajló alpi hegységképződéseket (orogeneziseket) kísérő metamorfózis termékei. A metamorf eseményekhez köthető hidrotermás oldatok kisebb szulfidos ércindikációkat hoztak létre.

Kópháza, Kő-hegy, gneiszkőfejtő: albitos-kvarcos erekben ritkán mm-es galenithintések ismertek pirit és szfalerit társaságában. A galenitet néha anglesites mállási kéreg szegélyezi.

Fertőrákos, Ház-hegy és Gödölye-bérc környéke: tektonikus zónák közelében U-Th-ritkaföldfém, valamint szulfidos ércindikációk ismertek, az előbbiek jellemzően apatittal cementált lencsékhez kötődnek földpátos csillámpalában, a szulfidok eres vagy hintett formában különböző kőzettípusok, kőzetváltozatok (csillámpalák és amfibolitok) határfelületein dúsulhatnak. A galenit mm-es méretű hintések formájában jelenik meg alárendelten, a pirit, markazit, arzenopirit, pirrhotin, kalkopirit és szfalerit gyakoribb nála.

Kőszegi-hegység

A Kőszegi-hegységben a mezozoikumban képződött, alpi orogenezis során kisfokú (zöldpala fáciesű) metamorfózison átesett kőzetek találhatók (fillitek, zöldpalák). A zöldpalák jura-kréta korú bazaltos vulkanitokból származnak. A vulkanitokat néhol ultrabázisos intrúziók (piroxenit vagy peridotit) hálózták át, amelyek metamorfózisából

kisebb talk- és szerpentinitlencsék jöttek létre. A metamorf eredetű hidrotermás folyamatok kisebb szulfidos indikációkat hoztak létre, melyekben a galenit ritkaságként jelenik meg.

Felsőcsatár, talkbánya: kloritosodott szerpentinithez kapcsolódó kései kiválású kvarcerekben mm körüli hintéseket alkot a galenit, szfalerit, akantit és egy Pb-Sb-szulfosó társaságában.

Mecsek és Mórágyi-rög

A Mecsek déli előterében újpaleozoikumi (perm) korú, sóstavi/tavi, mocsári és folyóvízi törmelékes üledékek ismertek (aleurolit, homokkő), amelyben a pórusokban áramló fluidumok kisebb szulfidos indikációkat hoztak létre.

Kővágószőlősi és bakonyai uránérctelep: a folyóvízi eredetű vörös (oxidált) és a mocsári eredetű szürke (redukált) homokkövek határán, a főleg gránit eredetű törmelékekből kioldott fémionokat oxidatív formában szállító vizekből reduktív, szervesanyagban gazdag környezetben kisebb-nagyobb lencsékben szulfidásványok, valamint uraninit váltak ki. A tömeges uraninitben finom hintések, erek és dendritek formájában jelenik meg a galenit, ritkán önálló formában is. Általában magas szeléntartalom jellemzi, de nem éri el a clausthalitnak (PbSe) megfeleltethető Se-tartalmat. Kíséretében kalkopirit, markazit, szfalerit, fakóérc, pirrhotin, kalkozin, covellin, arzenopirit és bornit is megjelenik. A legjelentősebb elemdúsulások sokszor kovásodott-szenesedett-szulfidosodott fákhoz és kalcitos-dolomitos konkréciókhoz kapcsolódnak, amelyek lyukacsos-üreges részeit kitöltő karbonát- és szulfátásványok között fenn-nőtt, idiomorf hexaéderes galenitkristályok ismertek szintén idiomorf megjelenésű pirit, markazit, szfalerit, pirrhotin, fakóércek, arzenopirit és kalkopirit társaságában.

A Központi-Mecsek területén mezozoikumi üledékes kőzetek vannak feltárva, köztük sekélytengeri környezetben lerakódott triász mészkövek és a folyóvízi, deltamocsári és tengerparti-mocsári környezetben képződött feketekőszén-telepes triász-jura homokkő, palás agyag, agyagkő, mocsári vasérc (agyagvaskő, pelosziderit) és aleurolit sorozat.

Pécs, Kozári-kőfejtő: középső-triász mészkő breccsásodott, töréses zónáiban galenit, tennantit (és tetraedrit) és pirit kristályosodott ki néhány mm-es erek, hintések és fészkek formájában. A galenit fél mm-es hexaéderekből álló kristálycsoportokat is alkot. A galenit mállásából cerusszit, duftit, mimetezit és piromorfit képződött. Olykor galenit utáni cerusszit álalakok is megfigyelhetők.

Pécs-vasasi külfejtés és a komlói mélyművelésű feketekőszén bányászat helyszínei: a pelosziderites gumók, lepények szeptáriás repedéskitöltéseiben kvarc, karbonátásványok és kaolinit társaságában különféle szulfidok ismertek idiomorf kristályok formájában (pirit, markazit, millerit, galenit, szfalerit és kalkopirit). A galenit 1–2 mm-es hexaédereket és torzult kifejlődésű oszlopos kristályokat alkot.

A Kelet-Mecsekben kréta korú alkáli magmás kőzetek ismertek elsősorban fonolitos szubvulkáni telérek és alkáli bazaltos lávakőzetek formájában. A fonolit telérkőzetek kristályosodásának kései szakaszában, miarolitos üregek kitöltéseiben ritkán szulfidásványok (elsősorban molibdenit) váltak ki zeolitásványokkal együtt.

Hosszúhetény, Köves-tető, fonolitkőfejtő: a fonolitban miarolitos üregkitöltő

fázisként mm alatti, vagy ritkán 1–2 mm-es szulfidásványok, elsősorban molibdenit és arzenopirit jelennek meg, ritkábban pirit, löllingit, galenit és „klejofán" (vasszegény szfaleritváltozat), a molibdeniten kívül az összes szulfidásvány xenomorf (nem sajátalakú) kristályokat alkot, gyakran a későbbi kiválású zeolitok (nátrolit, analcim) zárványaként vagy azokkal elfedve.

A Mórágyi-rög területének nagy részén paleozoikumi, karbon korú gránit található a felszínen, a magmatizmust kisebb jelentőségű hidrotermás oldatáramlás kísérte. Ófalu mellett egy erősen tektonizált zónában szintén paleozoikumi metamorf kőzettestek (fillit, márvány, gneisz, szerpentinit) kaotikus keveredése található, a karbonátosodott szerpentinitben metamorf eredetű hidrotermás szulfidos ércindikáció ismert.

Erdősmecske, Kisgeresdi-erdő, gránitkőfejtő: a gránitban molibdenithintések és kvarcos-dolomitos erek ismertek, utóbbiak néhány mm-es galenithintéseket és -szemcséket tartalmaznak pirit, kalkopirit, szfalerit és tennantit kíséretében. A galenit mállástermékeként ismert a cerusszit.

Ófalu, Aranyos-völgy (Goldgrund): a szerpentinitben kromit és Ni-Co-Fe-szulfidok jelennek meg, a szegélyzónájában kvarcdolomiterek találhatók, amelyek rutilt és szulfidos hintéseket, 1–2 mm-es szemcséket tartalmaznak. A galenit pirit és kalkopirit társaságában jelenik meg. A galenit mállásából mimetezitet mutattak ki.

Bakony és Balaton-felvidék

A Balaton-felvidéken található perm korú vörös és szürke homokkövek a mecsekiekhez hasonló körülmények között jöttek létre, és hasonló folyamatok hoztak létre kisebb jelentőségű urán- és szulfidindikációkat.

Badacsonyörs, Örsi-hegy: szürke, pirittel hintett és cementált, kovásodott homokkőben barit, galenit, szfalerit és kalkopirit fordul elő rosszul kristályos U-oxidokkal pirit társaságában.

A Balatonfőben ópaleozoikumi (ordovíciumi-szilur), kisfokú metamorfózist elszenvedett kvarcfillitek ismertek, amelyekben a metamorfózishoz köthető szulfidindikáció figyelhető meg.

Balatonfőkajár, Somlyó-hegyi kőfejtő: a kvarcfillit palássági síkjában pirit, ritkábban galenit- és szfalerithintések jelennek meg.

A Balaton-felvidéki és bakonyi triász korú, sekélytengeri és lagúna környezetben képződött mészkövek és dolomitok repedéseiben szulfidos indikációk ismertek ritkán, amelyeket részben távoli triász magmatizmusból származó hidrotermás fluidumok hoztak létre (Hargitainé Molnár, 2019).

Balatonfüred, Hajógyári-kőfejtő: dolomit repedéseiben néhány mm-es erek, fészkek formájában galenit, kalkopirit, szfalerit és tennantit ismert. A galenit mállásából cerusszit és piromorfit képződött.

Litér és Sóly közötti mészkőfeltárások: rétegtani szinthez köthető szulfidos indikáció ismert hidrotermásan elváltozott, lyukacsos mészkőben, az uralkodó galenit 1–3 mm-es fészkek vagy kisebb hintések formájában jelenik meg. Kisebb mennyiségben pirit, kalkopirit és szfalerit is előfordul. A galenit sokszor teljesen cerusszitosodott.

Velencei-hegység és Szabadbattyáni-rög

A Velencei-hegységet paleozoikumi kőzetek építik fel, területének nagy részén a perm korszak elején képződött gránit található a felszínen. Benne gyakran hidrotermásan átalakult (agyagásványosodott) zónák

alakultak ki utómagmás (pegmatitos és a későbbi pneumalitos) folyamatokhoz kapcsolódóan, olykor szulfidos (elősorban molibdenites) ércindikációkkal.

Velence, Retezi-lejtakna: molibdenit nagyméretű kristályaiban gazdag kvarcerekben pirit és kalkopirit társaságában kis mennyiségben galenit, szfalerit és tetraedrit kerültek elő.

A gránitot helyenként kontakt agyagpala szegélyezi, határukon néhol kovásodott, breccsás zónák ismertek, ezek egy oligocén korú dioritos magmabenyomuláshoz köthetők, amelynek erősen agresszív (magas hőmérsékletű és erősen savas) fluidumai intenzív kőzetelváltozásokat okoztak. Bennük erősen savas környezetre jellemző, magas szulfidációs fokú enargitos és kevésbé savasra jellemző antimonitos ércindikációk ismertek.

Lovasberény, Meleg-hegy, Likas-kő: enargitos ércindikációban jelenik meg alárendelten a galenit tennantit és pirit társaságában. Hintések, zárványok, néhány mm-es benn-nőtt kristályok jellemzik. A szulfidok mállásából változatos ásványegyüttes képződött, a galenitből származtathatók a plumbogummit és a piromorfit (Pb-Al-foszfátok).

Lovasberény, Meleg-hegy déli oldala a Nadapi-tároló fölött: a domináns antimonit után Pb-As-Sb-tartalmú szulfosók, kalkopirit, pirit, markazit, covellin, kuramit, pirargirit, akantit és termésarany társaságában vált ki a galenit, zárványok vagy néha mm-es hintések formájában.

A hegység számos részén találhatók polimetallikus ércesedéseket vagy ércindikációkat hordozó kvarc-fluorit-barittelérek. Ezeket sokáig a gránitos magmatizmusból vagy az andezites vulkanizmusból származtatták, újabb kutatások viszont azt derítették ki, hogy a középső-késő-triászban jöttek létre (Benkó és társai, 2014; Hargitainé Molnár, 2019).

Lovasberény, Antónia-hegy. Sukoró 3-as fúrás: 25–300 m talpmélység között agyagpalában és gránitban hidrotermásan elbontott, agyagásványosodott zónák ismertek, kvarctelérekhez köthetően szulfidos hintésekkel, amelynek ásványai több generációban kivált pirit, kalkopirit, galenit, szfalerit, fakóérc, ritkán molibdenit és termésarany (Böjtösné Varrók, 1967).

Pákozd, Zsellér-legelő, fluoritbánya és kutatóárkok: kvarc- és fluorittelérekben ritkán galenit fordul elő szfalerit és kalkopirit társaságában, hintések, illetve az üregekben 1–3 mm-es hexaéderes, kubooktaéderes kristályok formájában. Mállásából piromorfit és cerusszit ismert.

Pákozd, Ősi-hegy és Sukoró, Ördöghegy: felszínen teljesen sejtes-kilúgozódott kvarctelérek mélyebben feltárt részein fluoritos-baritos ásványosodás kíséretében szulfidos hintések ismertek. A galenit és szfalerit dominál, ritkább a kalkopirit, a tetraedrit és a molibdenit. Az ősi-hegyi galenit tennantit-zárványokat tartalmaz, mállásából cerusszit képződött.

Pátka, Kőrakás-hegyi ércbánya: a breccsás-tömzsös kifejlődésű kovásodott fluoritos-polimetallikus ércesedésben a domináns szfalerit és galenit kokárdaszerűen jelent meg, ritkán kalkopirit és antimonit társaságában. A galenit vaskos-tömeges megjelenésű, ritkán 4–5 mm-es hexaéderes kristályokat alkot az üregekben, mállásából piromorfit és cerusszit keletkezett.

Pátka, Szűzvári-malomi ércbánya: fluoritban gazdag kvarctelérekhez helyenként jelentős Pb-Zn-ércesedés társult. A galenit a domináns szulfidásvány, több dm-es tömegeket alkot szfalerit, kalkopirit, fakóércek és mikroszkopikus Pb-Cu-Bi-szulfosók társasá-

gában, üregekben 1–5 mm-es hexaéderei is ismertek (1. ábra). Bomlásából akantit, anglesit, cerusszit, wulfenit, linarit, piromorfit, kintoreit, osarizawait és plumbogummit keletkezett.

Székesfehérvár, Kisfalud-pusztai kastélykert: kovás-polimetallikus ércindikáció fő ércásványai a galenit és kalkopirit, kvarcüregekben fenn-nőtt 1–2 mm-es hexaéderes kristályok, hintések jellemezték.

A Szabadbattyáni-rög területén paleozoikumi (devon) korú kristályos mészkő fordul elő, amelyben hidrotermás eredetű, vasas metaszomatózison átesett zónák ismertek, ezekhez kapcsolódóan szulfidos ércesedések és ércindikációk figyelhetők meg.

Szabadbattyán-Polgárdi, Szár-hegy, szabadbattyáni ércbánya és mészkő-kőfejtő: a Szár-hegy északi felén lévő ércesedés fő ércásványa a galenit volt, ahol vaskos tömegek, több cm-es benn-nőtt kubooktaéderes kristályok formájában jelenik meg kvarccal és kalcittal, erősen limonitos környezetben (2. ábra). Alárendelten szfalerit, kalkopirit, pirit és tetraedrit is előfordul. A galenit zárványokban (bournonit, tetraedrit, termésezüst, akantit, kalkopirit és enargit) gazdag, ezüsttartalma 100–330 g/t. A galenit mállása a hasadási síkok és szemcsefelületek mentén kezdődik, ahol vékony anglesites, majd a karbonátos környezet miatt cerusszitos kéreg jött létre (az oxidációs zónában a galenit szinte teljesen ezekké az ásványokká alakult át). A galenit mállási kérgében termésezüst, akantit, oxiplumboroméit, piromorfit, linarit, mimetezit, továbbá két ritka Pb-tartalmú

1. ábra: Ólomszürke galenithalmaz lilásszürke, tömeges fluoritban. Pátka, Szűzvári-malom. Képszélesség: 12 cm. Herman Ottó Múzeum (HOM) gyűjteménye. Fotó: Kulcsár Géza.

2. ábra: Ólomszürke, kubooktaéderes galenit-kristályok fehér kvarccal. Szabadbattyán. Képszélesség: 9 mm. HOM gyűjteménye. Fotó: Szakáll Sándor.

oxid, a mínium és a cesàrolit, illetve hazánkban egyedülállóan egy krómtartalmú arzenát, a fornacit és egy ólom-kromát, a vauquelinit is megjelenik. A polgárdi mészkőbánya középső szintjén vasasan metaszomatizált mészkőben előkerült galenitindikáció ugyanehhez az ércesedéshez tartozik.

A pátkai, a szabadbattyáni és a litéri galenitek nyomelem- és izotópos összetétele nagyon hasonlít a Déli-Alpok polimetallikus ércesedéseinek galenitjeihez. A triászban még egymás mellett helyezkedtek el a Déli-Alpokat és a Dunántúli-középhegységet felépítő mikrolemezek, ezeknek törésrendszereiben egy triász magmás eseményből származó, felhígult és alacsonyabb hőmérsékletű oldatok hozták létre az ércesedéseket. Ezek az egységek a Déli-Alpoktól a Dunántúli-középhegység előteréig nyomozható Periadriai-törésvonal mentén kb. 20 millió évvel ezelőtt távolodtak el egymástól mintegy 300 km-re (Benkó és társai, 2014; Hargitainé Molnár, 2019).

Budai-hegység

A hegységben gyakoriak a triász sekélytengeri mészkövek és dolomitok, illetve oligocén korú homokkövek. A kőzetek törészónáiban feláramló termálvizek gömbfülkés barlangrendszereket, a hévforrásokban megtelepedő vasbaktériumok által kiválasztott ferrihidritből képződött limonitos vasérceket, kalcit- és baritteléreket, szulfidos indikációkat (elsősorban pirit, markazit, cinnabarit és metacinnabarit) hoztak létre.

Budapest II. kerület, Hárs-hegy, Bátori-barlang: a mészkő és homokkő tektonikus határán feltörő fluidumok hidrotermás ásványosodást okoztak a mészkőbarlangok limonitos kitöltéseiben, kis mennyiségben szulfidásványok ismertek mikroszkopikus méretben: pirit, kalkopirit, galenit, akantit és altait. A galenit mállásából cerusszit képződött.

Börzsöny

A Börzsöny fiatal, a miocén korban létrejött vulkáni hegység, északi részén egy dácitos-andezites rétegvulkáni sorozatban, illetve töredezett részeikben (tektonikus- és kürtőbreccsák) jelentős kőzetelváltozásokkal (zöldkövesedés, agyagásványosodás, karbonátosodás, kovásodás) kísért Au-Ag-polimetallikus ércesedések ismertek. A hőmérséklet csökkenésének függvényében három szakaszban váltak ki az ércásványok: 1) pirrhotin, pirit, kalkopirit, szfalerit, galenit; 2) arzenopirit, szfalerit, volframit, bizmut, termésarany, bizmutin, ikunolit, Pb-Bi-szulfosók; 3) pirit, galenit, szfalerit, Pb-Sb-szulfosók, Ag-szulfidok.

Nagybörzsöny, Rózsa-hegy, Alsó- és Felső-Rózsa tárók: az ércesedés tömzsös-impregnációs jellegű, illites-kovás-turmalinos elváltozáshoz kötődik, mindhárom érce-

sedési szakasz ásványtársulása jelen van a szélesebb hőmérsékleti tartomány révén. A galenit hintések, néhány mm-es pecsétek, üregekben ritkábban 1–3 mm-es kubooktaéderek formájában jelenik meg alárendelten (3. ábra). Mállásából változatos ásványegyüttes ismert, különösen a Felső-Rózsa-tároló környezetében található kovásodott breccsában: cerusszit, plumbojarosit, mimetezit, anglesit és stolzit.

Nagybörzsöny, Alsó- és Felső-Fagyosasszony- és Ludmilla-tároló: az ércesedés teléres jellegű, a harmadik szakaszra jellemző ásványtársulás fordul elő zöldkövesedett-karbonátosodott zónákban. A galenit cm-es, tömör érkitöltések mellett üregekben 1–20 mm-es kubooktaéderes és hexaéderes kristályokat alkot, mállásából cerusszit ismert.

Nagybörzsöny, Nagyirtáspuszta, Perőcsény, Drinó-patak-völgye és Bányapuszta környéki érckutatások: a fagyosasszonyihoz hasonló genetikájú ércesedésekben hintések és néhány cm-es vaskos tömegek formájában ismert a galenit, mennyisége alárendelt (Nagy, 1990).

Karancs-Medves

A Karancs-hegy andezitje a miocén korban jött létre, a vulkáni utóműködést hidrotermás elváltozások (agyagásványosodás, kovásodás, vasasodás) kísérték.

Karancsberény, Homorú-tetői kőfejtő: agyagásványosodott zónák karbonátos ereiben vékony hintések formájában jelenik meg a galenit pirit, kalkopirit és szfalerit társaságában.

3. ábra: 1,5 cm-es, kubooktaéderes galenitkristály. Nagybörzsöny, Altáró. HOM gyűjteménye. Fotó: Berentés Ágnes.

Salgótarján, Kis-karancsi kőfejtő: erősen vasasodott környezetben kvarcos-karbonátos telérkitöltésekben galenit, szfalerit, pirit, markazit és kalkopirit jelenik meg (mikroszkopikus méretben még arzenopirit, freibergit, stefanit és akantit található). A domináns galenit mállott felszínű, 1–10 mm-es kubooktaéderes kristályokat alkot üregekben, mállásából anglesit, cerusszit és Pb-tartalmú Mn-oxidok képződtek.

Mátra

A Darnó-hegy erősen tektonizált területén kisebb kőzettestek kaotikus keveredésében triász korú, felnyíló óceánaljzati eredetű, kisfokú metamorfózison átesett bazaltok és mélytengeri kovapalák dominálnak. Az óceánaljzati metamorfózishoz köthető fluidumáramlások kisebb szulfidos ércindikációkat tartalmazó kvarc-karbonát-epidot-prehnitereket hoztak létre.

Sirok, Darnó-hegy, Galambos-tanya: kvarctelérekhez köthető szulfidos indikációból alárendelt mennyiségben került elő galenit kalkopirit, pirit, bornit, tennantit és pirrhotin társaságában kisebb érkitöltések, fészkek formájában. A galenit mállásából piromorfit, kintoreit, plumbogummit és plumbojarosit ismert.

A Mátra északi előterében, Recsk-Parád térségében egy, a Velencei-hegységivel egyidőben (oligocénben) triász-jura korú üledékes kőzetekbe benyomult dioritos intrúzióhoz kapcsolódó felszíni vulkáni komplexum és egy teljes ércesedési rendszer ismert mélyfúrásokkal, két jelentős aknával és felszín alatti vágatrendszerrel feltárva kb. 1 km-es mélységig.

Recsk, mélyszinti ércesedés kutatólétesítményei: a szubvulkáni szinten kristályosodott andezitben porfirosan, hintések formájában jelennek meg a fő ércásványok: a pirit és a kalkopirit. Az andezittestek metaszomatikusan átalakult környezetében jelentős Cu-(Au-Mo) rézporfiros ércesedés alakult ki, Au-tartalmú pirit, kalkopirit, molibdenit, pirrhotin és magnetit fő ércásványokkal, de a komplexum bázisán szfalerit és galenit is megjelenik. Az intrúzió szegélyén a mészkő átkristályosodott, szkarnosodott (Ca-szilikát ásványokká alakult: pl. hedenbergit, andradit, aktinolit, epidot), amihez Cu-Fe-Au-(kalkopirit, Au-tartalmú pirit, magnetit, szfalerit) és Zn-Cu-Pb-ércesedések (magas vastartalmú szfalerit, galenit, pirrhotin, pirit, tetraedrit és kalkopirit) társulhatnak szerpentinásványokkal és anhidrittel. Ebben a két érctípusban az ércásványok nagy mélységben tömeges-vaskos kifejlődésűek, az üregek-repedések falán 2–4 mm-es kristályok is előfordulhatnak, a porfíros típusban pedig hintéseket alkotnak. A galenit általában szfalerittel együtt jelenik meg, kristályai kubooktaéderes habitusúak. Az intrúzióhoz viszonylag közel a mészkövekben 800–1000 m mélységben ismert egy metaszomatikus Zn-Pb ércesedés, amelyben a galenit és alacsonyabb vastartalmú szfalerit dominál, kevés kalkopirit, pirit és tetraedrit, ritkábban bournonit, realgár és auripigment társaságában. A galenit 1–2 mm-es oktaédereket alkot üregekben.

Recsk, Lahóca-hegyi tárók és Rm-48 lejtakna: a vulkáni komplexum felső, felszínközeli részén erősen agresszív hidrotermák lyukacsos kvarccá és agyagásványokká bontották a rétegvulkáni andezitet (lávakőzet és kristálytufa), és Cu-Au-érctömzsök jöttek létre magas szulfidációs fokú ásványtársulásokkal (dominánsan enargit, luzonit, tetraedrit/tennantit). Az ércásványok durva- vagy finomszemcsés tömegek, hintések, illetve a repedésekben, üregekben kristályos formá-

ban jelennek meg. Három ércesedési szakasz különíthető el, az elsőben pirit, galenit és fakóércek képződtek, a másodikban enargit és luzonit, a harmadikban pedig tetraedrit, tennantit, goldfieldit, szulfosók és telluridok. A galenit alárendelten jelenik meg, mivel a későbbi keletkezésű ércásványok kiszorították. Milliméter körüli foltok, pecsétek, üregekben hexaéderes, kubooktaéderes kristályok, ritkábban 0,5–1 cm-es benn-nőtt kristályok formájában is megtalálható, mállásából cerusszit, anglesit és plumbogummit ismert.

Parádfürdő környéki érckutató tárók: dácitban és dácittufában alacsonyabb hőmérsékletű és kevésbé savas fluidumokból a Fehér-hegyen az átmeneti közepes szulfidációs fokú, a Hegyes-hegy térségében alacsony szulfidációs fokú Cu-Pb-Ag ércesedések jöttek létre kvarcos-baritos (és ritkán karbonátos) telérekhez, erekhez köthetően. A fő ércásványok a fakóércek és a galenit voltak, előbbit a réz- és ezüst-, utóbbit a magas ezüsttartalma miatt bányászták. Megjelenik még szfalerit, pirit, ritkábban kalkopirit, antimonit, kalkosztibit, freibergit, termésezüst, Ag-szulfidok és Au-Ag-telluridok. A galenit vaskos-tömeges vagy hintéses megjelenésű, 1–10 mm-es fészkek és 1–5 mm-es benn-nőtt, üregekben kubooktaéderes-oktaéderes-hexaéderes fenn-nőtt kristályok formájában is előfordul. A Fehér-kő északi oldalán, az Egyesség-táróban a fakóércek és a pirit, a hegy déli oldalán a Jószomszéd-táróban a galenit és szfalerit voltak a domináns ércásványok. A hegyes-hegyi és a veresvári (Etelka-I-II-, Pál-, Antal-, Irma-, Róza-tárók, Vaskapu ereszke stb.) kutatólétesítményekben is gyakori volt a galenit. Vaskos-tömeges megjelenését már nagyon ritkán lehet találni. Az oxidációs zónákban a galenit bomlásából változatos ásványtársulás jött létre, a hegyes-hegyi fő telérkibúvásban kintoreit, plumbojarosit és plumbogummit ismert.

A Mátra fő tömegét felépítő rétegvulkáni andezit a miocén korban jött létre. Gyöngyösoroszi térségében fúrásokkal egy dioritos intrúziót tártak fel, amelynek benyomulása hidrotermás elváltozásokat (zöldkövesagyagásványos) és viszonylag magas hőmérsékleten kivált, teléres megjelenésű polimetallikus Pb-Zn ércesedéseket hozott létre Mátra-szerte.

Gyöngyösoroszi és mátraszentimrei ércbánya létesítményei: a területen kb. 20 db vulkanotektonikus keletkezésű kvarctelér ismert, a sokszor breccsás telérkitöltésekben a kvarcváltozatok, esetenként a karbonátok, agyagásványok domináltak. Jelentős szulfidos ércesedés jelenik meg a központi (Gyöngyösoroszi) és a mátraszentimrei telérekben. Az ércképződés első tektonikai fázisában vékony adulár-kvarc-fluorit-kalciterekben arzenopirit, bizmutin, Pb-Bi-szulfosók és Bi-telluridok képződtek, majd a fő telérképző fázisban számos szulfidásvány jött létre, a domináns galenit és szfalerit mellett pirit, markazit, wurtzit, antimonit és cinnabarit. A központi telérekben számos egyéb szulfidásvány is megjelenik: kalkopirit, kubanit és tetraedrit. Pb-szulfosók általában galenittel együtt, annak üregeiben, zárványaiban, rajta fenn-nőve mutatkoznak: bournonit, boulangerit, semseyit, heteromorfit. A galenit több cm-dm vastag érkitöltések, tömegek, hintések formájában egyaránt előfordult, több generációban képződött. 2–5 cm-es hexaéderes, oktaéderes vagy kubooktaéderes kristályok (lásd a címlapot), valamint 2–4 mm-es, spinelltörvény szerinti táblás ikerkristályai is előfordultak üregekben. Bomlásából cerusszit és anglesit keletkezett.

4. ábra: 6 cm széles galenittelér a főtében. Parádsasvár, Nagylápafő, 2. tároló. Fotó: Nagy László.

Parádsasvár, Béke-tároló, Nagylápafő és Kis-Lipót környéki érckutató tárók: főleg kalcitos kitöltésű telérekben szulfidos ércesedés ismert. A domináns galenit és szfalerit mellett megjelennek még pirit, markazit, kalkopirit, greenockit, hawleyit, ritkábban tetraedrit, arzenopirit. Kalcitban benn-nőtt vagy üregekben fenn-nőtt 1–20 mm-es kocka, oktaéder, kubooktaéder alakú kristályok, vékony, de akár több cm-es vastagságú erek, hintések, vaskos fészkek formájában fordult elő a galenit (4. ábra). Legszebb példányai a Béke-tároló 550. és 580. méterénél húzódó telérekből kerültek elő, a 400. méternél lévő oldalvágat elejének kovásodott breccsájában kvarcon fenn-nőve 1–10 mm-es oktaéderes, kubooktaéderes kristályokat alkot. Gyakran hidrocinkit borítja a galenit mállott felszínét, a galenit mállásából linarit, dundasit, ceruszszit és anglesit ismert.

Gyöngyössolymos, Névtelen-bérci kutatótároló: kovás-szulfidos-kalcitos-fluoritos telérekben arzenopirit, kalkopirit, pirit, szfalerit, boulangerit és semseyit társaságában jelenik meg a galenit hintések, erek, üregekben 2–3 mm-es oktaéderes és táblás, spinelltörvény szerinti ikerkristályok formájában. Mállásából anglesit ismert.

Bükk

A Bükk hegységben karbon-jura korú, az alpi orogenezishez köthető metamorfózison átesett üledékes és vulkáni kőzetek találhatók, a metamorfózishoz köthető hidrotermák számos kőzetben változatos megjelenésű szulfidos indikációkat hoztak létre.

Szentistvánhegyi Metaandezit Formáció kibúvásai: a triász korú metavulkanit palássági síkjával párhuzamos kvarcos, albitos, kloritos, kalcitos érkitöltésekben ritkán szulfidos nyomok ismertek, elsősorban pirit, de ritkán galenit, szfalerit és kalkopirit is előfordul, néhány mm-es szemcsék formájában. A lillafüredi Kerek- és Jávor-hegyről, a bükkszentlászlói Nagy-hegyről és Bánkút környékéről ismert, utóbbinál kovásodott, pirithintéses környezetben. A galenit mállásából anglesit képződött. A Miskolc-diósgyőri Fényes-tetőn és Bagoly-hegyen kovásodott kőzetlencsék kvarc-albitereiben kilúgozódott, átalakult szulfidos indikáció ismert rutil, hematit és alacsony hőmérsékletű kiválást jelző adulár és szericit társaságában. A fő ércásvány, a pirit mellett cinnabarit, kalkopirit, galenit és szfalerit is előfordult. A galenit néhány mm-es szemcséket alkot, mállásából corkit és plumbojarosit képződött.

Permi homokkövek kibúvásai Mályinka-Szilvásvárad között, Bán-völgyfői és Bácsó-völgyi uránérckutatás árkolásai: szervesanyagok maradványaiban nagyon szegény, vörös-szürke homokkövekben bizonytalan genetikájú urán-oxidos-szulfidos ércindikációk ismertek. A szulfidásványok gyakoriságát erősen limonitos, kilúgozott zónák jelzik a homokkövekben, ritkán elsődleges szulfidok, mint magas Ag-tartalmú, akantit-zárványos galenit, szfalerit, pirit, kalkopirit, fakóércek, molibdenit is megjelennek mikroszkopikus hintések vagy ritkán néhány mm-es méretű szemcsék formájában (Szabó, 1978). Az ércindikációt alkotó elemek vélhetően a homokkő törmelékes elegyrészei között gyakori permi savanyú vulkanitokból (riolit) mobilizálódtak. A galenit mállásából ceruszszit ismert. A Bán-völgyfő szomszédságában lévő Sáros-lápa környékén a homokkő kvarcos-albitos-kloritos ereiben néhány mm-es galenitszemcsék figyelhetők meg, néha már cerusszittá alakulva.

Ómassa, buszforduló fölötti hegyoldal: triász korú aleurolit kvarcos-kalcitos-kloritos ereiben néhány mm-es szemcsék formájában ismert galenit kalkopirit, pirit, szfalerit és tetraedrit társaságában. A galenit mállásából anglesit képződött.

Nagyvisnyó, Taró-fő, Nv-1010-es mélyfúrás 81–84 m közötti szakaszán feltárt Pb-Zn ércesedés: karbon korú mészkőnek erősen töredezett, karbonátosan-kovásan-albitosan metaszomatizált zónájában a repedéseket galenit, szfalerit, pirit és ritkán kalkopirit tölti ki, az ismeretlen eredetű szulfidosodás jelentős mértékű (Szabó, 1978).

Miskolc-Lillafüred, Kis-kút-lápa, Y-tároló: mélytengeri mészkövekbe benyomult triász korú bazaltos lávafolyásoknak a mészkővel való kontaktusán a metabazaltot kvarc-kalcit-albit-klorit-epidot-axinit-(Fe)-erek hálózzák át, utóbbi ásvány jelenléte termális kontaktust jelez. Az érkitöltésekben hematit és ritkábban szulfidásványok figyelhetők meg. Az ércindikáció a vulkanizmust kísérő hidrotermás oldatokból származtatható, tehát idősebb az alpi metamorfózis által létrehozott ércindikációktól. A szulfidok hintések és néhány mm-es szemcsék formájában jelennek meg elsősorban, a domináns szulfid a kalkopirit, ritkábban pirit, kalkozin, bornit, covellin, galenit és szfalerit is előfordul.

Aggtelek-Rudabányai-hegység

A perm-jura korú, döntően sekélytengeri üledékes kőzetekből álló rétegsor triász képződményeiben Fe-Cu-Pb-Zn-ércesedések és ércindikációk ismertek, amelyek egy távoli

triász magmás eseményhez kapcsolódó hidrotermás fluidumáramlási rendszerhez köthetők.

Rudabányai vasércbánya: a térségben jelentős méretű ércesedés ismert karbonátos és törmelékes üledékek kőzetblokkjaiból álló, erősen gyűrődött és tektonizált zónában. Az ércesedett képződmények az eredeti rétegsorban szürke aleurolit, agyagmárga és lemezes mészkő, majd erre települő tömeges mészkő, végül pedig dolomit. Az ércesedés több szakaszban jött létre, amelyeket három jelentős deformációs fázis tagol. Az aleurolitok-márgák lerakódásával egyidejűleg rétegtani szinthez kötött (sztratiform) galenit-szfalerit-baritércesedés jött létre. Az első redőződéssel és számos vető létrejöttével jellemezhető deformáció vélhetően az alpi orogenezishez köthető, ekkor a sztratiform ércesedés széttöredezéséből és remobilizációjából hintett, teléres és breccsakitöltő jellegű galenit-szfalerit-barit képződött, mint a baritos pátszegély. Ekkor történhetett a karbonátok sziderites metaszomatózisa a törészónák mentén, a sziderites „pátvasércben" pirit, kalkopirit és bornit későbbi feldúsulásával. A második deformációs szakasz az oligocén-miocénben igen intenzíven zajló oldaleltolódásokhoz kötődik, mely a korábbi ércesedések szétszakadozásával járt. Ezt az eseményt alacsony hőmérsékletű, As-Sb-Hg-Ag ásványosodással jellemezhető (kovásodott limonit és tetraedrit, kalkosztibit, skinnerit, domeykit, markazit, antimonit és realgár) szferosziderit képződése kísérte. A harmadik deformációs szakasz a kainozoikum legvégén, a pliocénben zajló kiemelkedési eseményhez kötődik, amikor a felszínközelbe került ércesedés karbonátos vasérce részben limonittá oxidálódott, a 40–60 m mélységig lenyúló oxidációs zónában a Pb-Zn-ércesedések anyaga is részben remobilizálódott, és másodlagos ásványokhoz köthető dúsulások jöttek létre. A galenit finom-, ritkábban durvaszemcsés tömegeket, hintéseket, érkitöltéseket alkot az aleurolitos-márgás üledékekben és a baritos pátszegélyben (5. ábra). Az előbbi típus legszebb előfordulásai az Andrássy-I. és Adolf bányarészekben, míg az utóbbi típusnak a Polyánka, az Andrássy-I.-II., Vilmos, Barbara, Divald és Szlávy bányarészekben találhatók. A galenit kíséretében szfalerit, termésezüst, antimonit, és részben zárványokként Ag-szulfidok és Pb-Sb-(Bi-As-Ag) szulfosók jelennek meg, magas ezüsttartalmat kölcsönözve a galenitnek. Karbonátokban benn-nőve 1–2 cm-es kubooktaéderes, üregekben fenn-nőve mm körüli kubooktaéderes vagy oktaéderes kristályokat alkot az Andrássy-II. és a Polyánka bányarészeken. Mállásából elsőként anglesit képződik, de a karbonátos környezet miatt (a szabadbattyáni ércesedéshez hasonlóan) a cerusszit sokkal elterjedtebb. A galenit mál-

5. ábra: 5 cm-es, szürke, tömeges galenit Rudabányáról. Gyűjtemény és fotó: Nagy László.

lásából oxiplumboroméit, linarit, piromorfit, beaverit-(Cu) és leadhillit ismert még.

Martonyi vasércbánya: a rudabányaival megegyező genetikájú érctelep ásványfajokban szegényebb, tömeges-vaskos barittestekhez köthetően hintések és kisebb-nagyobb fészkek formájában előforduló szulfidokat a tömeges galenit, szfalerit, pirit, kalkopirit, tetraedrit, ritkábban boulangerit, bornit, kalkozin, cinnabarit és covellin képviseli. A galenit mállásából oxiplumboroméit, anglesit és cerusszit ismert.

Tornaszentandrás, Esztramos-hegyi vasércbánya és mészkő-külfejtés: triász korú mészkövek töréses zónáiban vasas metaszomatózis hatására vastartalmú karbonátásványok és egy kevés barit keletkezett szulfidásványokkal együtt. Később tektonikus hatásra az ércesedés összetöredezett és a felszínközelben oxidos vasérccé alakult. A kevés megmaradt primer szulfidásványt a kalkopirit, pirit, bornit, tetraedrit és galenit képviseli, melyek vékony érkitöltésekként és ritkán cm-t elérő fészkekként jelennek meg barittal együtt. A közelben a Szinpetri-1 és a Szin-1 mélyfúrásokban szintén triász mészkövekben szfalerit- és galenit-érkitöltések, hintések ismertek, amelyek a pelsőcardói (Ardovo, Szlovákia) Zn-Pb-ércesedéssel állnak szoros kapcsolatban.

Szendrői-hegység és Cserehát

A hegység területén kisfokú metamorfózison átesett devon-karbon korú üledékes kőzetek ismertek, elsősorban durvakristályos mészkő, agyagpala, kovapala és fillit formájában. Ezekhez olykor bizonytalan eredetű szulfidos indikációk kapcsolódnak.

Rakacaszend, Kopasz-hegy, mészkő-külfejtés: a kristályos mészkő repedéseiben szulfidos indikáció ismert, a galenit, szfalerit, kalkopirit, tetraedrit és pirit 0,5–1 cm-es fészkek formájában jelennek meg. A galenit mállásából cerusszit képződött.

Irota, Irota-1 és Irota-8 mélyfúrások: fekete, szervesanyagban gazdag agyagpalában pirit és pirrhotin dominálta ércindikációk ismertek hintések és kisebb-nagyobb fészkek formájában, mellettük kalkopirit, galenit, markazit és arzenopirit jelenik meg. Szulfidok a Felsővadász Fv-1 és a Gadna-1 jelű mélyfúrásokból is előkerültek.

Tokaji-hegység és Vilyvitányi-rög

A Tokaji-hegységet miocén korú vulkanizmus hozta létre több szakaszban, változatos vulkáni kőzetekkel (riolit, dácit, andezit és tufáik). A vulkanizmus ideje alatt létrejött töréses szerkezetekben hidrotermás oldatok mozogtak, a felszínen ezeknek az alacsony hőmérsékleten kivált ásványtársulásait ismerjük, a szulfidásványokat jobbára arany- és ezüstércek képviselik (pirit, termésarany, Ag-szulfidok). Magasabb hőmérsékleten kiváló ásványok alárendelten szerepelnek (polimetallikus ércesedést ismerünk galenit, kalkopirit, szfalerit és arzenopirit ércásványokkal a Telkibánya-2-es fúrásból).

Telkibányai érces terület: kálimetaszomatizált andezitben és riolittufában számos érces kvarctelér ismert, azonban a felszínközeli telérekben kevés van galenitből. A kánya-hegyi ércesedésben pirit, szfalerit, kalkopirit, tetraedrit, pirargirit és akantit társaságában jelenik meg, olykor a pirit zárványaként. Érkitöltések, fészkek és hintések formáján mutatkozik szfalerit és kalkopirit társaságában. A legfiatalabban képződött akantitok vékony bevonatot képezhetnek a galeniten. Kései kiválásként Ag-szulfidok (pirargirit és proustit) zárványaként ismert As-tartalmú pirit társaságában. A fehér-hegyi

ércesedésben a telérkvarc üregeiben 3–5 mm-es hexaéderes kristályokat alkot. Mállásából anglesit és plumbojarosit képződött.

A Tokaji-hegység északkeleti peremén paleozoikumi, közepes fokú metamorfózist elszenvedett csillámpalák és gneiszek ismertek a felszínen Vilyvitány térségében. A metamorfózishoz köthető hidrotermás oldatok kisebb szulfidos indikációkat hoztak létre.

Vilyvitány, Gira-hegy: csillámpala albitos kvarcitlencséiben kisebb fészkek formájában galenit, pirit, kalkopirit és ritkán akantit jelenik meg, a galenit mállásából anglesit képződött.

Egyéb galenit-előfordulások

A mecsekaljai Bodai Agyagkő Formáció sóstavi, tavi környezetben felhalmozódott, bepárlódásos-evaporitos bélyegeket mutató finomszemcsés üledékeinek diagenezise során albitosan cementált zónák jöttek létre, amelyek helyenként baritot, káliföldpátot, galenitet, szfaleritet, kalkopiritet és piritet tartalmaznak vékony hintések formájában (Varga és társai, 2006). Dunántúli-középhegységi bauxitokban mikroszkopikus méretű galenit ismert, amely diagenetikus keletkezésű. Cserháti andezitek karbonátos ereiben mm alatti galenitszemcsék fordulnak elő. A Tokaji-hegység hidrotermás eredetű tavi kovakiválásaiban ritkán jelenik meg a galenit. Az Alföld alatt húzódó, eltemetett miocén vulkanitok hidrotermásan elváltozott zónáiban a Komoró-1 fúrásban ismert a galenit jelenléte. A Baksa-2 fúrás szkarnos kőzetanyagában szulfidos, köztük galenites érkitöltések mutatkoznak.

Irodalom

Benkó, Zs., Molnár, F., Lespinasse, M., Billström, K., Pécskay, Z. & Németh, T. (2014): Triassic fluid mobilization and epigenetic lead-zinc sulphide mineralization in the Transdanubian Shear Zone (Pannonian Basin, Hungary). *Geologica Carpathica*, **65**, 177–194.

Böjtösné Varrók K. (1967): A palaköpeny hidrotermális ércesedése a Velencei-hegység K-i részén. *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1965. évről*, 499–505.

Hargitainé Molnár Zs. (2019): *Nyersanyagok és indikációik geológiai és ásványtani vizsgálata, különös tekintettel az Észak-Dunántúlon észlelt urán- és ritkaföldfém nyomokra*. Doktori értekezés, ELTE TTK, Ásványtani Tanszék, Budapest.

Nagy B. (1990): A nagyirtáspusztai ércesedés (Börzsöny-hegység). *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1988. évről*, 278–325.

Szabó I. (1978): *Ércindikációk, ritkaföldfém anomáliák a Darnó övezet Bükk-hegységi és Upponyi szakaszán (Rágyincs-völgy, Bükk, Bükkszentkereszt)*. Kézirat, MÉV Adattár, Pécs.

Varga A., Raucsik B., Szakmány Gy. & Máthé Z. (2006): A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes kőzettípusainak ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői. *Földtani Közlöny*, **136**, 201–232.

A hivatkozással nem jelölt fejezetrészek egy kiadványból származnak:

Szakáll S., Fehér B. & Tóth L. (2016): *Magyarország ásványai*. GeoLitera, Szeged.

A bulgáriai Madan és az erdélyi Gutin-hegység galenitje

Sánta Gábor, Göd
E-mail: saga21enator@gmail.com

Néhány éve jelentek meg nagyobb mennyiségben, majd gyorsan elterjedtek az ásványbörzéken a bulgáriai Madanból (Rodope hegység) származó ásványok. A dekoratív és nagyméretű kristálycsoportokat tartalmazó, de fajokban viszonylag szegény ásványkínálat legjellegzetesebb eleme a bányaterület híres galenitje. Mivel a madani érces területről származó példányok zöme első ránézésre nagyon hasonlít a máramarosi bányaterület (Gutin-hegység: Felsőbánya, Kapnikbánya, Herzsabánya) ásványaira, kezdetben ezeket egyes külföldi kereskedők erdélyiként árusították. A galenit évéhez kapcsolódva ebben a cikkben az ólom fő ércásványán keresztül mutatom be a madani és a gutini ércesedések közötti hasonlóságokat és különbségeket.

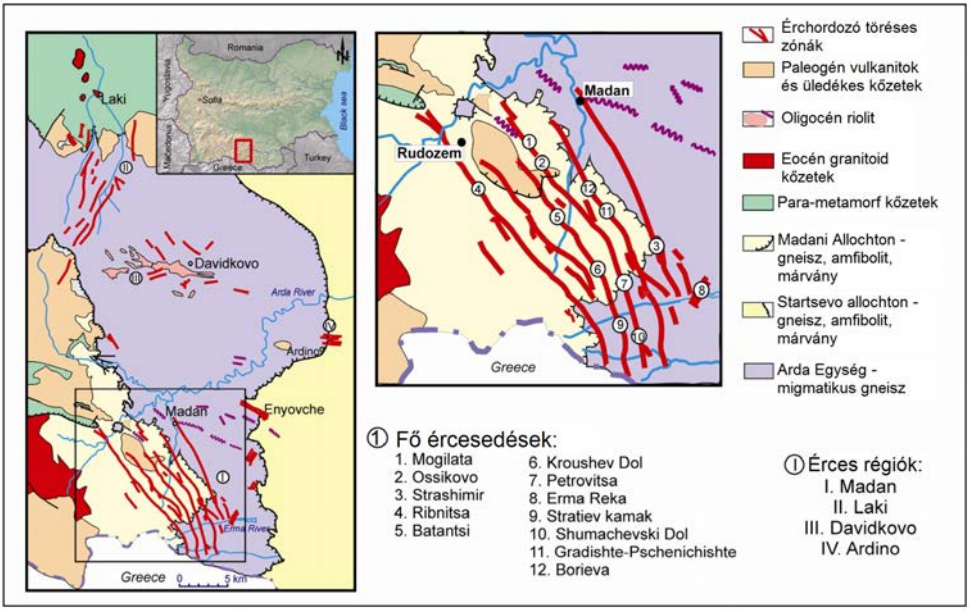
A bányászat rövid története Madan környékén

Dél-Bulgáriában, a Rodope hegységben, 160 km-re Plovdivtól DDK-re, Madan közelében található Európa egyik legjelentősebb polimetallikus ércesedése. A Kr. e. 5–6. században a trák Koilaleti törzs tagjai lehettek az elsők, akik az érctestek felszínközeli részein bányászatot folytattak; ezt eleinte az ólom mellett a benne található kis mennyiségű ezüst kinyerése motiválta. A madani Borieva bánya régi táróiban ógörög pénzérmék kerültek elő. A római korban a bányászat kiterjedtebbé vált, a munkálatokat helyi trák és egyiptomi rabszolgákkal végeztették a hódítók. Ennek egyik emléke a Sztrasimir bányában talált Kr. u. 4–5. századi olajmécses. A bányászat a középkorban, a Bolgár Cárság uralma alatt tovább folytatódott, igazi fellendülést viszont az hozott, amikor 1300 körül szász bányászokat telepítettek be, akik sokkal modernebb bányászati módszereket honosítottak meg. Szintén a Sztrasimir bányából kerültek elő a szász bányászok eszközei és mindennapi használati tárgyai, ruhái. Az 1396-os nikápolyi csatát követő török megszállás idején is folytatódott a kitermelés, sőt, a Madan elnevezés is arab eredetű: ércet, bányát jelöl. Az 1700-as évektől meggyengülő török birodalomban a bányászat is lehanyatlott, nem kis részben az erőszakos iszlamizációnak köszönhetően, ami miatt sok bányász elmenekült. Bulgária 1878-as felszabadulásakor ez a régió még évtizedekig a Török Birodalom része maradt, csak az I. világháborút követően került Bulgáriához. 1924-ben alakult meg a Rodopei Fémkitermelő Vállalat (Rhodopski Metal Company), Bulgária első bányatársasága, és a Pirin Társaság, amely közös bolgár-görög bányavállalat volt. Ez a két társaság végezte az első modern földtani vizsgálatokat és érckutatást a régióban, számos új vagy régi-új telepet tárva fel (Borieva, Erma, Gjudjurszka, Petrovica, Sztratyev Kamak). Flotá-

lóüzem épült a 30 km-re lévő Kardzsaliban, ahová drótkötélpályán szállították az ércet, és amely ma is működik. Az első, múzeumokba került ásványpéldányok is ebből az időszakból származnak.

A második világháborút követően a bányavállalatok bolgár állami és orosz tulajdonba kerültek. A szocialista államban a nehézipar, benne a bányászat fejlesztése elsődleges fontosságú volt, így kiterjedt kutatásokat végeztek, utakat építettek, korszerűsítették az ércfeldolgozó üzemeket, és a környező településeket is modernizálták. Az új bányaüzemek, pl. a Krusev Dol, Batanci, Petrovica számos nagyszerű ásványpéldányt adtak, amelyek a világ múzeumaiban és magángyűjteményeiben egyaránt megtalálhatók. Madan városában is berendeztek egy kis múzeumot a helyi ásványokból, amely később Bulgária hidrotermás ásványainak is helyet adott (Petrussenko, 1991).

A rendszerváltás után a gazdaságtalanul működő üzemeket bezárták, de Madan térségében napjainkban is működik még néhány bánya, amelyekben a potenciálisan rendkívül nagy jelentőségű érctesteket fejtik, és amelyekből most is szép ásványok kerülnek felszínre. Ezek a fontosabb, működő vagy nemrég bezárt bányahelyek a Krusev Dol, Gjudjurszka, Szeptember 9., Borieva, Batanci, Sztrasimir, Androvo és Marzian nevet viselik. A tárók jellegzetessége, hogy több telért/érces zónát is harántolhatnak. Egykoron 39 érces testet műveltek mélyszinti tárós és kamrafejtéssel, különböző szinteken, aknákkal összekötve. A területről eddig kb. 95 millió tonna ércet termeltek ki, amelynek átlagos ólomtartalma 2,5%, cinktartalma 2,1% volt. A galenit mindenütt gyakori volt.



1. ábra: Madan (Bulgária) érces területének geológiai vázlata (Vassileva és társai, 2009 alapján).

A madani ércesedés geológiai háttere és az ércesedés kialakulása

A madani ércesedést befogadó metamorf kőzetek az alpi orogenezis során keletkeztek a terület korábbi, üledékes és vulkanikus kőzeteiből. A Közép-Rodopei Dóm (Madani Dóm) mutatja a legerőteljesebb metamorfózist (amfibolit fácies), amely két további részre bontható. A centrális Arda egységet magas fokú metamorfózis jellemzi, amely erőteljes magmás behatásokkal és a kőzetek részleges megolvadásával járt együtt, a kőzet itt erősen migmatitos gneisz. A délnyugati Madan egységet már kisebb fokú metamorfózis érte, itt a fő kőzet a részleges migmatitosodást mutató gneisz, amfibolit és márvány. A két régiót a madani töréses zóna választja el egymástól (1. ábra).

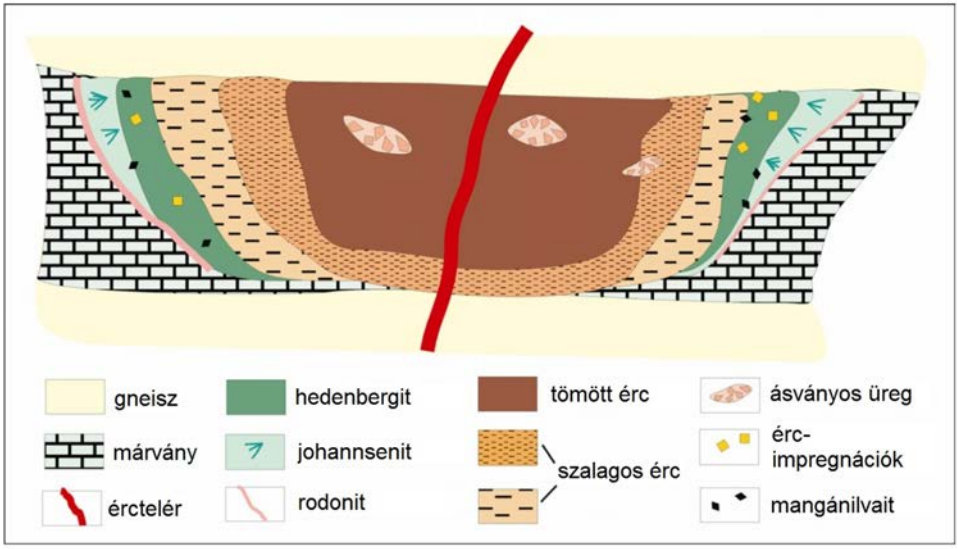
A madani területen a metamorfózishoz kapcsolódó magmás folyamatok során háromféle ércesedés jött létre: hidrotermás-teléres, szkarnos-hintett (metaszomatikus) és stockwerkes (az összetöredezett kőzet repedéshálózatához kötött) típusú. A telérek és a stockwerk-típusú érctestek hat, ÉÉNy felé futó töréses zóna mentén helyezkednek el a Dóm nyugati lejtőjén. A fő kőzetek itt az amfibolit és a gneisz, amelyben márványbetelepülések és Mn-szkarnos testek találhatók, ezek együttesen képezik az ércásványok befogadó kőzeteit. A madani ércesedés az ércterelérekhez kapcsolódó szericit kristályosodásának $^{40}Ar/^{39}Ar$ kora alapján a harmadidőszak során, 30,76–29,95 millió éve az oligocénben jött létre.

A madani ércesedés fő típusai, egyben az ércesedés időrendi egységei a következők:

1. Szkarnos fázis: a fő ércesedést megelőző fázisban a gneiszbe települt márványban Mn-szkarnok jöttek létre, amelyek nem kapcsolódnak intruzív magmás testekhez, és döntően hedenbergit és johannsenit váltakozó arányú elegyeiből állnak. Ezeket később mangán-piroxének egészítik ki, majd a fő érces fázis hidrotermái részben lebontják és hintett ércásványokkal egészítik ki a kőzettesteket (metaszomatikus átalakulás). A szkarn viszonylag alacsony hőmérsékleten, 420–400 °C körül jött létre.

2. Fő ércképződési fázis: a fő ércesedés során érctartalmú hidrotermák járták át a kőzeteket, amely során háromféle uralkodó paragenezis jött létre: kvarc-pirit, kvarc-galenit és kvarc-szfalerit-galenit együttes. A bányászat alapjául szolgáló testekben található fő ércek a galenit, szfalerit, pirit és kalkopirit, amelyek hintetten, tömzsös és teléres formában fordulnak elő. A legnagyobb tömegű ércanyag a korábban képződött Mn-szkarnok hidrotermás mállása során rakódott le, amikor is a szkarnban a Fe-klinopiroxének (hedenbergit) kioldódtak és ércekkel helyettesítődtek (metaszomatózis). A szkarnos testekben hintetten előforduló fő érc a szfalerit, míg a hidrotermás telérekben a galenit mennyisége felülmúlja a cink-szulfidét. Alárendelt mennyiségben arzenopirit, tetraedrit, tennantit, pirrhotin és Ag-Bi-szulfosók fordulnak még elő. Ebben a fázisban nagy mennyiségű kvarc vált ki és jellemző a szericitesedés is. A fő fázis jellemzően magas hőmérsékleten, 350–300–280 °C körül alakult ki, ekkor jöttek létre a nagyobb kristályos felnyílások.

3. Kései, ércesedés utáni periódus: a kései fázisban a telérkitöltő ásványok, azaz a kvarc, kalcedon, kalcit, dolomit, rodokrozit és barit kiválása történt, de továbbra is képződtek – alárendelt mennyiségben – szulfidok. Ennek a fázisnak köszönhetjük a bánya híresen szép kvarc, manganokalcit, dolomit és rodokrozit kristálycsoportjait, amelyeken fenn-nőve gyakran a galenit, szfalerit és pirit



2. ábra: A madani területre jellemző ércesedés idealizált keresztmetszete (Vassileva és társai, 2009 alapján). A részletes magyarázatot lásd a szövegben!

remek kristályai találhatók. A fázis során posztgenetikus tektonikus mozgások szabdalták fel az érctesteket (Vassileva és társai, 2009).

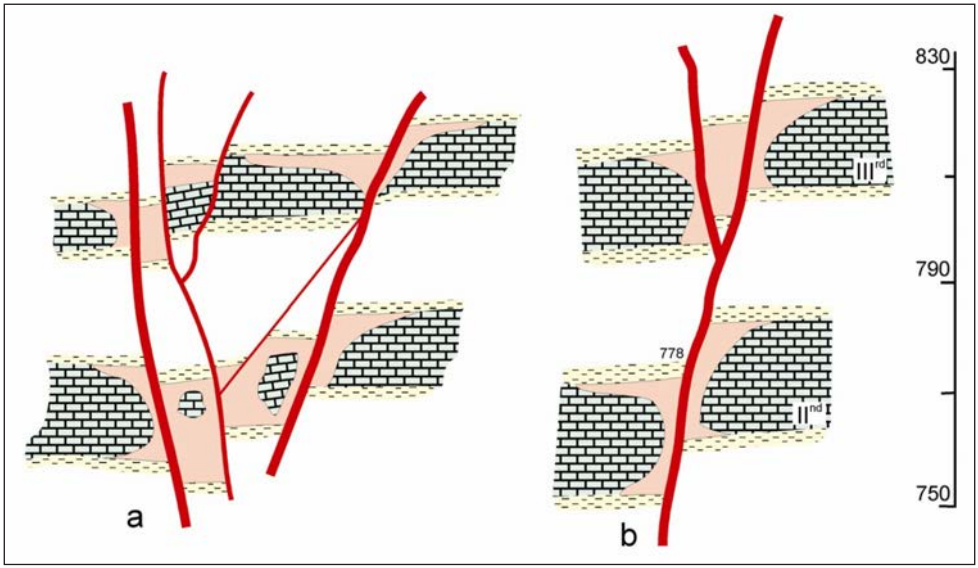
A madani ércesedés morfológiai típusai

Általánosságban a madani érctestek rendkívül kiterjedt objektumok, amelyek a befogadó gneiszben és márványban találhatók, és egyértelmű zónásságot mutatnak. A legkiterjedtebb a szkarnos-hintett érces zóna, amelyet telérek és telérjellegű, breccsás vagy törésekkel szabdalt és ércekkel kitöltött stockwerkes zónák szelnek át. A szkarn hintett érctartalma néhol igen magas és jellemző, hogy az egyes típusok között sokszor nincs éles határ, egyik a másikba átmenetet képezhet. Egy idealizált érctest keresztmetszetét (2. ábra) vizsgálva azt látjuk, hogy a befogadó kőzet határán egy rodonitból álló szegély alakult ki, amelyet mangán-klinopiroxén (johannsenit) zóna követ. Tovább haladva befelé, egy vaskos, érchintéses, valamint mangánilvait-betelepüléseket mutató Fe-klinopiroxén (hedenbergit) zóna található. Ezután a tulajdonképpeni érctest következik, amelynek külső zónáját szalagos ércek építik fel, belseje tömör érc, amelyben breccsás-töréses tömzs(ök), és a középső zónában érctelér(ek) található(k). A tömör ércben gyakoriak a nagyméretű, akár szoba méretű, barlangszerű üregek, amelyek falát legtöbbször galenitkristályok borítják, de fenn-nőtt ásványokkal kitöltött üregek a telérekben és a breccsás zónákban is megjelennek. A gneiszben három szintben jelentkező márványhoz kapcsolódnak a metaszomatikusan átalakult érctestek. Gyakori a márványtest alsó és felső zónájának erőteljesebb, szélesebb átala-

kulása, tölcsér, gomba vagy két végén kiszélesedő henger („spulni”, „felni”) alakú érctesteket létrehozva (3. ábra). Ahol a telér csak a gneiszt harántolja, ott nem alakul ki a kontakt metamorf és metaszomatikus öv, de a telér mellett gyakran megjelennek a stockwerk-típusú zónák.

1. Teléres ércesedés. Az érces telérek vastagsága általában 20–40 cm-től néhány méterig terjed, de kivételes esetekben 10–20 m-re is kiszélesedhetnek. Hosszúságuk 500 m-től 2–2,5 km-ig terjed, mélységük 1–3 km körüli, csapásirányuk ÉÉNy-i, a felszín közelében a legtöbb szétseprűződik. Kitöltésük viszonylag egyhangú, sokszor színtiszta érc (főleg galenit és kisebb mértékben szfalerit, átlagos fémtartalmuk 10% körüli), de általában kalkopirit, pirit, kvarc és karbonátásványok is megjelennek bennük. Gyakoriak a szalagos telérkitöltések, de az érc szerkezete lehet tömött, breccsás, zúzott vagy drúzás megjelenésű.

2. Stockwerk-típusú ércesedés. Ez az érctípus a telérek tektonikailag zúzott szegélye, amelyben kisebb-nagyobb erek, fészkek, hintések formájában található a viszonylag gazdag ércesedés. Az ércesedés mélyebb zónáira jellemző, a stockwerkes zóna szélessége 1–2 m-től 10–20 m-ig terjed, hossza 1–2 km. A szfalerit mennyisége nagyobb, mint a telérekben, általában megegyezik a galenitével, átlagos fémtartalmuk azonban csak a harmada a telérekének (3% körüli).



3. ábra: A madani Gradistye érces területén található két ércesedett zóna (a és b) keresztmetszete a II. és III. márványszintben kifejlődött metaszomatikus érctestekkel (rózsaszín). A négyszögráccsal jelölt márványrétegek feküjét és fedőjét szaggatott vonalkázással jelölt gneisz alkotja, az ércteléreket piros vonalak jelölik. Érdemes megfigyelni, hogy az érces zóna a márványréteg alsó és felső határa közelében spulniszerűen kiszélesedik. Jobb oldalt a tengerszint feletti magasság látható méterben kifejezve (Vassileva és társai, 2009 alapján).

3. Metaszomatikus érctestek. Az ércteleptani és gazdasági szempontból legérdekesebb metaszomatikus hintett ércesedés az érces zóna külső részét alkotja, általában 30–60 m-re terjed a telérre merőlegesen, a vastagsága pedig a befogadó márványréteg vastagságától függ (4–5 m-től 20–25 m-ig). A metaszomatikus érctípus csak ott alakult ki, ahol a telér, illetve a töréses zóna a márványrétegeket harántolta. Ahol a mellékkőzet gneisz, ott csak az első két típus jött létre. A kontaktmetamorfózis és az azt követő metaszomatózis eredményeképp rodonit, johannsenit, hedenbergit, szfalerit, galenit, pirit, kvarc és karbonátásványok váltak ki sugaras, szalagos-sávos, hintett, tömzsös, fészkes és drúzás megjelenésben. Ez az érctípus meglepően porózus szerkezetű, a fluidumok a márványban és a szkarnban számtalan kisebb-nagyobb üreget oldottak ki, amelyekben az ásványok szabadon nőhettek. Az ásványgyűjtők számára ezek közül a nagyobb, barlangszerű, hidrotermás üregek a legérdekesebbek, amelyek falát legtöbbször fenn-nőtt ásványok (galenit, szfalerit, kvarc és karbonátok) borítják (Vassileva és társai, 2009).

A madani galenit

A madani érces területről ezidáig 75 ásványfajt írtak le, és az itt található Szeptember 9. bánya a mangánilvait típuslelőhelye. Ezek közül azonban csak kevés jelenik meg szabad szemmel látható méretben, és még kevesebb látványos kristálycsoportok formájában. Így lehetséges, hogy a bányákból kikerülő és az ásványpiacon jelenlévő példányok többsége viszonylag fajszegény, gyakran a megjelenésük is nagyon hasonló. A türelmes gyűjtő azonban az egyes morfológiai típusok, megjelenések után kutatva igen szép gyűjteményt állíthat össze belőlük.

A galenit a legnagyobb tömegben előforduló ásvány, a bányaterület fő érce, amely rendkívül nagy változatosságban van jelen. Az ásványbörzéken gyakran találkozunk akár tenyérnyinél nagyobb kristálycsoportjaival, amelyeket cm-es vagy annál is nagyobb, jól fejlett kristályai alkotnak. A galenit lapjai többnyire fényesek, gyakoriak az {111} (spinell-törvény) szerinti ikrek, a vázkristályok, valamint a legömbölyített élekkel rendelkező példányok. A kristályokat többnyire nem fedik be más, később kivált ásványok, bár néha finom dolomit-, kalcit- vagy kvarchintés előfordulhat rajtuk. A gyűjteményekben található és az ásványbörzéken fellelhető példányok többsége a Krusev Dol, a Szeptember 9. és a Borieva bányákból származik.

A galenit négy generációban jelenik meg (Petrussenko, 1991). *1. generáció:* apró-szemű galenitaggregátumon fenn-nőtt magányos, nagyméretű kubooktaéderes kristályok, amelyek általában 2–3 cm-es, különleges esetekben maximum 20 cm-es méretet érhetnek el. A spinell-törvény szerint összenőtt táblás ikerkristályok nem ritkák. Ilyen nagyobb méretű kubooktaéderes kristályokat mutat a 4. ábrán látható példány. *2. generáció:* max. 1,5 cm-es kubooktaéderes kristályok alkotta csoportok. *3. generáció:* hexaéderes (kocka alakú) galenitkristályok, nagyon apró tompító oktaéderlapokkal a csúcsokon. Ebben a generációban rombdodekaéderes habitusú galenitkristályt is megfigyeltek. *4. generáció:* ritka típus, kisméretű (max. 5 mm-es), matt felületű hexaéderek.

Ehhez képest az újabb anyagban többféle megjelenéssel találkozunk, amelyeket a lelőhelyen belüli pontos hely ismerete nélkül nem mindig lehet ezekbe a generációkba besorolni. Az ásványgyűjtő számára haszno-

4. ábra: Nagyméretű kubooktaéderes galenit-kristályok kissé visszaoldott lapokkal, Madanból. A 7 cm széles példány kísérőásványa a kalkopirit. A szerző gyűjteménye és fotója.

5. ábra: Hexaéderes habitusú galenitkristályok kvarcon, Madanból. A példány magassága 13 cm. A szerző gyűjteménye és fotója.

sabb egy morfológiai felosztás, amelyet a mindat.org fotói és az Ásványok Háza (Gyöngyösoroszi) gyűjteménye alapján készítettünk.

1. típus: hexaéderes habitusú, fényes lapokkal rendelkező kristályok, apró oktaéderlapokkal (5. ábra). Kísérő ásványai: szfalerit, kalkopirit, pirit, kalcit, kvarc, dolomit. Gyakran a kristályok egyik oldalát apró kalcit- vagy dolomitkristályok borítják be hóeséshez hasonlóan. Ez a morfológiai csoport a 3. generációban jelenik meg. Kisebb méretű, matt felületű hexaéderek csoportjai a 4. generációban képződtek.

2. típus: kubooktaéderes megjelenésű kristályokból álló csoportok szfalerittel, kalcittal, rodokrozittal, dolomittal és kvarccal. Ez a megjelenés az 1. és 2. generációban képződött (6. ábra).

3. típus: a spinell-törvény szerint összenőtt izometrikus kristályokból álló aggregátumok, amelyek nem mutatnak lapultságot (7. ábra).

6. ábra: Kubooktaéderes megjelenésű, max. 1 cm-es galenitkristályok Mn-tartalmú kalciton fenn-nőve, Madanból. A példány 11 cm magas. A szerző gyűjteménye és fotója.

7. ábra: A spinell-törvény szerint összenőtt kubooktaéderes habitusú galenitkristályok halmaza Madanból. A példány 6 cm magas. A szerző gyűjteménye és felvétele.

4. típus: torzult, álhexagonális megjelenés, amelyeket a spinell-törvény szerint összenőtt, erősen lapult galenitkristályok párhuzamosan futó lemezei alkotnak (8. ábra). Gyakran megfigyelhető a lemezek orientált továbbnövekedése, amely nagyon látványos megjelenést eredményez. Ez a külső rendkívül jellemző a madani galenitre. Kísérő ásványa legtöbbször a kvarc (sokszor víztiszta hegyikristály), amely néha a galenitlemezeket átszúrja. Nagyon gyakori volt a Krusev Dol bányában, ahonnan a jelenleg gyűjteményekben lévő példányok többsége származik. Ez a lelőhely egyik legkeresettebb galenit-megjelenése.

5. típus: vázkristályok, amelyek lapjai gyakran lépcsős, hiányos kifejlődésűek, néha a kristály élei fejlettek, a lapok a közepük felé lépcsősen bemélyednek. Sokszor a

8. ábra: A spinell-törvény alapján összenőtt, lapult kubooktaéderes kristályok alkotta, álhexagonális megjelenésű galenit-kristálycsoport. A példány szélessége 9 cm. A szerző gyűjteménye és fotója.

9. ábra: Hexaéderes habitusú, hiányos, lépcsős kifejlődésű galenit-vázkristály ránőtt tetraéderes alkatú szfalerittel. A példány 8 cm széles. A szerző gyűjteménye és felvétele.

lapok felülete mozaikos, lépcsős szerkezetű (9. ábra). A Szeptember 9. és a Borieva bánya nagyon szép vázkristályokat adott.

6. típus: kristályok (főleg hexaéderek) orientált, lépcsős összenövése. Nem azonos a hiányos, lépcsős lapkifejlődésű vázkristályokkal. Meglehetősen ritka típus, amely a Szeptember 9. bányában fordult elő a legszebb megjelenésben.

7. típus: aprókristályos galenit-aggregátumok kvarcon fenn-nőve, gyakran nagyon vékony, spinell-törvény szerinti ikresedéssel létrejött lemezkéket alkotnak, ritka típus.

8. típus: visszaoldott, legömbölyített lapokkal rendelkező, „olvadt" felületű kristályok, ikrek vagy vázkristályok. A legömbölyített megjelenés egy későbbi folyamat során történt visszaoldás eredménye, így minden típust érinthet.

10. ábra: Kubooktaéderes termetű galenit-kristályok orientált összenövése kalcit-bevonattal Madanból. A példány 9 cm magas. A szerző gyűjteménye és fotója

11. ábra: Hexaéderes és kubooktaéderes habitusú galenitkristályok aprókristályos kvarcon, amelynek piszkoszöld színét a klorit-csoport apró kristályainak zárványai adják. Ez az alapkőzet rendkívül jellegzetes Madanban. A szerző gyűjteménye és fotója.

Ezeken kívül előfordulhat még a típusok kombinációja is, pl. kubooktaéderes kristályok orientált összenövései, amelyeken szintén gyakran látható kalcitbevonat (10. ábra). A madani ércesedésben gyakran megjelennek a klorit-csoport ásványai, amelyek a példányok alsó részén, vagy a kvarcba beépülve jellegzetes fakózöld elszíneződésként láthatók (11. ábra).

A máramarosi ércesedés sajátosságai

A Gutin-, Kőhát- és Avas-hegység (Máramaros/Maramureş, Románia) déli területén számos érces terület, bányahely sorakozik egymás mellett. Kapnikbánya, Felsőbánya, Herzsabánya neve, és bányáik mélyéről kikerült ásványaik jól ismertek, minden gyűjteményben találhatók innen származó példányok. A hegységcsoportot főként andezites vulkáni működés hozta létre 13–7 millió éve, ennek középső és kései fázisában történő vulkáni utóműködés hidrotermái alakították ki az ércesedéseket, amelyek a kelet-nyugati irányú Dragos-Voda törésvonal mentén sorakoznak. A Miszbánya és Ilobabánya környéki ércesedés alakult ki korábban, mintegy 11,5–10 millió éve, ezt követte Kapnikbá-

nya, Felsőbánya és Herzsabánya ércesedése 9,4–7,9 millió esztendővel ezelőtt (Udubaşa, 2002). Mivel a hazai gyűjteményekben található gutini ásványpéldányok döntő többsége ez utóbbi három bányahelyről származik, így részletesebben csak velük foglalkozunk.

A térségben folytatott bányászat a középkorba, vagy talán az ókorba nyúlik vissza, az elrejtett kincsleletek alapján a római korban, vagy talán már a bronzkor végén (Kr. e. 13. századtól) aranyat moshattak a folyókból. A középkori bányászatra vonatkozó hagyományok szerint Szent István felesége, Gizella 1030 körül bányászokat telepített le a közeli Kereszt-hegyen (a mai Nagybánya területén), II. Géza király pedig szász bányászokat hívott Zazárra, hogy a folyóban és a hegyekben található aranyat kitermeljék. Herzsabánya, azaz a Herzsa-hegybe Kisbánya (Chiuzbaia) irányából hajtott tárók bányászata az 1700-as évekre vezethető vissza, a hegy túloldalán lévő Herzsabánya (Herja) bányatelepének táróit a 20. században hajtották ki, és a legutóbbi időkig ezeken keresztül zajlott a kitermelés (Réthy, 2001).

Kapnikbánya (Cavnic)

A gutini bányahelyek közül a legismertebb, és a legszebb ásványokat adó ércesedés, amelynek története a középkorba nyúlik vissza, első említése 1336-ból származik. A területen két zóna van jelen, a Bolduţ és a Roata ércesedése, az ezeket alkotó telérek a vulkáni kőzetekben és az azokat befogadó üledékes összletben haladnak. A közel párhuzamos telérek csapásiránya ÉÉK-DDNy, egymástól 120–350 m-re futnak, hosszúságuk 200–2500 m, mélységük 900 m körüli. A telérek vastagsága 0,5-től 7 m-ig terjed, de átlagosan 1–2 m szélességűek. Szerkezetük összetett: breccsás, szalagos, drúzás kifejlődésű. A kapniki ércesedés öt fázisban zajlott (Plotinskaya és társai, 2009 alapján). *0. fázis:* ércesedés előtti propilitesedés. *1. fázis:* Fe-W-ércesedés, amelynek fő ásványai: kvarc, pirit, magnetit, volframit és scheelit. *2. fázis:* Cu-ércesedés, amelyet kalkopirit, pirit és covellin kiválása jellemez. *3. fázis:* Pb-Zn-Au-ércesedés, fő ásványai a szfalerit, galenit, termésarany, kvarc és adulár. *4. fázis:* Pb-Zn-Mn-Au-Sb elemek dominálta ásványképződés, amely során rodonit, rodokrozit, adulár, galenit, szfalerit, tetraedrit, antimonit, realgár, auripigment és termésarany keletkezett. Az ércesedésre jellemző a vertikális zónásság: a felső szinteken Au-Ag-ércesedés található, míg a mélyebb zónákra a polimetallikus ércek jellemzőek. A felső zónát jelentős részben már a középkorban letermelték.

Kapnikbánya a típuslelőhelye a rodonitnak és valószínűleg a whewellitnek is, ezeken kívül a területről összesen kb. 90 ásványfajt írtak le. Nagy többségük csak mikroméretben fordul elő, de a kapniki ércesedésben számos faj látványos kristálycsoportokban is megjelenik. A leggyakoribb a kvarc és a kalcit, legkeresettebbek a rodokrozit, a helvin, a fluorit, illetve a különféle ritkább ércásványok, pl. volframit, realgár, termésarzén, termésarany, kalkosztibit, bournonit (kerékérc), tetraedrit fenn-nőtt példányai. A galenit, bár vaskos-tömeges példányokban gyakori, fenn-nőtt példányai ehhez képest kisebb számban vannak jelen a gyűjteményekben. A kapniki galenitek legtöbbször kubooktaéderes habitusúak (12. ábra), de a kristályok néha rosszul fejlettek, vázkristályszerűek vagy csupán torzult, lépcsős aggregátumok. Jellegzetesek a lapult, táblás megjelenésű kubooktaéderes kristályok, amelyek apró kristályos szfaleritszőnyegen ülnek. Gyakran a lapok középső részén üreg található, néha

12. ábra: Galenit kubooktaéderes megjelenésű, kissé hiányos lapkifejlődésű kristályai kalkopirittel, tetraedrittel és dolomittal Kapnikbányáról. A példány 4,5 cm széles. A szerző gyűjteménye és fotója.

az élek legömbölyítettek. A lapok felülete nem annyira sík és fényes, mint a madani darabok esetén. Kísérő ásványai a kalkopirit, szfalerit, bournonit, kalcit, dolomit, szideritt, kvarc, ez utóbbiak a kristályokat részben vagy akár teljesen bevonhatják. A kvarc apró, rövidprizmás megjelenésű, általában fehér színű, áttetsző tejkvarc, ami a madani példányok hosszan megnyúlt átlátszó kvarckristályaitól erősen elkülöníti a kapniki példányokat. A vajsárga, halványbarna, gyöngyházfényű dolomit- vagy szideritromboéderek is teljesen mások, mint amelyekkel a madani darabokon találkozhatunk. Ha mégis kétségeink merülnek fel, érdemes megnézni a példányok alját: a madani darabok jelentős részénél alul halványzöld kloritbevonatot láthatunk, ami a kapnikiak (és általában a gutini példányok) esetén hiányzik.

Felsőbánya (Baia Sprie)

A felsőbányai ércesedés (Grancea és társai, 2002; Buzatu, 2014; Buzatu és társai, 2015) a térség legkiterjedtebb és legnagyobb tömegű ásványvagyonnal rendelkező ércesedése, amely ásványtani szempontból is a legérdekesebb. Felsőbánya az andorit, semseyit, dietrichit, felsőbányait, klebelsbergit és szmikit típuslelőhelye, és az innen előkerült ásványpéldányok a világ múzeumainak és magángyűjteményeinek megbecsült darabjai. Különösen híres a felsőbányai antimonit, realgár, barit, volframit, scheelit és bournonit. A helyi bányászatra vonatkozó első írásos bizonyíték 1327-ből származik, amikor Felsőbányát már a megtisztelő S. Civitas de Medio Monte, magyarul később Asszonypataka (1391) vagy Felsewbánya néven említik. A névben említett 729 m magas Mons Medius, azaz Közép-hegy (Bánya-hegy) volt évszázadokon keresztül a bányászat helyszíne (Réthy, 2001). A modern időkben a bányászat áttevődött a völgy felsőbb szakaszaira, ahol az érceket a mélyszinten hat aknával kutatták meg és fejtették, egészen a bányák 2006-os bezárásáig.

A felsőbányai ércesedés a régió többi zónájához képest viszonylag egyszerű geológiai felépítéssel rendelkezik. Mindössze két telér, a Principális- (Elsődleges-, Fő-) telér, és az Új- vagy Déli-telér található a területen, amelyek piroxén- és amfibolandezitben haladnak. A Fő-telér 5250 m hosszú és legszélesebb részén 22 m átmérőjű, vertikális kiterjedése pedig legalább 800 m. Az ércképződés a Kapnikbányánál tárgyalt öt fázisnak megfelelően zajlott le itt is, de Felsőbányán a mangánszegény, volfrámgazdag fázis nagyrészt a réz kiválásával együtt zajlott le, létrehozva a bánya mélyszintjeire nagyon jellemző volframit-scheelit-kalkopi-

rit-kvarc-dolomit paragenezist. Továbbá itt jobban elkülönül és nagyon jól fejlett az aranyban és ezüstben gazdag zóna, amely a telérek felső 400 m-es szakaszán észlelhető. Az első fázisban a vas, a másodikban a volfrám, réz és bizmut, a harmadikban az ólom és a cink, a negyedikben az antimon, és az ötödikben az arany és az ezüst kiválása történt. A Közép-hegyen (a telér nyugati részén) nagyon jól észlelhető a telér vertikális zónássága is: a felszín közelében az arany és ezüst dúsul, ahol a terméselemek és ezüstásványok mellett a barit, realgár, auripigment, termésarzén jelenik meg a kvarcosodott, adulárosodott kőzetben. A középső szinteken jellemző az ólom, a cink és az antimon jelenléte szericitesedés kíséretében, míg a mélyszinteken a réz és volfrám dúsul a kloritosan mállott kőzetben.

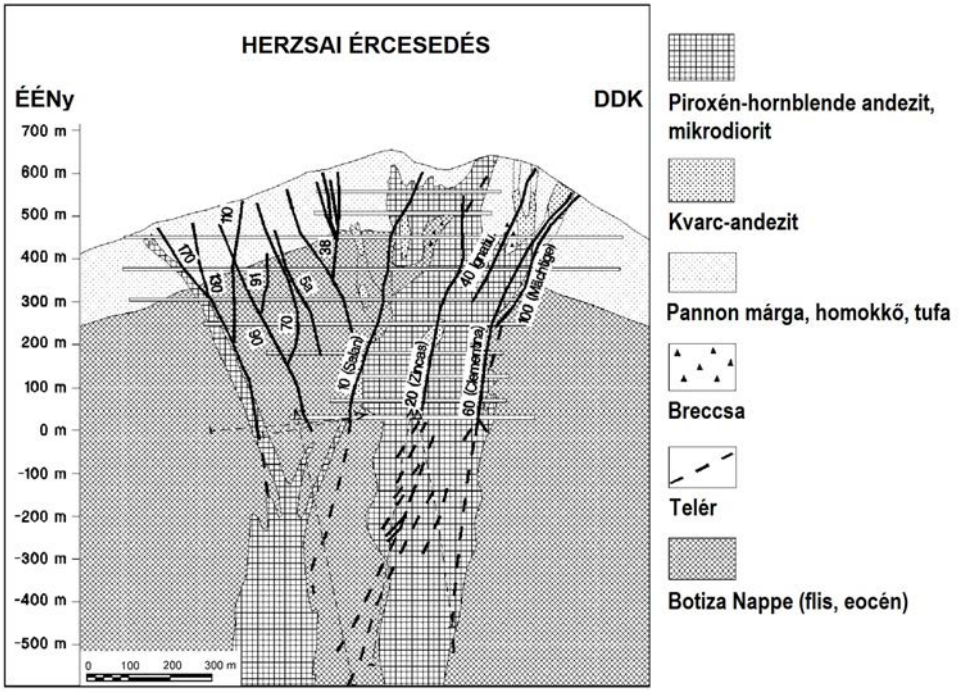
A terület egyik legfontosabb helyszíne a Bánya-hegyen nyitott külfejtés, amely mindkét telért érinti, és ahol az érc ezüstben rendkívül gazdag (8000 g/t). Az ezüsttartalom a főleg galenitbe beépült freibergit-, miargirit- és pirargiritzárványoknak köszönhető. Mivel a bányahely galenitje tartalmazta az ezüstöt, és mivel ez nem tartozott a ritkább ásványok közé, sajnos viszonylag kevés példány van a gyűjteményekben. A példányok némileg hasonlítanak a kapnikbányaiakra, azaz a galenit többnyire rosszul fejlett, parkettás, gödröcskés felületű lapokkal rendelkező, legömbölyített élű kubooktaéderes habitusú kristályokat alkot, és gyakoriak a szabálytalan kifejlődésű ikerkristályok is. Ezeket legtöbbször a lelőhelyre jellemző nagy kristályos kalkopirit vagy szfalerit kíséri, néha található mellette bournonit, pirit, dolomit, kvarc és kalcit is. A mélyszinti példányok esetében nagyon ritkán előfordulhat, hogy kloritos elszíneződést találunk a hátoldalon, ez esetben a galenit morfológiája és a kísérő ásványok jellegzetességei alapján lehetséges a madani daraboktól való elkülönítésük.

Herzsabánya (Herja, Kisbánya/Chiuzbaia)

Herzsabánya (régebben Kisbánya) ércesedése (Cook & Damian, 1997; Damian, 2003) fejlődött ki a legkésőbb a térségben. A bánya a fizélyit típuslelőhelye, de nagy gazdagságban kerültek elő a semseyit és az antimonit világszínvonalú kristálycsoportjai is. Ismert innen még a fülöppit és az andorit előfordulása is. A Herzsa-hegy ércesedését (13. ábra) először Kisbánya (ma Chiuzbaia) irányából fejtették, erre vonatkozóan az első írásos adatok 1793-ból származnak (Réthy, 2001). A hegyet elsősorban finomszemű üledékes összlet építi fel, ebbe a neogén vulkáni működés idején porfíros kvarc-mikrodiorit intrúzió nyomult, amely 300–400 m átmérőjű kürtőszerű képződményt alkot, a mélyben pedig megvastagszik. Az intrúziót piroxénandezit-telérek veszik körül. A benyomuló magma hőhatása a finomszemcsés üledékes kőzeteket jelentős kiterjedésben szarukővé alakította. A most vázolt rendszer egy andezitvulkán kürtőjének gyökérzónájaként értelmezhető, a hozzá tartozó kiömlési kőzetek az egykori vulkán felső részéről már lekoptak, de a hegyet nyugatról határoló völgyekben nagy kiterjedésben találhatók meg. A nagyon sűrűn (mindössze 1 km^2-es területen) jelentkező telérek (összesen mintegy 260 ismert) mind az intrúzióban, mind a mellékkőzetben jelen vannak, csapásirányuk kelet-nyugati, vagy kelet-északkelet–nyugat-délnyugati, ritkábban erre merőleges, amit az erősen összetöredezett kőzet gyengeségi zónái határoztak meg. A vastagabb főtelérek környezetében számos, velük párhuzamos és rájuk merőleges melléktelér található.

A telérek hossza csak néhány száz méter, de mélységük 500 métert is elérhet. Szerkezetük lehet tömeges, szalagos, breccsás, impregnált és geodás kifejlődésű, ezek közül a lassú, szakaszos kiválásra utaló szalagos szerkezet elég ritka, leginkább a tömött kifejlődés jellemző, ami egyetlen rövidebb, fő ásványképződési ciklusra enged következtetni. A breccsás és impregnált szövet is ritka, ám meglehetősen gyakoriak az ásványokat tartalmazó üregek, geodák, amelyek néha több méteres méretet is elérhetnek. Ezekben a leggyakrabban a szfalerit, galenit, kalkopirit és antimonit kristálycsoportjai jelennek meg jamesonit, kvarc, sziderit és kalcit kíséretében.

Herzsabánya fő terméke az ezüst volt, amely részben a freibergitben, részben más ezüst-szulfosókban (pl. fizélyit) volt jelen, és többnyire a galenithez kapcsolódott (a galenit ezüsttartalma 0,1–0,24 tömeg%). A jelenleg a gyűjteményekben található, valamint ásványbörzéken elérhető erdélyi galenitpéldányok jelentős része Herzsabányáról származik. Kristályai általában 1–2 cm körüliek, de nem ritkán 5–6 cm-es méretet is elérhetnek, hexaéderlapokkal tompított oktaéderes vagy kubooktaéderes habitusúak, felületük fémfényű, nem oxidált (14. ábra). A lapok sokszor parkettás felszínűek, egyes lapokon gyakran növekedési mintázat látható. A kristályok felülete néha kissé visszaoldott, az



13. ábra: A herzsabányai érces terület sematikus ÉÉNy-DDK-i geológiai szelvénye (Cook & Damian, 1997 nyomán).

14. ábra: Kubooktaéderes habitusú, orientáltan összenőtt galenitkristályok halmaza szfalerittel és dolomittal Herzsabányáról. A példány 5 cm széles. A szerző gyűjteménye és fotója.

15. ábra: Oktaéderes termetű, dolomittal hintett galenitkristályok Herzsabányáról. A legnagyobb kristály 3 cm-es. A szerző gyűjteménye és felvétele.

élek legömbölyítettek. Általánosságban véve sokkal jobban fejlettek, mint a kapnikbányai és felsőbányai galenitek. Kísérő ásványai a tetraéderes habitusú szfalerit, a nagyon gyakran hozzá kapcsolódó, vele összenövő lemezes-rozettás halmazokat alkotó semseyit, a pirrhotin (vagy pirrhotin utáni markazit), a kalkopirit, az arzenopirit, a jamesonit, a szideritt, a kalcit, a kvarc és a dolomit. A szideritt, a kalcit vagy a dolomit a kristályok egyik oldalát bevonhatja (15. ábra).

A lelőhelyről származó galenitpéldányok zömét, egyedi paragenezisük miatt, általában nagyon könnyű felismerni, a többi bányahely galenitjétől megkülönböztetni. A legfőbb határozó jegy a semseyit megléte, amely – ha kis méretben is – sok, innen származó példányon felismerhető. A pirrhotin, vagy a pirrhotin utáni markazit lemezei, a barna vagy jamesonittól fekete szideritgömbök, a jellegzetes alakú, lapult, hajlott kalcitromboéderek, valamint a sok példányon észlelhető finomszálas jamesonit további határozó bélyeg. A herzsai paragenezis kvarcai is jellegzetesek: vagy kifejezetten nagy méretű, nyúlt oszlopos, tejfehér színű, átlátszatlan kristályok vannak a galenit mellett, vagy a kristályokon elszórva nagyon apró, 1–2 mm alatti, egy- vagy kétvégű, fehér kristálykák alkotta bevonat található. A herzsai terület ásványtani és ásványgyűjtői szempontból egyaránt nagyon izgalmas, sokszínű. A galeniten kívül nagyon híres az itteni antimonit, berthierit, semseyit, freibergit, fizélyit, fülöppit, cronstedtit és kalcit, különösen az utóbbinak a beépülő jamesonittól fekete (sötétszürke) színű változata. A kalcit nagyon gyakran tökéletes gömböket alkot, amelyek az üregekben szabadon lebegve fejlődtek ki. A kétféle színű – egyik oldalán fehér, a másik oldalán fekete – kalcitgömbök rendkívüli ásványritkaságok.

Záró gondolatok

A madani ásványokat egy évtizede erdélyi példányokként kezdték árulni egyes romániai kereskedők, azért, hogy a gutini bányabezárásokat követően elapadó ásványforrásokat pótolni tudják. Az erdélyi ásványok ára felment, ezért az olcsóbban, könnyen beszerezhető madani példányok eladásából reméltek anyagi hasznot. Az ásványgyűjtők hamar felismerték a turpisságot, ám sajnos a madani ásványokon rajta maradt a bélyeg, hogy csupán az erdélyi ásványok pótlására szolgálnak. Mivel kevés formai és ásványtani változatosságot mutattak, és nagy tömegben voltak kaphatók (valamint kaphatók ma is), a gyűjtők nem becsülték őket kellően. Holott a madani talán a legszebb megjelenésű galenit DK-Európában, látványos kristálycsoportjai a nyugati gyűjteményekben is megbecsült helyet foglalnak el. Itt az ideje, hogy a madani galenitet és kísérő ásványait, a manganokalcitot (mangántartalmú kalcit), a klejofánt (alacsony vastartalmú szfalerit), a ferro-mangándolomitot (vas- és mangántartalmú dolomit) és a rodokrozitot a hazai gyűjtők is jobban megbecsüljék.

Irodalom

Buzatu, A. (2014): *Mineralogy and geochemistry of Baia Sprie polymetallic ore deposit (Romania).* Doctoral thesis, Alexandru Ioan Cuza University, Iaşi.

Buzatu, A., Damian, G., Dill, H. G., Buzgar, N. & Apopei, A. I. (2015): Mineralogy and geochemistry of sulphosalts from Baia Sprie ore deposit (Romania) – New bismuth minerals occurrence. *Ore Geology Reviews*, **65**, 132–147.

Cook, N. J. & Damian, G. (1997): New data on plumosite and other sulphosalt minerals from the Herja hydrothermal vein deposit, Baia Mare district, Romania. *Geologica Carpathica*, **48**, 387–399.

Damian, G. (2003): The genesis of the base metal ore deposit from Herja. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, **48/1**, 85–100.

Grancea, L., Bailly, L., Leroy, J., Banks, D., Macroux, E., Milési, J. P., Cuney, M., André, A. S., Dumitru, I. & Fabre, C. (2002): Fluid evolution in the Baia Mare epithermal gold/polymetallic district, Inner Carpathians, Romania. *Mineralium Deposita*, **37**, 630–647.

Petrussenko, S. (1991): Minerals of the Madan orefield, Bulgaria. *Mineralogical Record*, **22**, 439–445.

Plotinskaya, O. Y., Damian, F., Prokofiev, V. Y., Kovalenker, V. A. & Damian, G. (2009): Tellurides occurrences in the Baia Mare region, Romania. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, **4/2**, 89–100.

Réthy K. (2001): Nagybánya vidéke érctelepeinek ásványvilága. *Földtani Közlöny*, **131**, 397–413.

Udubaşa, G. (2002): Mineralogical regions: Romania. In: Szakáll, S. (ed.): *Minerals of the Carpathians*. Granit, Prague, 52–85.

Vassileva, R. D., Atanassova, R. & Bonev, I. K. (2009): A review of the morphological varieties of ore bodies in the Madan Pb-Zn deposits, Central Rhodopes, Bulgaria. *Geochemistry, Mineralogy and Petrology*, **47**, 31–49.

A galenit álalakjai

Lévai Zsolt, Miskolc
E-mail: pseudolzs@vipmail.hu

Az ólom-szulfid, vagyis a galenit leggyakrabban kocka, oktaéder, esetleg e két forma kombinációjaként fordul elő. Alkothat viszont más ásványok utáni álalakokat is. 26 féle ásvány utáni galenit álalakot találtam eddig a különféle irodalmakban és internetes adatbázisokban. Az alábbi lista tartalmazza, mely ásványok utáni galenit álalakokról van szó. Az ásvány neve után a zárójelben lévő szám azt jelzi, hogy hány lelőhelyről írták le eddig tudomásom szerint: anglesit (1), anhidrit (1), antimonit (3), aragonit (2), barit (4), bournonit (3), cerusszit (2), fluorit (1), hutchinsonit (1), kalcit (6), kalkopirit (3), kalkozin (1), kvarc (1), millerit (1), nagyágit (1), pillait (1), pirit (1), piromorfit (12), pirrhotin (12), semseyit (1), szfalerit (1), sztannin (1), teallit (1), tennantit (1), termésezüst (3) és tetraedrit (1).

Az egyik leggyakoribb a piromorfit hatszöges-oszlopos vagy hordó alakú kristályai utáni galenit álalak. 12 lelőhelyről írták le eddig ezt a pszeudomorfóza típust. A legismertebb, klasszikus előfordulás a Kautenbach-bányában, Bernkastel-Kues közelében Rajna-vidék-Pfalz német tartományban volt. E vidéken a bányászat első említése 1466-ból származik és követhető egészen 1950-ig. Az eredeti piromorfit hordó alakú kristályainak mérete elérte a 4 cm-t, de átlagban 1 cm körüliek voltak. Mikor még aktívan működtek a Kautenbach környéki bányák, nem voltak igazán ritkának mondhatók az innen előkerülő piromorfit utáni galenit pszeudomorfózák. Ezekre akkoriban a „Blaubleierz", „Grünbleierz", „Graubleierz", „Plumbein", „blue lead ore", „sexangulit" megnevezést is használták. Másik két lelőhelyen (Red Gill-bánya, Cumbria, Anglia, illetve Poullabatelér, Huelgoat, Bretagne, Franciaország) inkább a nyúlt oszlopos piromorfit utáni galenit álalakok fordultak elő, amik elérték az 5 cm-es kristályméretet, de nagy átlagban 2 cm körüliek voltak. Angliában a Wheal Hope közeli ércbányában (St. Agnes, Cornwall) is előfordultak hasonló habitusú, akár 3 cm hosszú, még vékonyabb oszlopokban megjelenő piromorfit utáni galeniteknek tartott álalakok, melyek 1790-1820 között kerültek elő. Ez utóbbiakról 1993-ban a helyi meddőhányókon talált mintákat vizsgálva kiderült, hogy nem is piromorfit, hanem mimetezit utáni álalakok. 2017-es kutatások kiderítették, hogy a galenit több esetben fluorapatittal keveredve alkotja a fent említett piromorfit, illetve mimetezit utáni pszeudomorfózákat. Megemlíthetők még lelőhelyként: Mercur-bánya, Bad Ems, Rajna-vidék-Pfalz; Himmelsfürst-bánya, Freiberg és Heilige Dreifaltigkeit-bánya, Zschupau, mindkettő Szászország. A Kárpát-medencében egy esetben írtak le ebből a típusú álalakból, mikor a galenit a piromorfit formáját veszi fel, mégpedig Rézbányáról (jelenleg Băița Bihor, Románia).

A másik gyakoribb álalaktípus a pirrhotin utáni galenit, ami szintén 12 lelőhelyről került leírásra. Klasszikus erdélyi lelőhelye Herzsabánya (jelenleg Mina Herja, Romá-

Galenit álalak pirrhotin után. Herzsabánya (Herja, Románia). Mérete: 13 x 10 cm. Lévai Zsolt gyűjteménye. Fotó: Berentés Ágnes.

Galenit álalak piromorfit után. Huelgoat, (Bretagne, Franciaország). Mérete: 4 x 3 cm. Herman Ottó Múzeum gyűjteménye. Fotó: Berentés Ágnes.

nia). Itt a legnagyobb pirrhotinrózsák utáni galenitek elérték a 8 cm-es méretet. Van amikor a galenit pirittel, markazittal, sziderittel, kalkopirittel, szfalerittel, arzenopirittel keveredve alkotja a pirrhotin lemezek utáni álalakokat, a felsorolt ásványokkal matematikailag tetszőleges variációban és arányban, illetve az eredeti pirrhotin is jelen lehet részlegesen. Ezen kívül három erdélyi lelőhelyen fordult még elő: Kisbánya (Chiuzbaia), Óradna (Rodna) és Turc (Turț). Magyarország mai területén még egy előfordulása van: Nagybörzsöny. Ez utóbbi, illetve az erdélyi lelőhelyek sem aktív bányaműveletek már, viszont néhány külföldi klasszikusnak számító ércbánya még jelenleg is termel, és ezekben időszakonként elő-előfordulhatnak pirrhotin utáni galenit álalakok: Stari Trg-bánya, Trepča, Koszovó; Nyikolajevsz-

kij-bánya, Dalnyegorszk, Oroszország; Naica-bánya, Chihuahua, Mexikó.

Antimonit utáni galenit álalakokról eddig három esetben találtam információt: Callenberg, Szászország, Németország; Lac Nicolet-bánya, Québec, Kanada és San Genaro-bánya, Huancavelica, Peru. Utóbbi lelőhelyen 2–3 cm-es kristályok is előfordultak, amelyek 2018 őszén jöttek elő.

Barit utáni galeniteket akár 3 cm-es rózsa alakú kristálycsoportokban említenek a laurioni bányavidékről, Görögországból. Baden-Württemberg német tartományból a Teufelsgrund fluoritbányából írtak le barit-kristályokat formázó galenit álalakokat. Freibergből, Szászországból is említenek galenit pszeudomorfózákat, amelyek vagy barit- vagy anhidrit-kristálycsoportok utániak. Fontos megemlíteni, hogy némely esetben könnyű összetéveszteni a táblás-lemezes barit és pirrhotin utáni galeniteket az ásvány ikerkristályaival, amelyek természetesen nem álalakok!

Termésezüst utáni galenit álalakok a következő lelőhelyeken kerültek elő eddig: Beriozava (Berioszova vagy Berjozovszkij?), Szverdlovszki terület, Oroszország és Los Lobos, Andalúzia, Spanyolország. Az orosz ércbányából akár 3,5 cm-es hajfonatszerű a megjelenése, míg a spanyol lelőhelyen sötétszürke, vázkristályszerű dendritek kvarcitban.

Bournonit utáni galenitet Kapnikbányáról már Tóth Mike is említ, illetve később mások is leírtak, de túl gyakori nem lehetett. Příbramból (Csehország) ez a típusú álalak akár 1,5 cm-es kristályokban is előkerült, bár ott sem túl gyakran.

Cerusszit utáni galenitet szintén Tóth Mike említ Kapnikbányáról (jelenleg Cavnic, Románia), illetve előfordul még a Rohdenhaus kőfejtőben, Észak-Rajna-Vesztfália német tartományban akár 5 mm-es kristályokban.

Álhatszöges kalkopirit ikerkristályok utáni galeniteket említenek a Soureza-bányából a laurioni bányászati körzetből, Görögországból, amelyek elérhetik a 4 mm-es kristályméretet.

Kalcit utáni galeniteket Tóth Mike említ Kapnikbányáról (Cavnic), illetve Óradnáról (Rodna), valamint mások a görög Laurionból is leírnak hasonlókat.

Akár 2,7 cm-es milleritkristályok utáni galenitet említenek a Deep Navigation-szénbányából, Walesből, illetve az Auguste-Victoria-szénbányából, Észak-Rajna-Vesztfáliából.

Néhány mm-es tűs pillait utáni galenit álalakok fordulnak elő ritkán a Buca della

Galenit álalak semseyit után. Herzsabánya (Herja, Románia). Képszélesség: 3 cm. Gyűjtemény és fotó: Alexandru Costin.

Vena-bányában, (Toszkána, Olaszország), ami egyben a pillait típuslelőhelye és egyetlen előfordulása is.

Semseyit utáni galenitet említ Herzsabányáról (jelenleg Mina Herja, Románia) Alexandru Costin nagybányai ásványgyűjtő akár 1,5 cm-es kristálycsoportokban, melyek 1970 körül jöttek elő.

Nagyágit utáni galenitet írtak le Nagyágról (jelenleg Săcărâmb, Románia), illetve némely esetben a galenit termésarannyal társulva alkotja ezeket a ritka álalakokat.

Galenit után 75 féle ásvány és esetenként több ásvány keveréke alkot álalakokat. Ezek a következők (az ásványnevek utáni számok azt mutatják, hogy eddig hány lelőhelyen sikerült rájuk bukkanni): akantit (3), altait (1), anglesit (23), anglesit + malachit (1), antimonit (1), arzenolit (1), bayldonit (1), beaverit (1), bornit (1), brochantit (1), cerusszit (32), cerusszit + anglesit (4), cerusszit + mimetezit (1), cotunnit (1), covellin (7), diaboleit (1), digenit (1), djurleit (1), dolomit (1), enargit + malachit (1), fluorit (1), goethit (4), goethit + piromorfit (1), gratonit (1), greenockit (1), hemimorfit (1), hemimorfit + smithsonit (1), hemimorfit + smithsonit + kalcit (1), heteromorfit (1), hidrocerusszit (3), kalcit (2), kalcit + cerusszit (1), kalkopirit (5), kalkozin (9), kariopilit (1), klórargirit (1), kvarc (10), kvarc + dugganit (2), kvarc + mínium (1), leadhillit (1), linarit (5), linarit + anglesit (1), linarit + anglesit + brochantit (1), linarit + anglesit + cerusszit (1), linarit + brochantit (2), linarit + cerusszit (1), linarit + cerusszit + malachit (1), linarit + fluorit (1), malachit (5), markazit (2), mas-

1,7 cm-es hidrocerusszit álalak galenit után. Rogerley bánya (Durham, Anglia). Forrás: mindat.org.

Piromorfit álalakok galenit után. Krandorf (Bajorország, Németország). Képszélesség: 1 cm. Forrás: mindat.org.

sicot (1), meneghinit (1), mimetezit (3), mimetezit + piromorfit (1), mínium (6), oxiplumboroméit (2), pirit (7), piromorfit (16), plattnerit (2), plumbogummit (2), robinsonit (1), samsonit (1), schapbachit (1), semseyit (1), siegenit (1), siegenit + kalkopirit (1), smithsonit (4), szeladonit (1), szfalerit (2), sziderit (1), tennantit (1), termésezüst (1), tetraedrit (1), tsumebit (1) és wulfenit (3).

Legtöbbször (32 esetben) a cerusszit galenit utáni pszeudomorfózáira akadtam a különféle irodalmakban és internetes adatbázisokban. Az Egyesült Államokbeli Mex-Tex-bányában, Új-Mexikó államban a legnagyobb kristályok elérték az 5 cm-t. Az Erlenbach-bányában, Belgiumban 2 cm körüli kristályokat is találtak ezekből az álalakokból. Jelentős lelőhelyek még: Ventura-bánya, Katalónia, Spanyolország; Blanchard-bánya, Új-Mexikó és Eureka-bánya, Kentucky, USA; Stodarts Hush és Haw Bank Level, Anglia; Britannic Merthyr Colliery, Wales; Midelt, Marokkó. Magyarországon három lelőhelyen fordult elő galenit utáni cerusszit: Nagybörzsöny, Rózsa-bányák fölötti hegyoldal; Pécs, Kozári vadászház melletti kőfejtő és Polgárdi, szár-hegyi kőfejtő. Ezen előfordulások közül Nagybörzsönyben elérték a 3 mm-t a cerusszitosodott galenitkristályok.

Anglesit szintén gyakran előfordulhat galenit után. 23 lelőhelyét találtam eddig. A legnagyobb anglesitesedett galenitkristályok elérték a 10 cm-t a Purisma-bányában (Chihuahua, Mexikó). Ezen a lelőhelyen esetenként cerusszit és anglesit keveréke alkotja a galenit utáni álalakokat. Az Egyesült Államokban, Új-Mexikó államban négy jelentős bánya található, ahol a galenit utáni anglesit pszeudomorfózák fellelhetők: a Blanchard-, a Desert Rose-, a Galena King- és a Mex-Tex-bánya. Ezekben 2–4 cm-es kristályok is előfordulnak. Az Ignacy-Hoym szénbányában, Lengyelországban visszaoldott galenit vázkristályok utáni anglesitek találhatók max. 3 mm-es méretben. Magyarországon két esetben találtak eddig anglesitesedett galeniteket: Telkibányán, a fehér-hegyi horpákban és a rudabányai vasércbányában.

Piromorfitosodott galenitkristályok akár 5 cm-es méretben fordulnak elő Szardínián, Olaszországban a S'Ortu Becciu-bányában, illetve a Wheatley-bányában (Pennsylvania, USA). Németországbeli jelentősebb előfordulások: Kautenbach- és Johanna-bánya, Rajna-vidék-Pfalz tartományban és Krandorf, Bajorországban. Magyarországon a recski Darnó-hegyről említik.

Galenit utáni kvarc fordul elő a Smallcleugh- és a Rogerly-bányában, Angliában. Előbbiben akár 2 cm-es, míg az utóbbiban 7 mm körüli hexaéderes kristályokban. Több lelőhelye van még ennek a típusú álalaknak, de viszonylag ritka, ahhoz képest, hogy két gyakori ásványról van szó. Galenit utáni sejteskvarcok is elő-előkerülnek, azok lenyomatait őrizve.

A kalkozin galenit utáni álalakjait régebben „harrisit" megnevezéssel is illették. Ennek két legjelentősebb előfordulása a Tsumeb-bánya (Namíbia), ahol a legnagyobb kristályok elérték a 2,6 cm-t, és Wheal Falmouth, Cornwallban, Angliában, ahol 1,5 cm-es méretet regisztráltak. A pirit is viszonylag gyakran veszi fel a galenit formáját álalakként a Buick-, a Sweetwater- és a West Fork-bányákban, Missouriban. Mindháromban akár több cm-es kristályméretet is elérhetnek. Telkibányán a Gordon-bérci ércesedésben mm körüli kristályokban írták le. Az olkuszi ólombányákban, Lengyelországban akár 3 cm-es galenitkristályok utáni markazitok fordulnak elő, illetve a Sweetwater-bányában (Missouri, USA) 2,4 cm-esek.

Linarit és anglesit álalak galenit után. Blanchard Claims (Bingham, Új-Mexikó, USA). Mérete: 4,5 cm. Forrás: mindat.org.

Az Új-Mexikói Blanchard- és Mex-Tex-bányákban a galenit utáni linarit álalakok elérhetik a 4 cm-t. Sokszor több ásvány keveréke alkotja ezeket a pszeudomorfózákat. Ezek lehetnek a linarittal együtt: anglesit, cerusszit, brochantit, malachit és ritkán fluorit. Ezen keverékek eddig hétféle variációban fordultak elő, amelyeket a fenti felsorolásban tekinthetünk át.

A galenit utáni kalkopiritekről eddig négy jelentősebb lelőhelyet találtam: Szeptember 9.-bánya, Madan, Bulgária (1,5 cm), Sweetwater-bánya, Missouri, USA (1,5 cm), Huaron-bánya, Peru (1,1 cm) és Bolcana-bánya, Déva, Románia (2,5 cm). Van amikor a smithsonit alkot álalakokat galenit után: Oronogo-bánya, Missouri (4 cm), Mineral Point-rézbányák, Wisconsin, USA és Singing River-bánya, Anglia (1 cm). A siegenit néha egymagában, néha kalkopirittel keveredve alkot pszeudomorfózákat galenit után három Missouri állambeli érctelepben, akár 1,8 cm-es méretben: West Fork-, Sweetwater- és Buick-bányák. Nagyágról (jelenleg Săcărâmb, Románia) galenit utáni szfaleritet említenek. Óradnáról (Rodna, Románia) a semseyit galenit utáni álalakjait írták le.

A legnagyobb galenitkristályok utáni malachitok elérték az 1,5 cm-t a Tsumeb-bányában, Namíbiában. Ezen a lelőhelyen előfordultak tennantitok (3,5 cm), valamint enargit és malachit keverékéből álló galenit utáni pszeudomorfózák is (3 cm). 2 mm körüli kristályokban került elő a hidrocerusszit galenit után álalakjai a No. 09-bányából (Laurion, Görögország), és hasonló, de 1,5 cm-es kristályokban a Rogerly-bányából, Angliából. 3 mm-es galenit vázkristályok utáni klórargiritet regisztráltak a Proprietary-bányából (Broken Hill, Új-Dél-Wales, Ausztrália). Galenit utáni bayldonit került elő a Brandy Gill-bányából, Angliából 3 mm-es kristályokban. A ritka kariopilit alkot álalakot galenit után a Harstigen-bányában, Svédországban 2 mm-es kristályméretben. Mindössze 0,1 mm-esek a galenit utáni greenockitok a Huron River uránelőfordulásban (Michigan, USA). Az Organ-hegységben, Új-Mexikóban fordulnak elő az akár cm-es kristályokat alkotó galenit utáni altaitok. A djurleit is alkothat álalakokat galenit után akár 1,3 cm-es kristályokban az Osarizawa-bányában, Honshu-szigetén, Japánban. Galenit utáni samsonitot írtak le cm-es kristályokban Příbramból (Csehország).

Kezdben a múlt

Szavazz az Év „ősványára”!

A Magyarhoni Földtani Társulat által útjára bocsátott program kisebb évfordulóhoz érkezett. Idén 5. alkalommal választhatja ki a nagyközönség, mely földtani érdekességet szeretné jobban megismerni. Ezt az évfordulót a korábbi nyertesek felidézésével és kis meglepetésekkel ünnepeljük majd 2020-ban. Tartsatok velünk!

2019. augusztus 23-án újra indul a kampány az **Év ásványa** és az **Év ősmaradványa** cím elnyeréséért. Segíts eldönteni melyik ásvány és ősmaradvány legyen a földtani ismeretterjesztés középpontjában 2020-ban!

Szavazni lehet a honlapon: www.evasvanya.hu, facebook oldalon: Év ásványa, illetve Év ősmaradványa, vagy személyesen rendezvényeken, múzeumokban 2019. október 15-ig. A nyertest 2019. november első felében, a Földtudományos Forgatagon fogjuk kihirdetni.

Az Év „ősványa” csapata

Jelöltek az „Év ásványa 2020” címre

Apatit
Csalóka, de nélkülözhetetlen tartóelemünk

- vízmentes foszfát csoport:
$\mathbf{A}_3(\mathbf{X}O_4)_3(F,Cl,OH)$; ahol **A** = Ba, Ca, Ce, K, Na, Pb, Sr, Y; **X** = As, P, V
- hexagonális rendszerben kristályosodik,
- a Mohs-féle keménységi skála referenciaásványa (5-ös keménység).

Nevét a görög „apatao” (megcsal, megtéveszt) kifejezés után kapta, utalva arra, hogy könnyen összetéveszthető más ásványokkal, pl. a *berill*-lel.

Csontjaink és a fogzománc fontos alkotóeleme, ezért kell nagy figyelmet fordítanunk táplálkozásunk során a megfelelő foszfor- és fluoridbevitelre.

Az élettelen környezetben is gyakori ásvány: átlátszó, áttetsző, színtelen – vagy sárgásra, zöldre, kékre, barnára színezett –

Apatit, Imilchil, Marokkó. Mérete: 8 x 5mm.
Gyűjtemény és fotó: Kupi László.

kristályai sokféle kőzetben előfordulnak, de általában csak igen kis mennyiségben („mellékes elegyrészként”). Kristályainak termete a képződési hőmérséklet függvényében változik. Kristálylapjainak felülete üvegfényű, törési felületen zsírfényű. Ultraibolya fényben általában fluoreszkál.

A madár- és denevérürülék felhalmozódásával keletkezett guanó fő alkotó ásványa. A foszfort – amelynek az apatit a legfontosabb ásványa – főként műtrágya- és mosószer-gyártásra használjuk.

Barit

A galenit után egy újabb „fajsúlyos” pályázó

- bárium-szulfát ($BaSO_4$),
- rombos rendszerben kristályosodik,
- a Mohs-skálán a keménysége 3–3,5.

A gyakori ásványok közé tartozik. Szép, többnyire táblás, olykor nyúlt oszlopos kristályait az ásványgyűjtők nagy becsben tartják, nagy tömegű előfordulásai viszont a bányászok számára kedvesek. Ipari nyersanyagként részben azt a feltűnő sajátságát aknázzák ki, amely egyik határozó bélyege is, tudniillik nemfémes külleme dacára szembetűnően nehéz, azaz nagy a sűrűsége: kb. 4,5 g/cm^3. Innen ered a neve is: *barisz* görögül nehezet jelent. A német bányásznévből magyarított súlypát név pedig másik jellegzetes tulajdonságára, három irányú (bár eltérő minőségű) hasadására is utal. A tiszta bárium-szulfát fehér (festékként baritfehér néven ismert), viszont a barit ásvány üvegfényű kristályai sárgás, barnás, kékes vagy vöröses színűek, néha zárványoktól színezettek.

Az iparban leginkább fúróiszap nehezítésére, emellett bárium kinyerésére, festékek, műanyag- és gumiáruk töltő- és nehezítőanyagaként, illetve sugárzáselnyelő adalékként alkalmazzák.

Barit, kvarc, Gyöngyösoroszi. Mérete: 64 x 31 mm. Szabó Dávid gyűjteménye. Fotó: Kupi László.

A Kárpát-medencében híres előfordulásai voltak a Gutinban és a Szepes-Gömöri-érchegységben. A mai Magyarországon gyakori a Budai-hegységben, szép kristályai fordultak elő Gyöngyösoroszin, a Velencei-hegységben pedig pár évig bányászták is.

Turmalin

A sokszínű drágakő, üledékek életútjának krónikása

- boroszilikát ásványcsoport, általános képlete: $\mathbf{XY}_3\mathbf{Z}_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH,F,O)_4$ (ahol **X** = Ca, K, Na, []; **Y** = Al, Cr^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+},

Li, Mg, Mn^{2+}, V^{3+}; **Z** = Al, Cr^{3+}, Fe^{3+}, Mg, V^{3+} lehet),
- trigonális rendszerben kristályosodik,
- a Mohs-skálán a keménysége: 7-es (az üveget karcolja).

Neve a „turmali" szingaléz szóból ered, ezt a megjelölést használták Ceylon (a mai Srí Lanka) szigetén a színes drágakövekre.

Bonyolult szerkezeti felépítése miatt egyes kristályaiban változatos helyettesítések alakulhatnak ki (lásd a képletét), akár egy egyeden belül is, ami főként színváltozatok formájában szembetűnő. Rendszertanilag a turmalin egy ásványcsoportot jelöl, melynek jelenleg több, mint 30 tagját ismerjük. Ezek közül a három leggyakoribb a **sörl** (vasturmalin), a **drávit** (magnéziumturmalin) és az **elbait** (alkáli turmalin). A turmalinnak számos színváltozata létezik, pl. a színtelen **akroit**, a kék **indigolit**, a vörös **rubellit**, vagy a zöldes színű **verdelit**. Többszínű kristályai közül keresettek a zöld-vörös („dinnyeturmalin") és vörös-fekete („mórfej") változatok. Piezo- és piroelektromos tulajdonsága hozzájárul különlegességéhez.

Turmalin (liddicoatit), lepidolit, Fianarantsoa, Madagaszkár. Mérete: 32 x 17 mm. Gyűjtemény és fotó: Kupi László.

Kristályai nyúltak, oszloposak, hosszanti irányban erősen rostozottak (néha görbült, „hengeres" felületűek). Főképp gránitokban, valamint a hozzá kapcsolódó társulásokban fordul elő (pegmatitoktól a kontakt zónákig). Metamorf kőzetekben (pl. gneiszben, granulitban) is megjelenik. Keménysége és kémiai ellenállóképessége miatt a homokok, homokkövek, torlatok jellegzetes, a lepusztulási területről fontos információkat hordozó nehézásványa.

Jelöltek az „Év ősmaradványa 2020" címre

Gyapjas orrszarvú (*Coelodonta antiquitatis*)

A jégkori megafauna jellegzetes tagja volt, tudományos nevét a fogairól kapta: a coelodonta szó jelentése latinul „lyukas fogú". Főleg fűfélékkel táplálkozott.

A pleisztocénben fejlődött ki Ázsiában, első bevándorlása Európába nagyjából 400–500 ezer évvel ezelőttre tehető. Igazán gyakorivá azonban csak a jégkor utolsó szakaszában, az utolsó 150 ezer évben vált, Magyarországról közel 200 lelőhelyről kerültek elő a maradványai.

A hideg, sztyeppi körülményekhez alkalmazkodott, vastag szőrbundát viselt. Test-

Gyapjas orrszarvú - *Coelodonta antiquitatis*: Tisza-meder, felső-pleisztocén. Mérete: 78 x 33 x 25 cm. Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) gyűjteménye. Fotó: Gasparik Mihály.

hossza meghaladhatta a 3,5 métert, súlya a 2,5 tonnát. Fején egy hosszú elülső és egy rövid hátulsó szarutülköt viselt, ezek tapadási helye jól látszik a koponyán, erősen rücskös csontfelület formájában.

A faj végzetét a pleisztocén végi környezetváltozás, a klíma felmelegedése és a növényzet nagymértékű megváltozása okozta. Nagytömegű kihalásuk 17–14 ezer évvel ezelőttre tehető, néhány kutató szerint azonban az utolsó populációk egyes területeken néhány ezer évvel tovább is fennmaradhattak.

Megalodon [*Otodus* (*Megaselachus*) *megalodon*]

Az óriásfogú őscápát szinte mindenki csak megalodonként emlegeti, a szó jelentése latinul „nagy fog” vagy „óriás fog”. Több tudományos vitának is tárgya, a rendszertani hovatartozása, és a kihalása is vitatott. Előbbit jól jelzi, hogy régebben nevezték *Carcharodon, Procarcharodon* és *Carcharocles megalodon*-nak is. Jelenlegi tudásunk szerint nem a ma élő fehér cápa rokona, hanem a heringcápa alakúak közé tartozik.

Minden idők leghatalmasabb halaként testhossza elérhette a 18 métert. Korának tengeri csúcsragadozója volt, fő táplálékát emlősök: kisebb termetű bálnák, delfinek, tengeri tehenek, fókák képezték.

Legkorábbi leleteit a miocénből, kb. 16 millió éves kőzetekből ismerjük, kihalása pedig a pliocén végére, kb. 2,6 millió évvel ezelőttre tehető. Kihalása egyik fő okának a kezdődő jégkorral beköszöntő globális lehűlést, egyben a világtengerek vizének lehűlését tartják.

Magyarországon nagyjából egy tucatnyi lelőhelyről ismerjük leleteit.

Óriásfogú őscápa - *Otodus (Megaselachus) megalodon*: Szentmargitbánya (ma Sankt Margarethen, Ausztria), középső-miocén. A fog mérete: 13,5 x 11 cm. MTM gyűjteménye. Fotó: Gasparik Mihály.

Tengeri liliom (*Crinoidea*)

A tengeri liliomok vagy krinoideák a tüskésbőrűek közé tartoznak, hasonlóan a tengeri sünhöz, a tengeri uborkához és a tengeri csillaghoz. Ötsugaras szimmetriába rendeződő, egy központi kehelyhez kapcsolódó karjaik, és hogy a legtöbbjük nyéllel rögzül, olyan benyomást kelt, mintha valami különös virágok lennének a tengeraljzaton.

Mai képviselőik mélytengeriek, kivéve a szabadon úszó „toll csillagok”-at. Annak ellenére, hogy a ma élő tengeri liliomok csak kevés figyelmet kapnak, ez a mintegy 480–470 millió éve, a kora-ordovíciumban megjelent csoport a paleozoikum és a mezozoikum egyik fő karbonáttermelő szervezete volt. Élethelyzetben „dús kertek”-et alkottak az egykori sekélytengeri környezetekben. Elhalásuk után mészanyagú vázuk és nyéltagjaik szétestek, és a korallhomokhoz hasonlóan borították a selfeket. Ebből az üledékből képződött az ún. krinoideás mészkő, ami nagyon gyakori mezozoikumi kőzet a Dunántúli-középhegységben is.

Tengeri liliom (crinoidea) - *Pentacrinus subangularis*: Holzmaden (Németország), alsó-jura. Mérete: 25 x 11,5 cm. MTM gyűjteménye. Fotó: Gasparik Mihály.

15. PÉCSI ÁSVÁNY- ÉS ÉKSZERBÖRZE

A CISZTERCI REND NAGY LAJOS GIMNÁZIUMÁBAN

PÉCS, SZÉCHENYI TÉR 11.

2019. SZEPT. 21. 10-18 h, SZEPT. 22. 10-17 h

ÁSVÁNYOK, KŐZETEK, ÉKKÖVEK, ÉKSZEREK, ŐSMARADVÁNYOK VÁSÁRA

fluorit - fotó: Tóth László

BARLANGI TÖRTÉNETEK 3D-BEN

BARLANGOK AUSZTRÁLIÁTÓL, SZLOVÉNIÁIG

2019. SZEPT. 21-ÉN 11, 12, 14 ÉS 15 ÓRAKOR

SZEPT. 22-ÉN 11, 12 ÉS 14 ÓRAKOR

info: 30-267-7650, azurite57@gmail.com

INKA

BIZSU, AJÁNDÉK, LAKÁSDÍSZ, FÉLDRÁGAKŐ NAGYKERESKEDÉS

- FÉLDRÁGAKÖVEK
  AZ ORSZÁGBAN A LEGNAGYOBB VÁLASZTÉK A LEGJOBB ÁRON!
- NYAKLÁNCOK, BIZSUK
- DOBCSISZOLATOK
- KÜLÖNBÖZŐ ALAKÚ CSISZOLT KÖVEK
- FAZETTÁLT, FORMÁZOTT ALKATRÉSZLÁNCOK
- SZAPPANKŐ FIGURÁK
- FÉLDRÁGAKŐ FARAGVÁNYOK
- KÜLÖNBÖZŐ DÍSZTÁRGYAK KŐBŐL
- MASZÍROZÓK
- SÁVOS ÉS EGYEDI KEDVEZMÉNYEK
- FOLYAMATOS AKCIÓK!

Budapest, IX. ker.,
Soroksári út 164.
T.: 1/21-66-187
M.: 30/96-55-229

www.inkashop.hu

9 772060 212198 19002

ALKIMISTÁK!

NE KERESSETEK, NE KUTASSATOK TOVÁBB!

TERMÉSZETES ARANYRÖGÖK, FOLYAMI MOSOTT ARANY
A VILÁG MINDEN RÉSZÉRŐL.

LELŐHELYEK:
ÁCS (DUNA), VERESPATAK,
NAGYÁG, MALI, ETIÓPIA,

OROSZORSZÁG, AUSZTRÁLIA,
BULGÁRIA, CSEHORSZÁG,
KOLUMBIA, VENEZUELA, DOMINIKA

További információ:
06 20 932 6214, 06 1 3312 576

KINCSVADÁSZAT, KINCSMOSÁS

AVAGY JÁTSZVA ISMERKEDÉS A TERMÉSZET 3. BIRODALMÁVAL, AZ ÁSVÁNYOK, KŐZETEK, KÖVÜLETEK CSODÁLATOS VILÁGÁVAL.

SZÍVESEN MEGYÜNK RENDEZVÉNYEKRE, ÓVODÁBA, ISKOLÁBA.

Információ:
Stone-gem Kft.
1051 Bp. Arany J. u. 16.
06 1 269 4040, 06 1 332 9955
06 20 378 0419
e-mail:koorszag@koorszag.hu