

FOLYADÉK—GÁZ ZÁRVÁNYOK ÉS AZ ÉRCESÉDÉS KAPCSOLATA A BORZSONY HEGYSÉG KOZPONTI RÉSZÉN

VEŐNÉ ÁKOS ÉVA

A Borzsony hegység bádemen andezit—dácit összletében több, mint 10 éve folyó nemes- és színesércutatás során végzett földtani és geofizikai munkák eredményei lehetővé tették a terület ercesedésének pontosabb ismeretét Ennek alapján vázolta BALLA Z, CSILLAGNÉ TEPLANSZKY E és CSONGRÁDI J a Központi terület genetikai modelljét (in BALLA Z et al 1979) Véleményük szerint az ercesedés fokozatos hőmérsékletcsökkenéssel többfázisú Az egymás után következő, egyre alacsonyabb hőmérsékletű három fázis a következő *Első fázis* propilitesedett kőzetben piritot vagy magnetit, kalkopirit és szfalerit *Második fázis* hidromuszkovitosodott, karbonatosodott kőzetben pirit, arzenopirit, B₁ ásványok, különböző szulfo-sók és terméssarany *Harmadik fázis* illitesedett, karbonatosodott kőzetben kvarc, galenit, különféle ezüstásványok, szfalerit és kalkopirit

A különböző fázisok termékeinek aránya-és helyzete, valamint azok anyagi elváltozása vízszintes és függőleges metamorfikus zonációban tukrózódik A vízszintes zonációt egy központi biotitos zóna — amelyhez a hintett-eres rézercsedés kapcsolódik — és egy ezt korulvevő agyagásványos — karbonátos — piritos zóna képezi A függőleges zonációt a biotitos — kalkopiritos zóna felfelé, az agyagásványos karbonátos — piritos zóna lefelé való kielődése adja

A Központi terület három megkutatott lelőhelyére a kuruc-pataki, banya-pusztai és a rózsá-hegyi lelőhelyre (1 ábra) szorítóköző folyadék — gáz zárványvizsgálatok az ercesedés körülményeinek alaposabb megismerését és az előbbiekben vázolt genetikai modell ellenőrzését, további pontosítását célozták

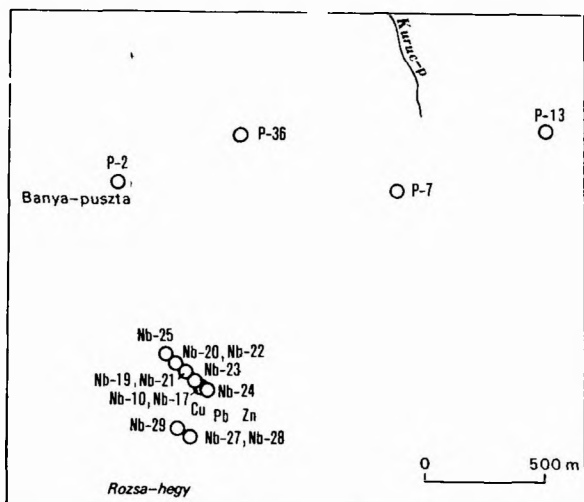
A folyadék — gáz zárványvizsgálatok körülményeinek és alkalmazott fajtáinak ismertetése

A kuruc-pataki, banya-pusztai és rózsá-hegyi területen (1 ábra) mélyített fúrások és feltárások az ép és bontott kőzettípusokból álló andezit- vagy dácit-összletben különböző ércásványok mellett sok esetben harántoltak 1—100 mm széles kalcit- és kvarckristályokkal kitöltött teléreket, ereket, uregeket. A kvarcból és kalcitból 0,5—1,5 mm vastag, mindkét oldalon polírozott preparátumok készültek, melyekből polarizációs mikroszkóppal válogattuk ki a zárványtartalmúakat A mintáknak csak kb 50%-a tartalmazott folyadék — gáz fázisú zárványt Ennek oka lehet a zárványok ritkasága, a preparátum metszési irányának kedvezőtlen megválasztása, vagy az ásványok 100 °C körüli hőmérsékleten való keletkezése

Ha a preparátumok tartalmaztak folyadék — gáz zárványokat, úgy azokat termometriás, illetve kriosztopiás mérésnek vetettük alá

A termometriás mérések „Mikroheitzisch Boettus” fűthető mikroszkóppal történtek. A műszer mérési tartománya 0–360 °C. Maximális nagyítása 100×-os, így a 10 μm alatti uregek már alig láthatók, a homogenizációs hőmérséklet nem mérhető. Nehány 10 μm-nél kisebb méretű zárvány homogenizációs hőmérsékletet és krioszkópiai tulajdonságait az ELTE Ásványtani Tanszéken GATTER I. geológus mérte. „Amplival pol u” mikroszkópra szerelt Chauxmeca mikroszkópasztallal. A kiértekezéshez felhasznált mellékletek száma 544.

A homogenizációs hőmérsékletmérés alapja az a feltételezés, hogy a kristályosodó ásványban létrejövő uregeket teljes egészében az anyalúg tölti ki. A hőmérséklet csökke-



I. abra Zárványvizsgálata alkalmas kalcit- és kvarckristályokat szolgáltató fúrások

Fig. 1 Lay-out of boreholes yielding samples with calcite and quartz crystals with examinable inclusions

nésekor — a már kivált ásvány és az anyalúg zsugorodási együtthatói közötti különbség következtében — az anyalúgból származó, gazzal vagy gozzal kitöltött tér keletkezik (E. ROEDDER 1972). Melegítés hatására a folyadékfázist képező anyalúg annyira kiterjed, hogy ismét teljesen kitölti az ureget. Az a hőmérséklet, amelyen eltűnik a gázfázis — a zárvány homogenizációs hőmérséklete, vagyis az a minimális hőmérséklet, amelyen az illető ásvány keletkezett.

A krioszkópiás mérések az anyalúg összetételéről, koncentrációjáról adnak információt.

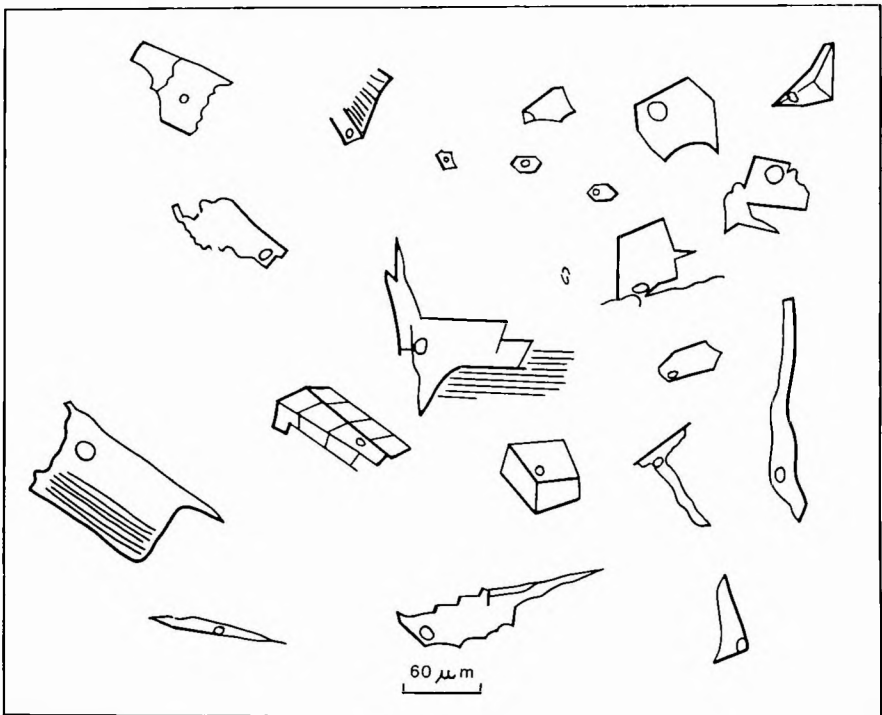
Az ásványképző oldatok különböző oldott sókat tartalmaznak, legtöbbször NaCl-ot. Az ásvány sókoncentrációja az olvadáspont ismeretében kísérleti úton készült diagramból olvasható le.

A vizsgált folyadék—gáz zárványok általános jellemzése

A kalcit- és kvarckristályokban levő folyadék—gáz fázisú zárványok keletkezésüket tekintve lehetnek elsődlegesek és másodlagosak. Az elsődlegesek az ásvány keletkezésekor, a másodlagosak a már kikristályosodott ásvány repedéseiben cirkuláló oldatokból keletkeztek. Míg az elsődlegesek általában magasabb homogenizációs hőmérsékletűek, a másodlagosak 100 °C körül keletkeztek. Elkülönítésük nem mindig egyértelmű.

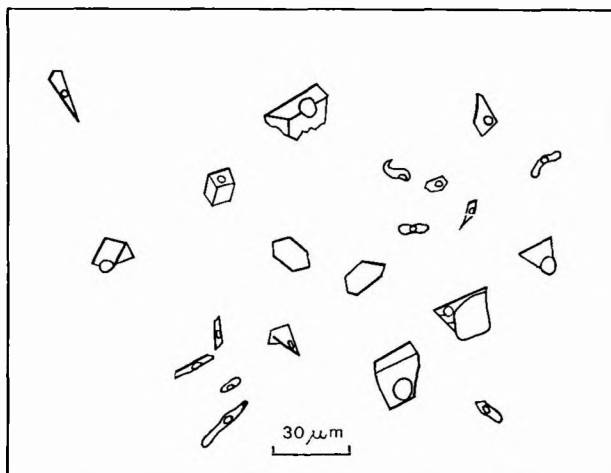
Az összefogazódó kalcitkristályokban levő zárványok változó alakúak, méretűek, 5—500 μm -esek. Alakjuk zomok hosszan elnyúlt, csatornaszerű, ritkán negatív kristály. Sokszor a romboéder 1-1 lapja képezi az ureg oldalait (2 ábra). Az apró összefogazódó kvarckristályokban sok kis méretű zárvány figyelhető meg. A zárványok többnyire negatív kristály formájúak, méretük max 15 μm -nyi (3 ábra).

A kvarckristályokban két- és háromfázisú zárványok láthatók. A három fázis lehet szilárd, folyadék és gáz halmazállapotú, esetleg vizesoldatból, valamint folyékony és gázfázisú CO_2 -ből állhat. A kis méret miatt a fázisok elkülönítése nem mindig egyértelmű. A mért homogenizációs hőmérsékleteket diagramon ábrázoltuk 5 °C-os pontossággal.



2 ábra Folyadék-gáz zárványok különböző formái kalcitban
Rózsa-hegyi terület

Fig 2 Fluid-gas inclusions in calcite Rózsa-hegy area



3 ábra Folyadék-gáz zárványok különböző formái kvarcban Kuruc-pataki terület

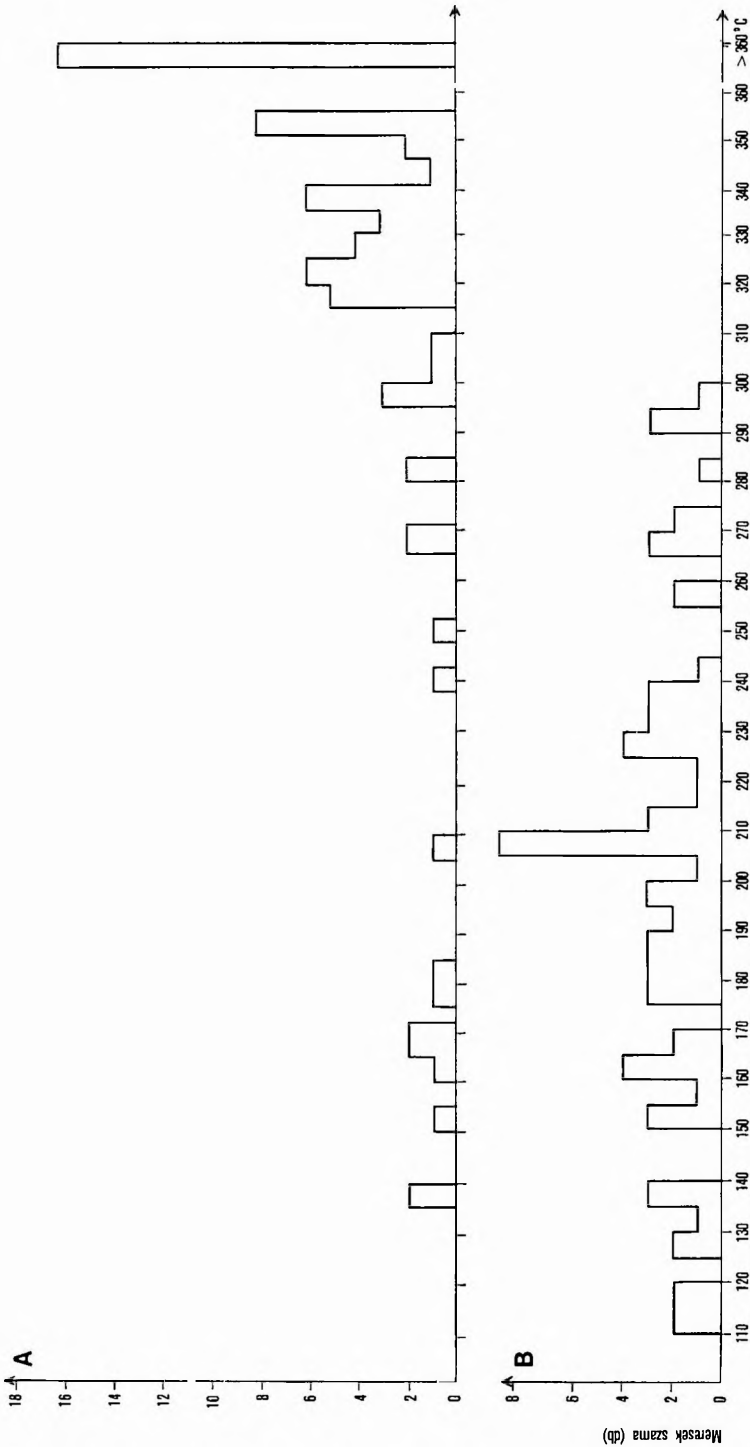
Fig 3 Fluid-gas inclusions in quartz Kuruc-patak area

A termometriás adatok ismertetése és értékelése

A kuruc-pataki területről vizsgált minták a 6 táróból, a P-7 és P-13 sz fúrásból származnak. A mérések két kalcitminta kivételével kvarckristályokra vonatkoznak. Zárványaik folyadék- és gázfázisúak, kis méretűek ($5-15 \mu\text{m}$), alakjuk sokszor negatív kristály vagy nyúlt csatorna. A zárványok kitöltési foka $80-90\%$ ($F = \frac{V_1}{V}$, ahol V_1 a folyadékfázis térfogata, V a zárványt tartalmazó ureg térfogata).

A homogenizációs hőmérsékletet feltüntető grafikon (4 ábra A) jól mutatja, hogy az ásványok többsége 310°C , illetve 360°C felett keletkezhetett. Ugyanakkor a kalcitkristályokban mért homogenizációs hőmérséklet $180-210^\circ\text{C}$. Jól elkülönül tehát a kalcittal és kvarccal jellemzett kristályosodási fázis. Valószínű, hogy a kvarc is két kristályosodási fázist, egy alacsonyabb és egy magasabb hőmérsékletűt jelez.

A bánya-pusztai területről vizsgált minták a P-2 sz és a P-36 sz fúrásból származnak, kizárólag kalcitkristályok. A zárványok negatív kristályokban, romboéderekben, nyúlt csatornáknak és szabálytalan alakú uregekben helyezkednek el. Méretük $15-500 \mu\text{m}$ között változik. A zárványok között feltehetően elsődleges és másodlagos eredetűek is vannak, elkülönítésük azonban bizonytalan. Kizárólag folyadék- és gázfázist tartalmaznak, szilárd fázist nem. A gázfázis az uregeknek $10-20\%$ -át foglalja el, így a kitöltési fok (F) itt is $80-90\%$. A mért homogenizációs hőmérsékleteket a 4 ábra B diagramja mutatja. Az adatok $110-300^\circ\text{C}$ közöttiek. Az ásványok kiválása tehát 300°C alatt történt. A mérések szerint $205-210^\circ\text{C}$ -nál valószínűsíthető a minimális keletkezési hőmérséklet. A folyadékfázis sőtartalmát nem ismerjük, de a kuruc-pataki területhez hasonlóan a szilárd fázis hiánya itt is alacsony sőtartalmú oldatra utal.



4 ábra Homogenizációs hőmérsékletek

A kvarokrystallokból, kuruc-pataki terület, B kalcitokrystallokból, bányapuszta terület

Fig. 4 Homogenization temperatures

A in quartz crystals, Kuruc-patak area, B in calcite crystals, Bányapuszta area

A rózsá-hegyi területről származik a legtöbb mérési adat. A nagyborzsonyi fúrások közül az Nb-17, -19, -21, -22, -23, -24, -25, -27 és -29 számúakból, valamint a Ludmilla-táróból származó kristályok tartalmaztak mérésre alkalmas zárványokat. A zárványok általában kalcitban, de az Nb-22, -25, -27 fúrásból, valamint a Ludmilla-táróból származó minták kvarckristályokban, az Nb-29 sz. fúrásból származók pedig kalcit- és kvarckristályokban helyezkednek el. A kalcit és a kvarc kristályosodása a mikroszkópos vizsgálatok alapján gyakran nem egy időben történt. Ilyenkor a kalciterek harántolják a kvarcereket, vagyis azoknál biztosan fiatalabbak. A kalcitkristályokban előforduló zárványok mindig folyadék- és gázfázisúak. Méretük 5—500 μm között változik. Többnyire negatív kristályokban vagy teljesen szabálytalan alakú uregben helyezkednek el. Az ureg kitöltési foka rendszerint elég nagy, 80—90%. Ennek megfelelően a gázfázis általában csak 10—20%, de egyes esetekben a 40%-ot is eléri. Szilárd fázis — feltételezhetően kőso — jelenléte csak a kvarckristályokra jellemző.

Az 5. ábrán feltüntetett homogenizációs hőmérséklet-értékekből a vastag vonallal jelöltek kalcitkristályokból származnak. A diagramon jól elkülönül a három fő hidrotermális hőmérséklet-intervallum: $> 260^\circ\text{C}$, $235\text{—}190^\circ\text{C}$, $< 160^\circ\text{C}$. Jellemző, hogy 300°C felett csak jelentéktelen mennyiségű zárvány homogenizálódott.

A kvarckristályok zárványai általában két-, ritkán háromfázisúak.

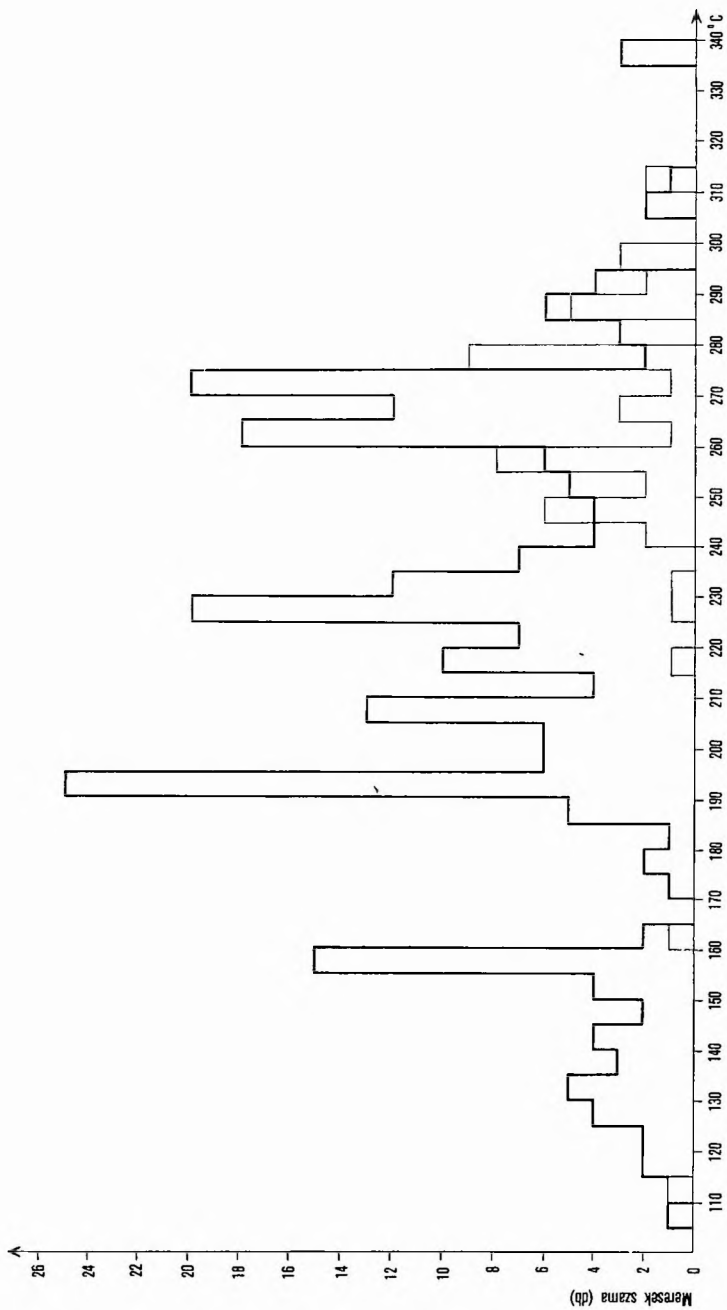
Az utóbbi esetben a kis méret miatt (5—30 μm) csak valószínűsíthető a szilárd NaCl. A kétfázisú zárványokban a folyadékfázis dominál. Elsődleges és másodlagos zárványok gyakorlatilag nem különíthetők el. A homogenizációs hőmérsékletadatokat ábrázoló diagramon (5. ábra vékony vonala) egy $240\text{—}300^\circ\text{C}$ -ig tartó fő hőmérséklet-intervallum különül el.

A rózsá-hegyi terület kalcit- és kvarckristályokban mért homogenizációs hőmérséklet-összesített diagramján (6. ábra) jól látható, hogy a kvarckristályoknál mutatózó $240\text{—}300^\circ\text{C}$ -os fő kristályosodási intervallum magába foglalja a kalcitnál észlelt magasabb hőmérsékleti intervallumot ($260\text{—}275^\circ\text{C}$). Ez tukrozódik a kvarc- és kalcitkristályok helyenként mutatózó összefogódásában is. A Borzsony hegység központi részén lejátszódott ércesedés hőmérsékleti viszonyairól a kuruc-pataki, bánya-pusztai és rózsá-hegyi homogenizációs hőmérséklet-összesítő diagramja ad képet (7. ábra).

Valószínű, hogy a különböző részterületek ércesedése ugyanazon utóvulkáni folyamatok eredménye. A maximális hőmérsékletet jelző intervallumok minimális eltolódása a mérések különböző számának is tulajdonítható.

A kuruc-pataki területen a homogenizációs hőmérséklet-összesítő diagramján a kis száma sem teszi lehetővé a másik két területtel való párhuzamosítást. A mérések itt túlnyomórészt a 300°C feletti hőmérséklet-intervallumot jelzik, és mivel a minták homogenizációs hőmérséklete meghaladja a műszer mérési tartományát, feltételezhető egy magasabb hőmérsékletű katatermális vagy pneumatolitos ásványképződés is.

A bánya-pusztai és rózsá-hegyi leggyakoribb homogenizációs hőmérséklet-összesítő diagramja gyakorlatilag azonosak. Az előbbi területről jóval kevesebb mérési adat áll rendelkezésre, de a grafikonokon az oszlopok területének hasonló aránya is bizonyító erejű. Ennek alapján a kuruc-pataki területre egy magas, 360°C feletti, illetve $315\text{—}350^\circ\text{C}$ -os, a bánya-pusztai és rózsá-hegyi területre $> 260^\circ\text{C}$ -os, egy $190\text{—}235^\circ\text{C}$ -os és egy $< 160^\circ\text{C}$ -os hőmérséklet-intervallum jellemző.

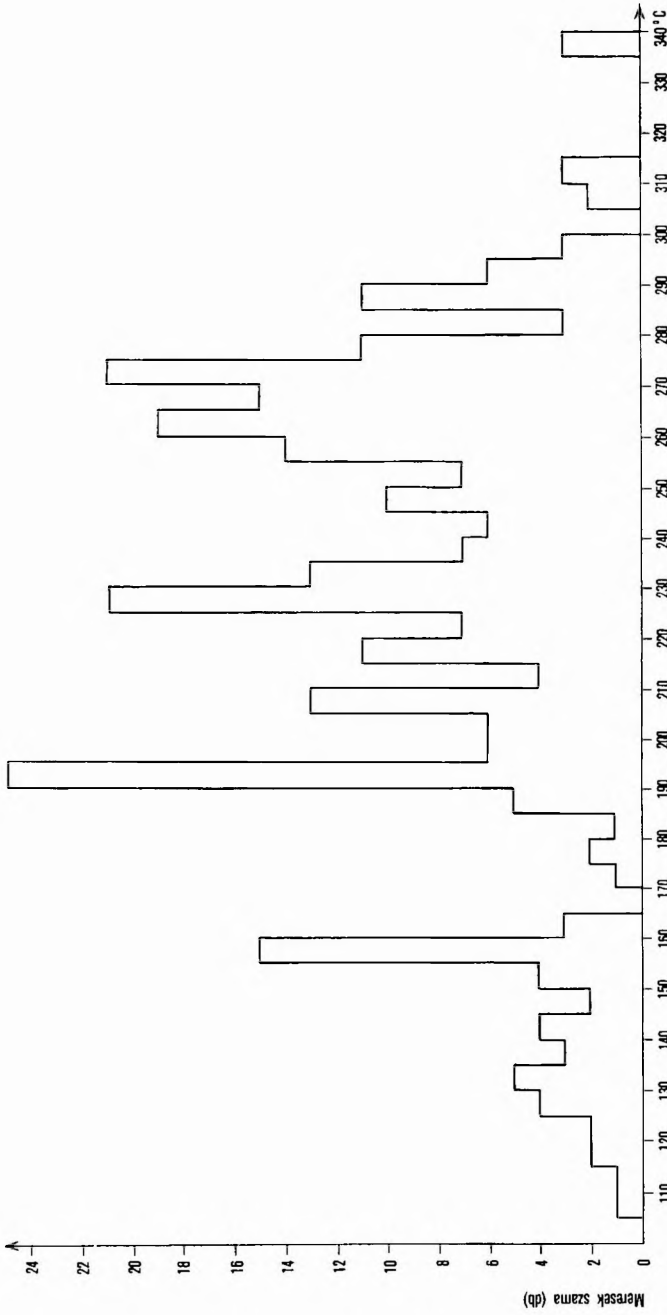


5 ábra Homogenizációs hőmérsékleték a rózsas-hegyi területen

Vastag vonal kalcitkristályokban, vékony vonal kvarzkristályokban

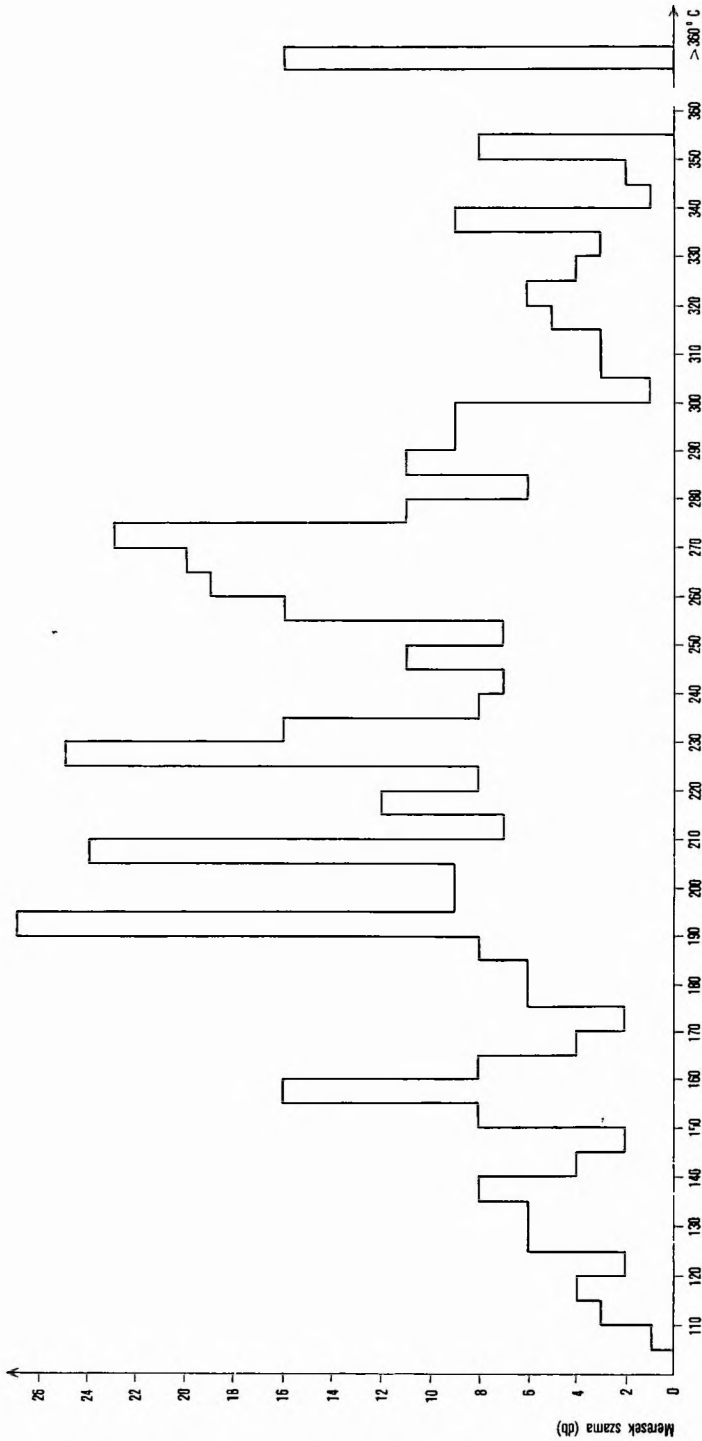
Fig 5 Homogenization temperatures in the Rózsas-hegy area.

Thick line in calcite crystals, thin line in quartz crystals



6 ábra Kalcit- és kvarckristályok zárványainak összesített homogenizációs hőmérséklet-diagramja
Rózsa-hegyi terület

Fig. 6 Diagram showing homogenization temperatures of inclusions in calcite and quartz crystals
Rózsa-hegy area

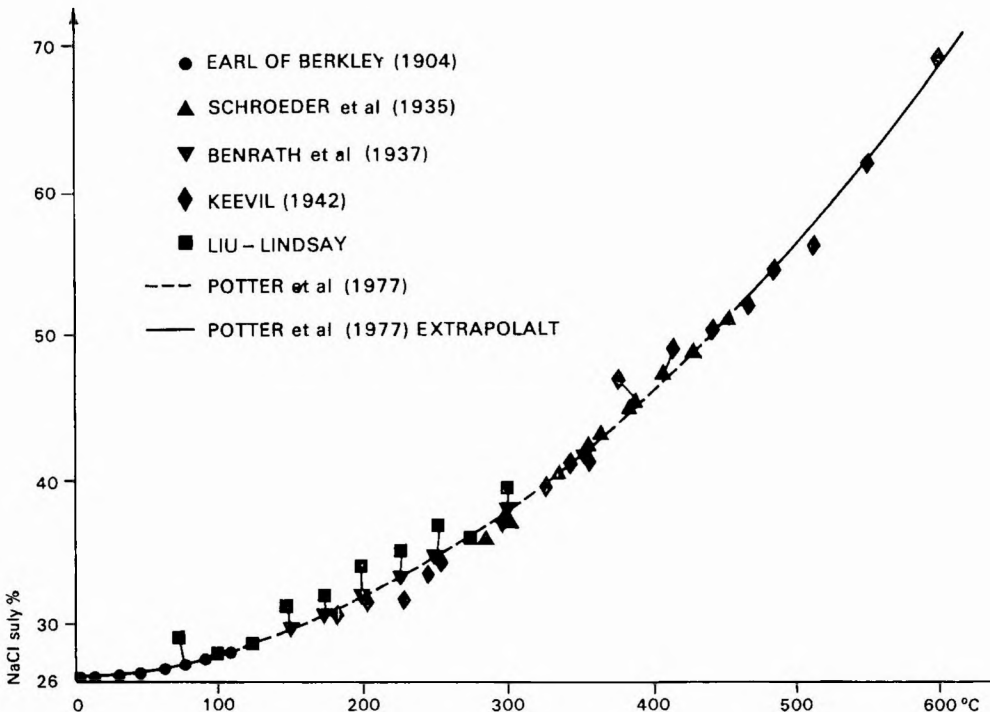


7 ábra Homogenizációs hőmérsékletek összesítő diagramja Kuruc-patak — Bánya-pusztá — Rózsa-hegy
 Fig 7 Diagram of homogenization temperatures Kuruc-patak, Bánya-pusztá and Rózsa-hegy

A kriozkópiás adatok ismertetése és értékelése

A területről vizsgált kvarc- és kalcitkristályok többsége csak folyadék—gáz fázisú zárványt tartalmaz. A folyadékfázis NaCl-koncentrációja ezeknél 7–12%.

A háromfázisú zárványokban a szilárd fázis — alakjából és oldódási hőmérsékletéből ítélve — kősókristály, amely hűlés során keletkezik a zárvány nagyobb részét alkotó — eredetileg feltehetően homogén — folyadékfázis NaCl-dal való telítődésével. Az eredeti oldat NaCl-koncentrációja a kősókristály oldódási hőmérsékletének ismeretében R. W. POTTER et al. (1977) által kísérleti úton szerkesztett diagramból leolvasható (8. ábra). A vizsgáltak közül csak a kuruc-pataki és a rózsá-hegyi kvarckristályok zárványai tartalmaznak kősókristályokat. Ez összhangban van a minták környezetében mutatkozó biotitosodott és káliföldpátosodott zónákkal (I. T. NASH 1976). A kuruc-pataki minták esetében a NaCl-kristály oldódási hőmérséklete mindig a homogénizációs hőmérséklet alatt marad, vagyis a zárványt alkotó folyadék a zárvány keletkezésének idején telítetlen oldat volt (E. ROEDDER—R. J. BODNAR 1980). Az egyik rózsá-hegyi mintában a NaCl oldódási hőmérséklete meghaladja a homogénizációs hőmérsékletet. Ebben az esetben a NaCl oldódási hőmérséklete jelzi a zárvány keletkezésének minimális hőmérsékletét. A kuruc-pataki



8. ábra A NaCl oldhatósága vízben POTTER et al (1977) után

Fig. 8 Solubilities of NaCl in water, after POTTER et al (1977)

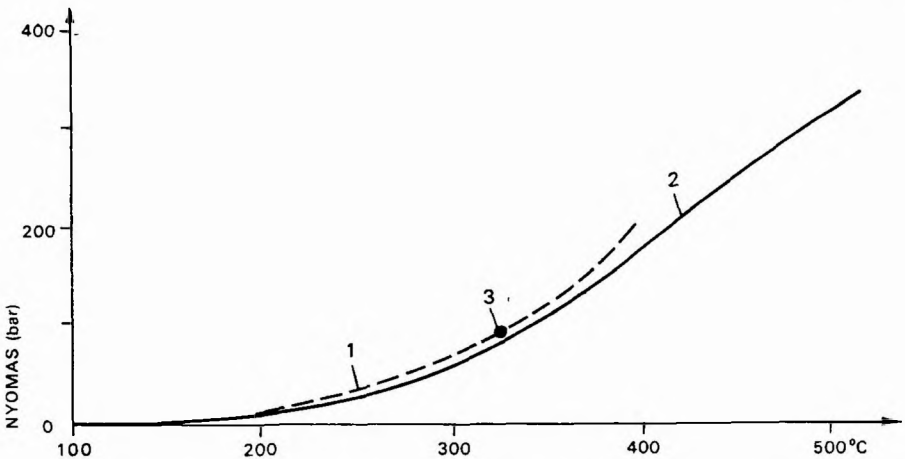
1 táblázat

	Folyadék—gáz fázis homogenizációs hőmérséklete (°C)	NaCl oldási hőmérséklete (°C)	NaCl súly%
Kuruc-patak P—7 sz f 816,7 m	334,7	189,2	31,4
	334,9	234,0	33,7
	323,7	240,8	34,1
Rózsa-hegy N—23 sz f 105,7 m	308,9	231,1	33,5
	268,5	307,2	38,4

és rózsá-hegyi kvarekristályok minimális keletkezési hőmérsékletét és az oldat NaCl-koncentrációját az 1 táblázat tartalmazza (in GATTER I 1980)

A zárványok keletkezésekor uralkodó nyomás a 30%-os NaCl-oldat gorbéjét feltüntető diagramból (9 ábra) olvasható le. A vizsgált minták folyadék-zárványainak átlagos NaCl-tartalma 34 súly%, így a terület ércesedése idején valószínűsíthető nyomás az e gorbéből leolvasható 100 barnál (10 MPa) kisebb.

A kuruc-pataki és rózsá-hegyi területen előforduló kvarckristályok folyadék—gáz zárványai közül néhány (az Nb-17, -23, -27 és -29 sz fúrásból származó minták) a termometriás mérések közbeni viselkedése alapján valószínűleg folyékony és gázfázisú CO₂-t is tartalmaz, bár ezt a kis méret vagy a minta kedvezőtlen megválasztása miatt a kriozkópiás mérések nem igazolták. A fenti fúrásokban ezek a feltételezett CO₂-tartalmú zárványok közel azonos szinteken mutatkoznak és mindhárom fúrásban viszonylag magas a $\frac{\text{Cu}}{\text{Pb} + \text{Zn}}$



9 ábra Nyomás és homogenizációs hőmérséklet közötti összefüggés kősó-tartalmú folyadék-zárványoknál (ROEDDER—BODNAR 1980)

1 Folyadék-gőz görbe 30 súly%-os NaCl oldatra, 2 folyadék + gőz + NaCl, 3 borzsonyi minták

Fig 9 Relationship of pressure with homogenization temperature in halite-bearing inclusions (ROEDDER—BODNAR 1980)

1 Fluid/vapour curve plotted for a NaCl solution of 30 weight per cent, 2 fluid + vapour + NaCl, 3 samples of Borzsony

arány CO_2 -tartalmú zárványok általában gyakoriak az alacsony hőmérsékletű porfíros Cu-ércletelekben, azoknak alacsony hőmérsékletű fázisát jelzik (I T NASH 1976)

Termometriás és kriozkópiás adatok kapcsolata az ércparagenezisekkel és a színesfém-tartalommal

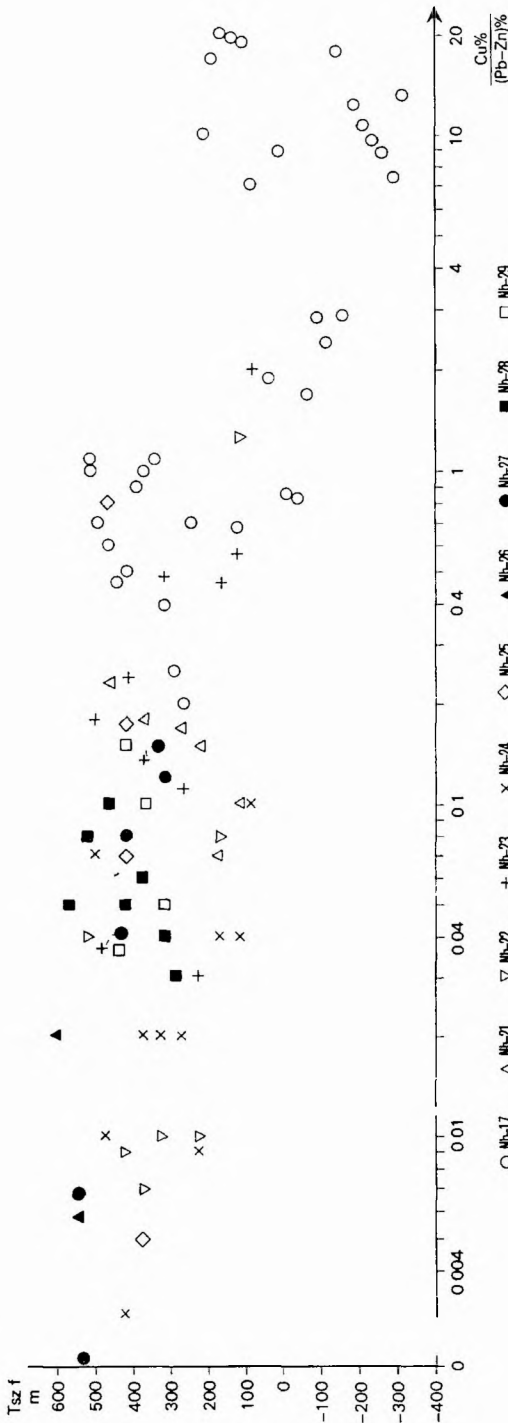
A kuruc-pataki területen a kvarckristályok katatermális képződésűek. Az ércoptikai vizsgálatok alapján elkülönül egy korábbi pirít-magnetit-kalkopirit, és egy későbbi pirít-szفالerit-galenit-kalkopirit tartalmú paragenezis. A vizsgált katatermális kvarckristályok NAGY B gyűjtéséből valók. Tájékoztatója szerint mellettük pirít-magnetit-kalkopirit fordul elő, ami nagy valószínűséggel azonosítható a korábbi ércparagenezissel. A homogenizációs hőmérsékletek csak a korai paragenezist képviselik. Hasonló a helyzet a bánya-pusztai területen is. A legtöbb adat a rózsza-hegyi területről áll rendelkezésre. A folyadék-gáz zárványpreparátumok közvetlen szomszédságából vett mintákban SZABÓ P az ércásványokat, a MÁFI röntgen és termikus laboratóriuma a meddőásványokat határozták meg. A három elkülönített intervallumba eső homogenizációs hőmérsékletű preparátumok szomszédságában — ami nem minden esetben bizonyít egyidejű keletkezést (PANTÓ G — MIKÓ L 1964) — a következő érc- és kísérőásványok fordulnak elő (SZABÓ P 1980)

- I > 260 °C A legkorábban kiváló ércásványok pirítot, pirít, magnetit, kalkopirit, szفالerit
Kísérőásványok kalcit, kvarc és klorit
- II 235–190 °C Ércásványok pirít, pirítot, szفالerit, galenit, kalkopirit, arzenopirit, markazit
Kísérőásványok kalcit, klorit, illit és kvarc
- III < 160 °C A legalacsonyabb hőmérsékleten keletkezett ércásványok pirít, galenit, szفالerit, kalkopirit, markazit, arzenopirit
Kísérőásvány kalcit

A homogenizációs hőmérséklet-intervallumok valószínűsítik, hogy a hőmérsékletcsökkenés függvényében folyamatos ércesedésről van szó. Az ércgenetikai modellhez képest eltérést mutat, hogy a zárványvizsgálatok szerint az arzenopirit és a markazit a legalacsonyabb hőmérsékletű harmadik fázisban is kristályosodik. A rózsza-hegyi terület mintáiból készült Cu-, Pb-, Zn-elemzések módját adnak az érckémiailag jelleget mélység szerinti kvantitatív változásainak megítélésére. Erre a célra a $\frac{\text{Cu}}{\text{Pb} + \text{Zn}}$ arány mélység szerinti változása használható fel.

Az arányt fúrásoként egy-egy 50 m-es mélységintervallumra számítottuk ki az összes rendelkezésre álló elemzésből nyert átlagos Cu-, illetve Pb + Zn-tartalom alapján. Az egyes fúrásokban is és az egész rózsza-hegyi területen is, a mélység felé ez az arány nő, amit főként a Pb + Zn-tartalom lecsökkenése vagy teljes hiánya (pl. Nb-17 sz. fúrás) okozza. A Cu-tartalom viszonylagos változatlansága mellett (10. ábra) ha a zárványok kialakulása utáni függőleges elmozdulásokat ismernénk, feltehetően még szorosabb összefüggést mutatna a

$\frac{\text{Cu}}{\text{Pb} + \text{Zn}}$ arány a mélységgel. A $\frac{\text{Cu}}{\text{Pb} + \text{Zn}}$ arány növekedésével nő a kvarc- és kalcitkristályok folyadék-gáz zárványának homogenizációs hőmérséklete, ami arra utal, hogy a Pb- és Zn-ásványok kiválása az oldat hűlésével erősödött.



10 ábra A $\frac{Cu}{Pb+Zn}$ arány mélység szerinti változása a szubvulkáni andezitben Rózsá-hegyi terület

Fig. 10 The change with depth of the Cu/Pb + Zn ratio in subvolcanic andesite Rózsá-hegy area
Nb-17 = symbol of borehole

A homogenizációs hőmérséklet és a kőzetelváltozások kapcsolata

A kőzetek átalakulása, klorittartalma, kálfoldpátosodása, biotitosodása, az amfibolt helyettesítő másodlagos biotit és a magnetitet helyettesítő szulfid-ásványok jelenléte általában jó indikátor a porfíros Cu-érccek kutatására (I T NASH 1976) Ezek a bélyegek a vizsgált kutatási területen is felismerhetők

BALLA Z és szerzőtársai (1979) elsőrendű függőleges és vízszintes, valamint másodrendű függőleges és vízszintes zonációt említenek a területen Az elsőrendű függőleges zonációban alulról felfelé biotitos és biotitos-hidromuszkovitos zónát különítenek el A másodrendű zonációt a különböző fázisokban kivált ásványok átalakulásával magyarázzák

A zárványvizsgálatok céljára vett minták csak az elsőrendű függőleges zonáció és a homogenizációs hőmérsékletek kapcsolatának tanulmányozását tették lehetővé

A különböző homogenizációs hőmérséklet-értékekkel jellemzett kristályok környezetében az alábbi metasomatikus kőzetelváltozások figyelhetők meg

- 1 biotitosodás-kálfoldpátosodás,
- 2 hidromuszkovitosodás-karbonátosodás, hidromuszkovitosodás-illitesedés-karbonátosodás,
- 3 illitesedés-karbonátosodás

Míg a biotitosodás elsősorban a porfíros elegyrészeket érinti, a kálfoldpátosodás az alapanyagra jellemző A hidromuszkovitosodás, illitesedés és karbonátosodás mint legelterjedtebb kőzetelváltozások, a porfíros elegyrészekben és az alapanyagban egyaránt előfordulnak A biotitosodás és a kálfoldpátosodás feltehetően az első fázishoz kötődő legmagasabb hőmérsékleten történő átalakulás, amit a második fázisban hidromuszkovitosodás, karbonátosodás, majd a harmadik fázisban illitesedés és karbonátosodás követ

A porfíros Cu-értelepek és a borzsonyi Központi terület folyadék-gáz zárványának összehasonlítása

Az ipari jelentőségű porfíros Cu-értelepekből vizsgált kvarckristályok folyadék-gáz zárványaira általában jellemző a 250--700 °C-os keletkezési hőmérséklet, az 500 barnál (50 MPa) kisebb nyomás, a kőskristályok gyakori jelenléte, 35 súly%-nál nagyobb NaCl-tartalom és az 50--60%-ot elérő gáztartalom A mérsékelt sótartalmú (12 súly% NaCl) és hőmérsékletű (< 350 °C) oldatok minden porfíros Cu-ércezesedésre jellemzőek A kőskristályt tartalmazó zárványok általában propilitesedéshez, hidromuszkovitosodáshoz, szericitesedéshez kapcsolódnak

A vizsgált borzsonyi zárványokban ezzel szemben a keletkezési hőmérséklet 160-->360 °C, a kvarc-, illetve kalcitkristályok keletkezésekor uralkodó nyomás 100 bar (10 MPa) körüli A legritkább esetben mutatkoznak kőskristályok és a gázfázis is csak 10--20%-át teszi ki a zárvány térfogatának Ha mindezek nem is zárják ki ipari jelentőségű porfíros Cu-értelep jelenlétét a szóban forgó területen, reményekkel nem kecsegtetnek

Következtetések

A folyadék—gáz zárványok termooptikai jellegét összevetve a kőzettani, ércoptikai és geokémiai ismeretekkel, az alábbi következtetések adódnak

1 A kuruc-pataki, bánya-pusztai és rózsza-hegyi ércesedés ugyanazon utóvulkáni folyamatok eredménye

2 A kuruc-pataki területen egy magasabb hőmérsékletű katatermális, esetleg pneumatolitos ércesedés is feltételezhető $> 360 - 300$ °C

3 A bánya-pusztai és a rózsza-hegyi területen a szoros térbeli kapcsolat és a szöveti bizonyítékok alapján valószínű, hogy a három fő homogenizációs hőmérséklet-intervallum durván megegyezik a három érces fázis hőmérséklet-intervallumával. Eszerint a két területen az ércesedés három fázisa a következő ércparagenezisekkel, kísérőásványokkal, illetve metasztatikus kőzetelváltozási zónákkal jellemezhető

> 260 °C Ércparagenezis pirrotin, pirit, magnetit, kalkopirit, szfalerit
Kísérőásványok kvarc, klorit, kalcit
Metaszomatikus zóna biotitos-kalifoldpatos-hidromuszkovitos

$235 - 190$ °C Ércparagenezis pirit, pirrotin, szfalerit, galenit, kalkopirit, arzenopirit, markazit
Kísérőásványok kvarc, kalcit, klorit
Metaszomatikus zóna hidromuszkovitos-karbonátos, hidromuszkovitos-illites-karbonátos

< 160 °C Ércparagenezis pirit, galenit, szfalerit, kalkopirit, markazit, arzenopirit
Kísérőásvány kalcit
Metaszomatikus zóna illites-karbonátos

A feltüntetett hőmérsékletértékek csak az ásványok többségének minimális keletkezési hőmérsékletét, nem pedig az ásványkiválás szakaszosságát jelzik.

A zárványokat tartalmazó kalcit- és kvarckristályok, valamint a velük előforduló ércásványok keletkezésekor csak hidrosztatikus nyomással kell számolnunk, amely 10 MPa alatti érték. A biotitos zóna az oldatok fokozatos hűlésével hidromuszkovitos-karbonátos, majd illites-karbonátos elváltozást is szenvedett. Valószínű, hogy az oldatok hűlését a meteorikus vizekkel való keveredés is elősegítette.

IRODALOM — REFERENCES

- BALLA Z 1979 A rózsza-hegyi ércesedés paragenetikai elemzése (irodalmi adatok alapján) — Foldt Int Adattár, kézirat
- BALLA Z — CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E — CSONGRADI J — ERKEL A — KARAS GY — KIRÁLY E — KORPAS L — PINTÉR A — SCHÖNVISZKY L — SZABÓ Z — SZALAI I — VERŐ L — VIOLA B 1979 A Rózsza-hegy—Kuruc-patak—Bánya-pusztai területen végzett ércfeldtani kutatások összefoglaló jelentése — Foldt Int Adattár, kézirat
- CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E 1974 Földtani magyarázó Csóványos, 1:25 000 — Foldt Int Adattár, kézirat
- CSONGRADI J 1978 Észlelési magyarázó Kísirtápuszta, M=1 5000 — Foldt Int Adattár, kézirat
- CSONGRADI J — NAGY B 1977 Észlelési földtani magyarázó Bányapuszta, M=1 5000 — Foldt Int Adattár, kézirat

- GATTER I 1980 Kioszkópos-homogenizációs zárványvizsgálatok a borzsonyi érces terület anyagán — Foldt Int Adattár, kézirat
- GYARMATI P 1974 Földtani alapadatok a Borzsony hegység földtani térképsorozatához 1 10 000-es sorozat, Borzsony 43—Hédeghegy Észlelési magyarázó — Foldt Int Adattár, kézirat
- NAGY B 1974 Magyarázó a Borzsony hegység észlelési földtani térképehez 10 000-es sorozat Borzsony 33—Csóványos — Foldt Int Adattár, kézirat
- NASH I T 1976 Fluid-inclusion petrology-data from porphyry copper deposits and applications to exploitation — Geol Surv Prof Pap 907-D
- PANTÓ G — MIKÓ L 1964 A nagyborzsonyi ércesedés — Foldt Int Évk 50 1
- POTTER R W et al 1977 A new method for determining the solubility of salts in aqueous solutions at elevated temperatures — Jour Res U S Geol Surv 5 3 pp 389—395
- ROEDDER E 1972 Composition of fluid inclusion data of Geochemistry Chapter — Geol Surv Prof Pap 440—II
- ROEDDER E — BODNAR R J 1980 Geologic pressure, determinations from fluid inclusion studies — Ann Rev Earth Planet Sci pp 263—301
- SZABÓ P 1980 Jelentes a borzsonyi mélyfúrások képződményeinek ercsmikroszkópi vizsgálatáról — Foldt Int Adattár, kézirat

RELATIONSHIP BETWEEN FLUID-GAS INCLUSIONS IN HYDROTHERMAL CALCITE QUARTZ VEINS AND MINERALIZATIONS IN THE CENTRAL BORZSONY MOUNTAINS, N HUNGARY

by
É VETŐ-ÁKOS

The Badenian andesite-dacitic rocks and their NE—SW trending calcite-quartz and ore vein in the central part of the Borzsony Mountains were subjected to a study of fluid-gas inclusions along with petrological, ore-microscopical and geochemical examinations resulting in the following statements

I The mineralizations of Kuruc-patak, Bánya-puszta and Rózsa-hegy are products of the same post-volcanic processes

II In the Kuruc-patak area, the presence of a higher-temperature cata-thermal or pneumatolytic mineralization (> 360—300 °C) is presumable. In the Bánya-puszta and Rózsa-hegy areas, a three-phase mineralization is characterizable by the following ore parageneses, coexisting minerals and zones of metasomatic rock alterations

> 260 °C Ore paragenesis pyrrhotite, pyrite, magnetite, chalcopyrite, sphalerite
Coexisting minerals quartz, chlorite, calcite
Metasomatic zone biotite—potassium—feldspar—hydromuscovite

235—190 °C Ore paragenesis pyrite, pyrrhotite, sphalerite, galena, chalcopyrite, arsenopyrite, marcasite
Coexisting minerals quartz, calcite, chlorite
Metasomatic zone hydromuscovite—carbonate, hydromuscovite—illite—carbonate.

- < 160 °C Ore paragenesis pyrite, galena, sphalerite, chalcopyrite, marcasite, arsenopyrite
Coexisting mineral calcite
Metasomatic zone illite—carbonate

The above temperatures are the minimum of the values that prevailed during the formation of the ore minerals, but do not show the exact limits between the successive phases of ore formation. Upon fluid inclusion studies, arsenopyrite and marcasite do crystallize even in the 3rd lowest temperature phase.

III The NaCl concentrations of the fluid phase of the two-phase and three-phase inclusions range from 7% to 12% and from 30% to 38%, respectively. These values do not prove the presence of an ore body, but they are generally characteristic of the porphyry copper deposits.

IV In the Rózsa-hegy area, the homogenization temperature of the fluid-gas inclusions of quartz and calcite increases parallel with the rise of the Cu/Pb + Zn ratio.

V The zones of biotite, biotite—potassium—feldspar, hydromuscovite—carbonate and hydromuscovite—illite—carbonate alteration are separated with the decrease of homogenization temperature too.

