

SZAKMAI ZÁRÓJELENTÉS

Az alábbiakban beszámolunk a 37581 számú, "A recski ércmező geokémiai eloszlásainak átfogó kvantitatív és térbeli vizsgálata a földtani bizonytalanság figyelembevételével" című kutatás eredményeiről. *A projekt néhány fontos eredményének közzétételét később, 1 éven belül tervezzük, ezért kérjük, hogy a kutatás minősítését az OTKA kiegészítő eljárásban később módosítsa, figyelembe véve a később megjelenő közleményeket.*

A már megjelent, vagy közzétételre elfogadott – a Közlemények alatt felsorolt – publikációkra a jelentésben P-1, P-2 stb. jelöléssel hivatkozunk.

I. A kutatás tudományos eredményei

I.1. A recski ércmező komplex geokémiai adatbázis-rendszerének kialakítása

A kutatás első szakaszában szakirodalom-feldolgozást, adatgyűjtést, -ellenőrzést, adatbázis-építést végeztünk. Feltártuk a kutatás témájába tartozó numerikus geokémiai adatokat, a teljességre törekedve, valamint a releváns grafikus földtani információkat (térképek, szelvények). Az adatok összegyűjtése, digitális rögzítése, az adattáblák kialakítása, a hibák kiszűrése és javítása a vártnál időigényesebbnek bizonyult. Az adatbázis-építés a projekt első két évében nagyrészt befejeződött, de kisebb kiegészítésekre, pótlásokra a továbbiakban is sor került. Az összegyűjtött geokémiai adatokat két nagy állománycsoportba rendeztük:

- A) Mélyszinti érckutatói adatok
- Bányabeli fúrások ércelemzési adatai
 - Bányatérsegek ércelemzési adatai
 - Külszíni fúrások elemzési adatai
 - Teljeskémiai elemzések
 - Nemesfém-elemzések
 - Nyomelemzések
 - Kontroll-elemzések
 - Földtani leírások
 - Fúrási koordináták, ferdeség, magkihozatal

- B) Lahócai aranykutatói adatok
- Fúrások elemzési adatai
 - Felszíni geokémiai elemzési adatok
 - Régi bányatérsegek adatai
 - Kutatói és földtani térképek és szelvények

Néhány szám az összegyűjtött, digitalizált adatmennyiség jellemzésére: Beszkenneltünk 18 db földtani és 10 db ércföldtani szinttérképet, valamint 77 db földtani és 15 db ércföldtani szelvényt, összesen 1,5 GB (tömörítés után 250 MB) terjedelemben. Összegyűjtöttük, adatbázisba rendeztük, és koordinátákkal láttuk el 200 külszíni fúrásból származó több mint 61 000 minta ércelemzési adatait, 550 bányabeli fúrásból vett közel 87 000 érces minta, valamint a kutatóvágatokból származó 5000 db minta (összesen több mint 153 000 érces minta) adatsorát. Ezenkívül az adatbázis tartalmazza 2600 magminta nyomelem-meghatározásait 32 elemre, több mint 900 magminta teljeskémiai elemzését 14 oxidra, több ezer nemesfém-elemzést, kontroll-elemzést stb.

Az adatfeltárás, -ellenőrzés, -pótlás fontos tanulsága, hogy a többféle formátumú és igen sokféle szerkezetű táblázatban, állományban rögzített adatokat nem lehet automatikus konverziós rutinokkal közvetlenül egynemű állományokká alakítani. Tudatos és kompromisszumkész szerkesztési koncepcióra volt szükség a geokémiai adatbázis kialakításához.

A kutatás során folyamatosan együttműködtünk más hazai és külföldi – OTKA és TÉT – kutatási projektekkel. Egy magyar- finn kooperáció keretében lehetőség nyílt a recski adatbázis *kiegészítésére értékes új adatokkal*. Az egyes korábbi kutatók által platinafémekre is perspektivikusnak mondott lahócai és mélyszinti ércesedés néhány reprezentatív mintájából nyertünk új nemesfém-elemzési eredményeket (**P-5**). (Habár több mintában magas arany-koncentrációt találtunk, platinafém-dúsulást nem sikerült kimutatni, még rézérc-koncentrátumokban sem.)

A szakirodalom feldolgozásának eredményeként egy-egy tanulmányban ismertettük a mélyszinti (**P-1**), ill. a felszínközeli (**P-3**) ércesedés jobb feltárása érdekében az utóbbi évtizedekben végzett jelentős, ám részleteiben a szakmai közönség számára is kevésbé ismert kutatási munkák eredményeit, összefoglalva az addig főleg csak kéziratban, adattári anyagokban szereplő új adatokat és megállapításokat.

A következő lépésben a projekt célkitűzésének megfelelően elkészítettük a lelőhely térinformatikai modelljét, ami technikai szempontból egy egységes koordináta-rendszerben kezelt és belső logikai kapcsolatait is megőrző adategyüttest jelent. Erre a célra létrehoztuk a kutatási objektumok, ill. a geokémiai minták térbeli helyzetét tartalmazó számítógépes állományokat, és kialakítottuk az azokhoz kapcsolható digitális földtani hátteret.

A minták koordinátáinak meghatározásához felhasználtuk a kutatófúrások zömében elvégzett ferdeségméréseket. (A fúrás diszkrét pontjaiban megmért ferdeségadatokat extrapoláltuk a „szomszédos” szakaszokra oly módon, hogy egy tetszőleges pont ferdeségének a legközelebbi mért irány- és dőlésadatot fogadtuk el. Ha pl. egy 234 m-es fúrásban 100, 150 és 200 m-ben volt mérés, akkor az első adatot 0–125 m-ig, a másodikat 125–175 m-ig, a harmadikat 175–234 m-ig tekintettük érvényesnek. Az általában folytonosan változó ferdeségadatokkal jellemezhető – azaz 3D-s görbét leíró – fúrási nyomvonalat tehát egyenes szakaszokból álló 3D-s törtvonallal közelítettük.) A fúrás teljes hosszára meghatározott ferdeségadatok birtokában kiszámítottuk a magminták kezdő- és végpontjának x, y, z koordinátáit. Meghatároztuk ezek középértékét, azaz a minta mértani középpontjának (súlypontjának) koordinátáit is. Általában ez utóbbiakra van szükség a geokémiai adatfeldolgozás során, mivel a lelőhely vizsgálata szempontjából a minták pontszerűnek tekinthetők.

A földtani hátteret úgy vettük figyelembe, hogy szkenneléssel képállományokba vittük a különböző méretarányú földtani szelvényeket és szinttérképeket, majd ezeket „ráfeszítve” a kutatási objektumokra, a geokémiai adatok mögötti grafikus földtani modellt láthatóvá/kikapcsolhatóvá tettük. A földtani felépítés figyelembevételének ez a módja újszerű, ma még nem általános gyakorlat, a metodikai lépéseket a kutatás során alakítottuk ki. Az ehhez szükséges módszertani fejlesztésről számol be a **P-8** esettanulmány.

I.2. A recski ércmező fő elemeinek eloszlási modellje

A geokémiai eloszlásokat többféleképpen lehet jellemezni, a két legfőbb – nem teljesen elválasztható – szempont talán a térbeli és a statisztikus viselkedés. Ezeket több tanulmányban vizsgáltuk (és az összeállított adatbázis nyilvánvalóan még számos további vizsgálódáshoz fog alapul szolgálni).

I.2.1. Az ércelemek statisztikai eloszlása

Az eloszlásvizsgálatokat céljára az ércmező teljes terét ércföldtani és kutatás-módszertani szempontok alapján többféleképpen (lelőhelyrészek; kőzet- és érc típusok, mélységi zónák szerint) térrészekre osztottuk. E felosztások alapján a külszíni és bányabeli fúrásokat, illetve az azokból származó mintákat digitálisan kódoltuk. Ezen térbeli osztályozásokkal kapott objektumok, ill. részállományok többségére a vizsgált elemek eloszlásáról egységes statisztikai (numerikus és diagramos) jellemzést készítettünk. Az osztályozások együttes alkalmazása rendkívül nagyszámú (több száz) diagram, táblázat elkészítését igényelte. Megoldást kellett találni arra a problémára, hogy ilyen nagy mennyiségű számítási eredményt miképpen foglaljunk össze egy publikálható méretű és szerkezetű tanulmányban, azaz miképpen adjunk tömör, numerikus jellemzést a statisztikus eloszlásokról (P-10).

Nagy adatszám és alapjellemezés szintjén a statisztikus eloszlás legfontosabb mutatói egy valamiféle *tipikus érték*, ill. a körötte szóródó, valamint a *kiugró értékek* valamiféle tartománya. Diagramon és táblázatban megjelenített, alkalmasan megválasztott percentilisek alapján megállapítottuk (egyebek között):

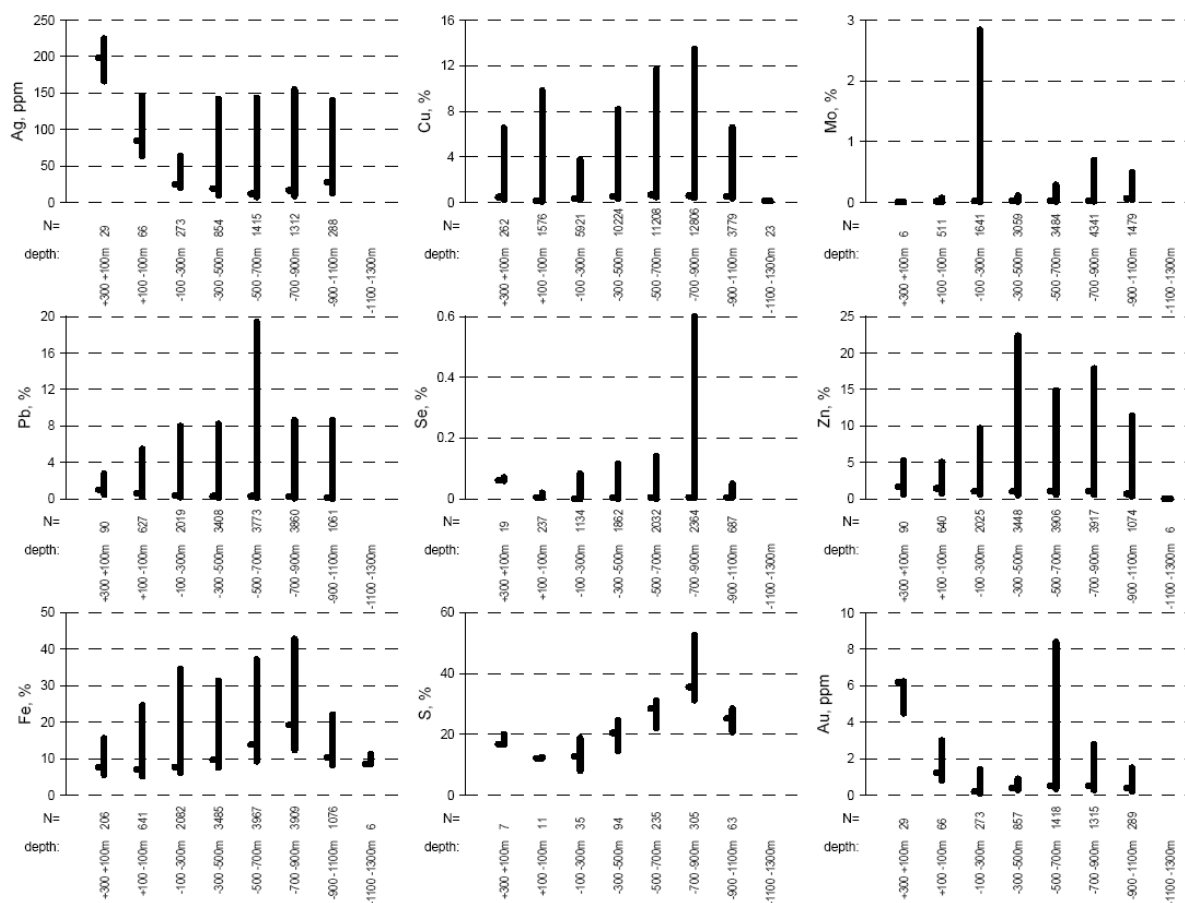
- 1) A lelőhelyrészek főként a Cu, Pb, S és Au értékeiben különböznek, úgy a tipikus, mint a kiüti értékek tekintetében. A Mo, Zn és Fe nem tér el jellemzően. Aranyban a leggazdagabb a Lahóca (tipikus érték: 0.02-0.46 ppm, kiugró: akár 30 ppm); míg rézben a Mélyszint-A (tipikus: 0.03-0.23%, extrém: >10%). Illusztrációként ld. 1. ábra.
- 2) A legtöbb képződményegyüttes tipikus értékei nem különböznek jelentősen. Kivételek a szulfidos érc (‘ERC’): magas Fe (9.4-34.0%) és Cu (0.04-0.45%); a paleogén rétegvulkáni összlet felső tagja (‘a1’): magas Se (0.02%) és Au (0.02-0.47 ppm), valamint alacsony Zn (közel nulla); és a paleogén rétegvulkáni összlet középső tagja (‘a1q’): magas Ag (6.8-75.2 ppm), Pb (0.14%), Se (0.04%) és Au (0.3 ppm). A kiugró értékek itt mást mutatnak: a legmagasabb az Ag (300 ppm) a paleogén rétegvulkáni összlet felső tagjában (‘a1’); magas (0.06%) Se-értékek vannak a triász felső agyagpalában (‘Ap1/Kv1’); és a legmagasabb a Cu a triász alsó mészkőben (‘Mk2’, 14%), a triász felső mészkőben (‘Mk1’, 12%) és a paleogén rétegvulkáni összlet felső tagjában (‘a1’, 10%). A Zn hasonló statisztikus értékeket mutat mindenhol.
- 3) Mélységben a tipikus értékek vertikális zónásságot mutatnak. Az Ag, Pb, és Zn a mélység felé növekszik, a Mo és Fe ellenkezőleg. A Cu, S és Au érdekes hullámzó jelleget mutat: előbb csökken, majd nő, végül legmélyebben ismét csökken. A kiugró értékek eloszlása alapján magas értékű mélységzónák jelölhetők ki: a 100-300 m zóna a Mo (3%), az 500-700 m zóna a Pb (20%) és Au (8 ppm) tekintetében. Illusztrációként ld. 2. ábra.
- 4) Statisztikailag a Fe a „legszabályosabban” eloszló (a legtöbb objektumban, részállományban – részletesebben nem vizsgált – haranggörbe jellegű tapasztalati eloszlást mutató) komponens, míg a S a „legszabálytalanabban” eloszló (térrészről térrészre, és azokon belül is hektikusan változó) elem (P-10).

Table 1. Common values within deposit-parts

	Ag ppm	Cu %	Mo %	Pb %	Se %	Zn %	Fe %	S %	Au ppm
Deep-A	0	0,03	0,001	0	0	0	2,7	5,9	0
	1,2	0,08	0,005	0	0	0,01	4,0	11,6	0
	2,9	0,23	0,012	0	0	0,13	5,9	19,6	0,1
Deep-B	0	0,01	0	0	0	0	2,4	0	0
	2,1	0,03	0,004	0	0	0,01	3,4	1,3	0
	7,4	0,09	0,008	0	0	0,05	4,8	3,9	0,1
Deep-C	3,3	0,01	0	0	0	0	2,0		0
	10,5	0,03	0,001	0	0	0,02	3,2		0
	21,2	0,08	0,008	0,09	0	0,24	4,2		0
Lahóca	0	0,005							0,016
	0	0,009							0,139
	3,0	0,023							0,460
ALL	0	0,01	0	0	0	0	2,6	5,7	0
	1,0	0,05	0,005	0	0	0,01	3,7	10,7	0,09
	3,1	0,14	0,010	0,01	0	0,11	5,4	19,5	0,30

Each triplet represents the 25th percentile, the median, and the 75th percentile.
ALL stands for the entire deposit.

1. ábra. A lelőhelyrészek tipikus értékei (kiemelve a P-10 publikációból)



2. ábra. A mélységzónákban mért kiugró értékek (kiemelve a P-10 publikációból)

1.2.2. Az ércelemek térbeli eloszlása

Az évtizedekig rézérc-előfordulásként számon tartott recski ércesedést az 1990-es években végzett kutatások eredményei szerint *Cu-Au előfordulásként* kell nyilvántartanunk (P-6), hiszen a Lahócán a korábban leművelt rézérctesteken túlterjedő – azaz a bányászattal nem érintett – térrészekben európai jelentőségű aranyérc-lelőhelyet sikerült körülhatárolni (ld. P-1). Ennek megfelelően kiemelten foglalkoztunk az arany térbeli eloszlásával (P-4, P-6).

A különböző aranykutatási programok adatainak szintézise révén megállapítható, hogy az arany főként a rétegvulkáni összetlet felső szintjében, epitermális környezetben dúsult fel. A legjelentősebb érc típus a lahócai lelőhelyet alkotó, *magas szulfidtartalmú Au-Cu ércesedés*, amely az alábbi képződményekhez kötődik:

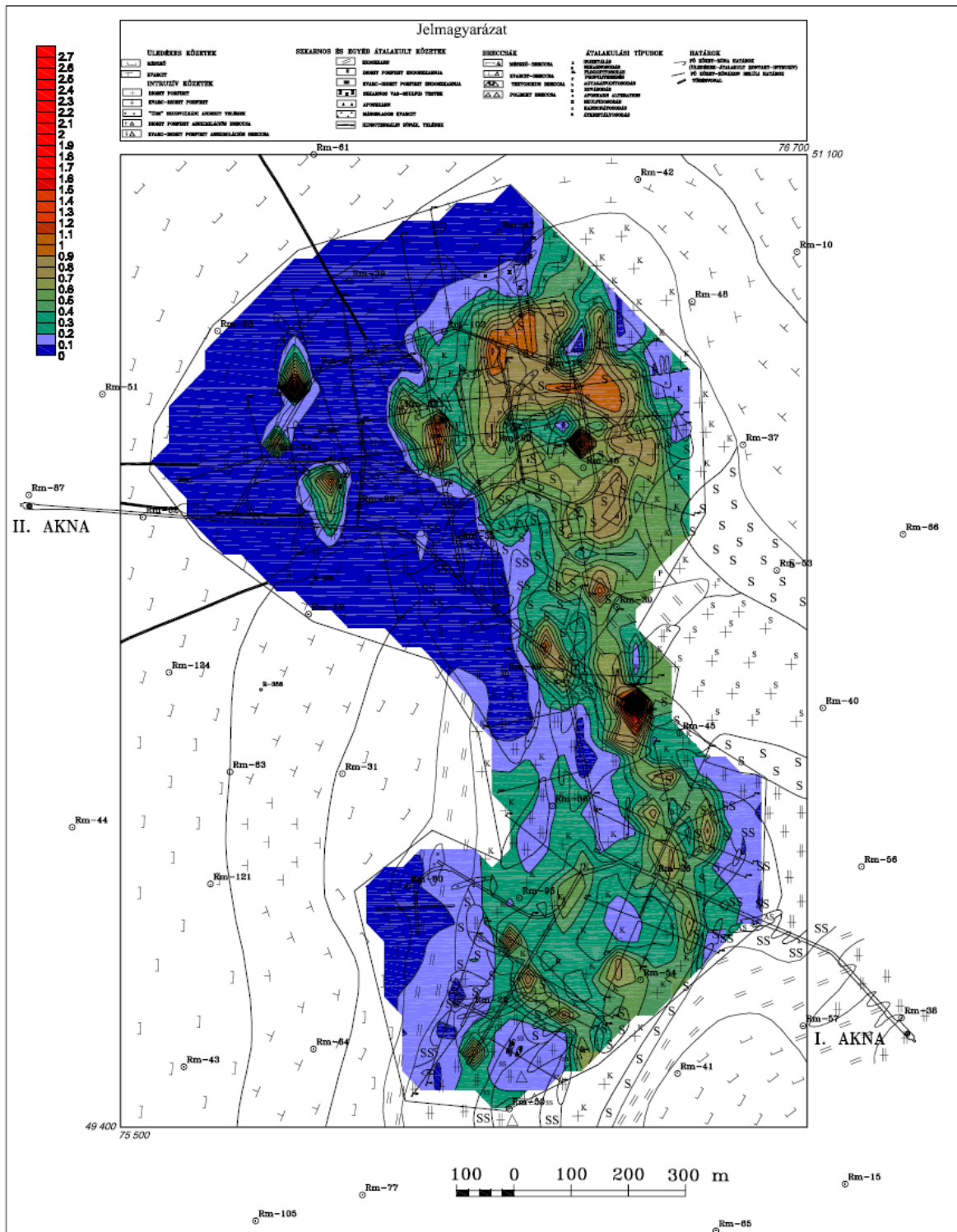
- hidrotermális explóziós breccsák,
- a rétegvulkáni andezitek és andezitkürtők kontakt zónája,
- intruzív breccsa-kürtők.

Kevésbé elterjedt, és alacsonyabb aranykoncentrációkkal jellemezhető, de szintén jelentős az *alacsony szulfidtartalmú Au-Ag ércesedés*, amely kvarc-adulár telérekhez és intruzív breccsákhoz kapcsolódhat. Az ércmező középső és déli részén ismerhető fel, ugyancsak a felső rétegvulkáni sorozatban. Szintén epitermális eredetű a triász alaphegységi karbonátos palában kimutatott Carlin-típusú aranydúsulás.

Aranyanomáliák előfordulnak még mezotermális környezetben, a mélyszinti érces zónákban is, elsősorban az exo- és endoszkarnokban. Helyenként a porfíros rézércben is megfigyelhetők emelt Au-értékek. Összességében elmondható, hogy a mezotermális övben az arany és a réz eloszlásában pozitív korreláció rajzolódik ki. Ugyanakkor a recski érc komplexum számos térrészéről nem készült még megbízható elemzés, tehát az aranyeloszlás törvényszerűségeinek tisztázása – mind gazdasági, mind tudományos szempontból – további kutatásokat igényel (P-4, P-6).

A kialakított térinformatikai rendszer lehetőséget ad a vizsgált kémiai elemek térbeli eloszlásának megjelenítésére 3 dimenziós ábrázolásban. Az összegyűjtött 150 000 mintából származó elemzési adatok együttes megjelenítése megerősíti az érces elemek térbeli eloszlásáról eddig – jóval kisebb mintaegyüttesek alapján – kialakított általános képet, de egyúttal újabb megfigyelésekre is módot ad. A Cu eloszlása a várt képet mutatja, kirajzolódnak az ismert érc testek. A Fe lényegében minden porfíros rézérc és szkarnos érc zónában dúsul, tehát a mélyszinti ércesedések általános indikátora. A magas Zn-koncentrációk elsősorban a két szkarnszinthez kötődnek. A Pb emelt értékei is jelzik a kétszintes szkarnos polimetallikus ércesedést, míg minimum értékei az intruzív kőzetek elterjedésével esnek egybe. A Fe, Pb, Zn együtt kirajzolják a porfíros ércesedés körül meg-megszakadó szkarnos polimetallikus érc köpenyt. Az Au a kiugró anomáliát jelentő lahócai körzeten kívül kisebb – részben ismert, részben feltáratlan aranydúsulást jelző – helyi anomáliákat is ad.

Az érces elemek térbeli eloszlását részletesen vizsgáltuk a bányabeli kutatással érintett térrészen. Izovonalas elemeloszlási térképeket szerkesztettünk a -700-as és a -900-as szintre (illusztrációként ld. 3. ábra). Ezekhez felhasználtuk valamennyi rendelkezésre álló adatot, azaz az adott szint vágataiban vett résmintákat, a szintről induló vízszintes bányabeli fúrások magmintáit, valamint a szintet harántoló függőleges és ferde fúrások legközelebbi mintáit.



3. ábra. Vázlatos földtani térkép a Cu eloszlással a -700 m-es szint bányabeli kutatással feltárt részéről

Az izovonalas térképek szerkesztési módszerei érzékenyek lehetnek a térbeli eloszlás különböző anizotrópiáira. Geostatistikai eszközök segítségével megállapítottuk, hogy

a -700-as szinten viszonylag jól felismerhető geometriai anizotrópia jellemző a Cu-re (irány: nagyjából É-D, hatástávolság: É-D kb. 70 m, K-Ny kb. 25 m). Jóllehet a térbeli kovariancia összetett szerkezetű, ezen anizotrópia alkalmazásával javítható az izovonal-szerkesztés. A többi elem tekintetében, ill. a -900-as szinten minden vizsgált komponens esetében, a mintavételi sűrűség nem elegendő pontos hatástávolság, ill. ilyen élességű anizotrópia-kép kialakítására. Helyenként zónás anizotrópia is érzékelhető, valamint az összetett szerkezet szintén jellemző. Mindezek alapján, a -700-as Cu kivételével, a szerkesztésnél nem vettünk figyelembe anizotrópiát.

A részletes szinttérképek alapján az érces elemek eloszlását az alábbiak szerint jellemezhetjük:

A -700 m-es szinten a rézeloszlás markáns, közel észak-déli irányultságot mutat, ami két eltérő csapásirány eredőjeként alakul ki. Az északi pászta 1000 m hosszan $349-169^\circ$ csapásirányú, majd ennek déli részén az ércesedés irányultsága 53° -kal elfordul és 500 m hosszban $42-222^\circ$ -ra vált. Az északi pászta – ezen a szinten – a délinél magasabb rézkoncentrációkat tartalmaz. A rézanomáliák kialakulásában uralkodóan a porfíros, alárendelten a szkarnos érc típusok játszanak szerepet, a csapásirányok feltehetően tektonikusan predeterminált magmás benyomulások érces zónáit jelezzik.

A pásztás elrendeződés mellett a magasabb rézkoncentrációk a bányabeli kutatási területen két szabálytalan gyűrűs szerkezetet is kirajzolnak. Az északi a nagyobb, hossza kb. 600 m, szélessége 400, megnyúltsága $340-350^\circ$ irányú. A déli izometrikus, mintegy 400 méter átmérőjű. Ezek a porfíros rézérc elterjedésével esnek egybe, amelyek szegélyzónája gazdagabb ércet hordoz.

A molibdén eloszlásában is megfigyelhető a két gyűrűs szerkezet. A Mo feldúsulása általában a porfíros érc szegélyén, azon kissé túlnyúlva figyelhető meg. Helyenként önálló molibdéndúsulás látható a szkarnos képződményekben (elsősorban az endoszkarnokban) is.

Az ezüsttartalom a teljes szkarnos zónában 8 ppm feletti (a porfíros zónában az alatti), de az érces szakaszokban a 20 ppm koncentrációt is mindig meghaladja. Legmagasabb értékeit a terület északi részén, az ólomtartalmú ércekben éri el, ahol 38 ppm fölé dúsul.

A -900 m szinti, polimetallikus érc kutatási területen a Zn-Cu-Fe eloszlás együttes elemzése alapján laterális zonáció határozható meg: az intrúziótól távolodva Cu+Fe – Cu+Fe+Zn – Fe+Zn elemösszetétellel. Északon, az Rm-39 jelű külszíni fúrás körzetében kevésbé feltárt, intenzív Cu+Fe eleműdülés jelzi a szkarnos zóna jelentős kiszélesedését – egyúttal a továbbkutatás szükségességét – északi irányba.

A cinktartalom eloszlása rendkívül koncentrált érc kiválást mutat, és előre jelzi a kimutatott érces zóna folytatódását a délkeleti – feltáratlan – térrészben. A rendelkezésre álló adatok nem nyújtanak elegendő támpontot ezen ércesedés intenzitásának megítéléséhez.

A -900 m-es szinten ezüsttartalom szempontjából éles különbség van a K-Ny-i irányú kvarcdioritporfirit telértől északra és délre eső területrészek között. A déli területrészen 14 ppm-et meghaladó értékkel nem találkozunk, míg északon sokkal magasabb háttér mellett ennek többszöröse is előfordul. Egy 100x70 méteres, kelet-nyugati irányultságú, szkarnos rézérces területen pedig 40 ppm körüli értékek uralkodnak.

I.3. A földtani bizonytalanság jellemzése

Tisztában kell lennünk azzal, hogy az elemeloszlásokról kialakítható képet az értékelés tárgyát képező természeti objektumok (lelőhely, lelőhelyrész, érces öv stb.) természetes tulajdonságain, változékonyságán túl az ismeretszerzés módszereivel kapcsolatos tényezők is erősen befolyásolhatják. A kutatás-módszertani tényezők közül az alábbiak lehetnek leginkább hatással a földtani bizonytalanságra:

- a kutatás rendszere (célja, teljessége, ideje; a kutatási háló paraméterei, a kutatóobjektumok típusa, térbeli jellemzői);
- a mintavételezés rendszere (folyamatossága, szabályossága, a minták geometriája, összevonásuk jellegei; a minta-előkészítés és a laboratóriumi elemzések metodikája);
- az adatok térbeli helyének meghatározása (a mintavételi hely meghatározásának pontossága, a kutatóobjektumok bemérése, a vetületi átszámítások pontossága).

A recski ércmező megkutatása során – a fokozatos sűrítés elvének megfelelően – kialakított, szükségszerűen egyenetlen adatsűrűséget eredményező mintázási gyakorlat következtében az ércmező és annak részei, sőt azokon belül egyes térrészek ismeretessége és értékelhetősége jelentősen eltér egymástól.

A recski adatok bizonytalanságának értékelése olyan összetett kérdés, hogy a projekt során nem jutottunk el a probléma kvantitatív jellemzéséig. Ugyanakkor a földtani bizonytalanság kutatás-módszertani tényezőinek áttekintésével, előzetes értékelésével (ld. a keretes összefoglalót) igyekszünk megalapozni, előkészíteni a földtani bizonytalanság természetes összetevőinek későbbi egzakt mennyiségi vizsgálatát.

A földtani bizonytalanság kutatás-módszertani tényezői - Előzetes értékelés

A 2001-2006. években végzett munkánk során a következő kutatás-módszertani tényezők hatását tapasztaltuk meg:

1. A kutatás rendszere

1.1. A kutatások célja

A kutatások célja időben változott, az alábbiak szerint:

I. főcél: A recski bányabeli érc kutatás azzal az alapvető céllal indult, hogy egy nagy éves kapacitással üzemelő, — alapvetően 1% körüli rezes tartalmú porfíros rézércet termelő — bánya nyersanyagvagyonát ismerje meg. A kutatóobjektumok telepíthetőségét meghatározó főfeltáró vágatrendszer ezt szolgálta alulról felfelé induló műveléssel. Az I. főcél — az állandó kapacitáshiány miatt — a tőle eltérő koncepciók megvizsgálásának esélyeit is kizárta (pl. aranyércesedések szisztematikus kutatás; lahócai bánya továbbművelése külfejtéssel, aranyércként; kisebb mélységben harántolt ércek kiskapacitású bányászatának megkezdése a mélysínt kutatásával egyidejűleg [azaz felülről lefelé haladó bányászat]).

II. főcél: A nagyberuházási státusz megszűnésétől, azaz 1981-től kezdve egyre inkább a magas fémtartalmú szkarnos rézérc és a vártnál jelentősebb dús rezes cinkérc megismerésének igénye került előtérbe.

A kutatási főcélokat jóváhagyott állami kutatási programok tartalmazták, melyek pénzügyi fedezetét 1981-től csak részben, majd 1986-tól egyáltalán nem biztosították. A kutatási főcélok váltásakor, majd a nagy világszerte átváltozásokkor, a fémvizsgálási technológia fejlődése során egyre világosabban látszottak a hiányosságok, bizonytalanságok (pl. Lahóca jelentősége, aranyvizelmzések megbízhatósága, stb.).

1.2. A kutatások feladatai

A bányabeli kutatások feladatai részletes fázisú földtani kutatásnak feleltek meg, amelyek jelentősen eltérőek, ha az I. főcél, vagy a II. főcél tekintjük. Komoly értékelési bizonytalansági faktort jelent már önmagában az az egyszerű tény is, hogy még az I. főcél feladatai sem voltak teljes egészében finanszírozva, a kutatások 1981-től folyamatos alulfinanszírozás mellett történtek. A II. főcél fajlagos kutatásigényessége még sokkal nagyobb. Ez az ellentmondás 1981-től végigkísérte a kutatómunkákat.

1.3. A vizsgált objektum kutatási lefedettsége

Laterális lefedettség

Az I. főcél szempontjából kutatás tárgyának a rézérces terület legproduktívabb északi részének porfirios rezes öve számít, ahol az értékelés tárgyai az egyedi ércetek. Ezt a kutatás észak és nyugat felé a bányabeli kutatás határig lehatárolta, az értékelhetőség szintjéig felfúrta. A lehatárolás ÉK, K, D, DNy-i irányokban nem történt meg. Ennek ellenére elmondható, hogy a bányabeli kutatás a szükséges értékelhetőség szintjéig a porfirios öv érceit a rézérces terület legproduktívabb északi részén kutatásokkal lefedte, a kitűzött kutatási programot teljesítette.

A II. főcél szempontjából a kutatás elsőrendű objektumának az intrúziót szegélyező átalakult (elsősorban szkarnos) öv tekinthető, ahol az értékelés tárgyai az érces szintek, ércetek csoportok vagy ércetek a kutatóobjektumok helyzetétől és sűrűségétől függően. A bányabeli kutatással a szkarnos zóna kutatása éppen csak megkezdődött, az elfogadott kutatási program nem teljesült, a teljes mélyszerinti ércelőfordulás potenciális szkarnos övének legjobb esetben is csak mintegy 1/10 részét érintették a munkák.

Vertikális lefedettség

Az állami kutatási programokban a -300 m és -1100 m szintköz kutatása szerepelt, a -500, -700 és -900 méteres Balti magasságokon kihajtandó főfeltáró szintekről felfelé és lefelé haladó magfúrásokkal. Mivel a -500 m magasságban kialakított aknakilépő után mindösszesen 50 méter vágatot hajtottak ki, ezért a -500 m szint is csak a -700 m Balti szinttől felfelé menő fúrásokkal volt elérhető. A felfelé menő fúrások technikai kivitelezhetősége a gyakorlatban jelentősen rosszabb a lefelé menő lyukakhoz képest, ezért több tervezett felfelé menő fúrás nem lett lefúrva, illetve elszerecsétlenedett. A kutatások fő szintje a -700 m Balti magasság volt. Az itt kihajtott főfeltáró és kutató vágatrendszerből indított magfúrásokkal legkedvezőbben a -700 és -900 m közötti szintköz volt megismerhető.

Mivel a -900 m Balti magasságon kihajtott főfeltáró vágat csak 1981-ben csatlakozott a légaknára (II. akna), ezért kevés feltáró és kutató vágat kihajtására és még kevesebb lefelé irányuló kutatófúrás telepítésére kerülhetett itt sor.

Mindezek következtében a bányabeli kutatások a -500 m és -900 m közötti vertikális szintközt érintették, azt is egyenetlen sűrűséggel.

1.4. A kutatások kivitelezési ideje

A mélyszinti ércesedés külszíni kutatása 1959-ben kezdődött meg, 1965-1980 között teljes intenzitással folyt, 1981-1991 között lelassult, 1991-1998 között vegetált, 1999-ben a víz alá eresztéssel megszakadt. Kutatási zárójelentés készült a külszíni kutatásokról 1971-ben (rézérces terület) és 1984-ben (teljes terület). A napjainkban rendelkezésünkre álló adatok legnagyobb része 1984-ig gyűlt össze. A bányabeli kutatásokról összefoglaló jelentés készült 1988-ban (kiegészítések 1990-ben). A nem teljes rézérces területre 1991-ben bányatelek lett fektetve „Recsk II. (Recski Ércbánya Vállalat) – színesfémérc” védnévvel. A víz alá eresztést követően, 2000-ben a bányatelekre vonatkozóan összefoglaló földtani jelentés készült, ami megkönnyíti a tájékozódást az adatok között.

A teljes emberöltőnyi kutatási idő alatt gyakorlatilag minden módszer és személy változott, ami óhatatlanul a kutatási adatok, dokumentációk nehezen számszerűsíthető inhomogenitásához vezetett. Ma már a meglévő adatok felhasználása is igen nagy időráfordítást, olykor – pl. adatvesztés esetén – megoldhatatlan nehézségeket okoz.

1.5. Kutatási háló

A külszíni fúrásos kutatás és a bányabeli kutatás is uralkodóan függőleges szelvények rendszerében történt, a fokozatos sűrítés alapján 500x500 m, 350x350 m, 250x250 m, 175x175 m fúrások közötti távolsággal. A legsűrűbb fúrástelepítés a legproduktívabb területeken (É-1, É-2) történt.

A külszíni fúrásos kutatás szelvényirányai (keresztshelvények: 70-250°, hosszanti szelvények: 160-340°) nem egyeznek a bányabeli kutatási szelvények (keresztshelvények: É-1: 80-260°, É-2: 31-211°, hosszanti szelvények: É-1: 170-350°, É-2: 120-300°) irányjaival.

Ráadásul a bányabeli kutatás először abból a koncepcióból indult ki, hogy a főfeltáró szinten vágattal csatlakoznak egy-egy külszíni kutatófúrássra, majd azt két egymásra merőlegesen kihajtott kutatóvágattal és a belőlük felfelé és lefelé indított kutatófúrásokkal kutatják meg. Ez az elképzelés az É-2 bányamező kutatása során élt, majd a kutatás az É-1 bányamezőben már egymásra merőleges szelvényekben telepített magfúrási legyezők rendszerét alkalmazta.

Az eltérő szelvényirányok és kutatási rendszerek jelentős bizonytalansági tényezőt jelentenek a térbeli értékelésekben, valamint a külszíni kutatási adatok és bányabeli adatok együttes kiértékelésében.

1.6. Kutatóobjektumok típusa

Bányavágat

A bányabeli kutatási rendszer koncepcióváltása jól látszik a bányavágatok telepítésében. Az É-1 területen a kutatóvágatok a legnagyobb változékonyság irányával párhuzamosak, nem pedig merőlegesen arra, nagyjából egymástól 130 m távolságra esnek. A -900 m szinti szkarnos zóna kutatása módszertanilag megfelelőnek ítélnélhető, mivel a feltáró vágatok a zóna külső és belső határán futnak, a kutatóvágatok a legnagyobb változékonyság irányával párhuzamosak.

Fúrás

Külszíni fúrás – A külszíni kutatás 1959-1978 közötti időszakában – időrendi sorrendben – sörétfúrást, keményfémbetűtes fúrást, gyémántfúrást, gyémántfúrást duplafalú magcsővel, gyémántfúrást duplafalú magcsővel és gyorsmagszedővel alkalmaztak. Könnyen belátható, hogy milyen jelentős különbség van a különböző technikákkal szedett magminta reprezentativitása, megbízhatósága között.

Az első 35 fúrás az alaphegységig teljes szelvényű fúrással (görgős véső) haladt, csak 50 méterenként vettek 2 m magot, azt is keményfémbetűtes koronákkal fúrták. Ez jelentős adathiányt és komoly bizonytalansági tényezőt jelent a szelvény felső 200-350 méteres szakaszának értékelésben.

Bányabeli fúrás – A bányabeli fúrásokat Diamec250E elektrohidraulikus gyémántkoronás magfúrással, jó minőséggel, 36 mm magátmérővel végezték. A magkihozatal megfelelő volt, a minták közelítenek az elméleti „ideális” mintákhoz. Átlagos esetben, legfőképpen pedig a hintett-eres érc típusnál a minta tömege is megfelelő. Az 1 méteres minta anyaga azonban bizonyos esetben – pl. szélsőségesen változékonny, nagy szemű ércek harántolásakor – nem elegendő a reprezentatív mintatömeg eléréséhez. (Ezt igazolja, hogy a vágat-előfúrások elemzése és az ugyanazon vonal mentén kihajtott vágat részmintázási adatai között porfíros rézércek esetében jó egyezés, a fészkes-csomós szkarnos ércek esetében lényeges eltérés volt megfigyelhető.)

1.7. Kutatóobjektumok térbeli elhelyezkedése

Irány – A bányabeli kutatófúrások a fentebb jelzett szelvények síkjában, legyező alakú kiosztásban mélyültek. Csak a legnagyobb változékonysággal párhuzamos síkokban lehetett kizárólag függőleges fúrásokból szelvényt szerkeszteni.

Szabályosság – Az elméletileg telepítendő fúrási legyezők lefúrása több helyütt műszaki okokból nem volt lehetséges (felfelé menő fúrás elszerecsétlenedése). A szabályos fúrástelepítést sokszor a szabálytalan vágatrendszer is akadályozta.

Térbeli eloszlás egyenletessége – A fúrási legyezők alkalmazása a kutatóvágatok mennyiségének minimalizálása miatt elkerülhetetlen volt. Azonban ez azzal járt, hogy az elképzelhető ideális telepítés esetében is az ismeretesség mértéke a két szint között szélsőségesen egyenetlen volt. A fúrási legyezők indulási pontjai közelében (pl. 5 méteren

belül) méteres távolság volt csupán az egyes fúrások között, míg a megcélzott, 200 méterrel lejjebb vagy feljebb lévő szinten 62,5 x 62,5 m. Ez egyben azt is jelentette, hogy a fúrási legyezők telepítését lehetővé tévő kutatóvágatok egymás közötti távolsága 130 m, tehát ekkora harántolás nélküli „információs lyukak” is képződtek a legyezők között, amit csak a vágatok között lefűrt vízszintes fúrás csökkentett.

1.8. Földtani dokumentáció

1959 óta a recski ércterületen 30-40 személy vett részt a fúrások és bányatárségek földtani dokumentálásában. Minden egyeztetési törekvés mellett a személyek közötti látásmódbeli eltérések elkerülhetetlenül érződnek a dokumentációkban is. A bányabeli kutatás során alkalmazott adatlapos dokumentálási mód sem tudta kizárni ezt a tényezőt, ami az értékelésben megoldhatatlan helyzetet is okozhat.

2. A mintavételezés rendszere és a laboratóriumi elemzések metodikája

2.1. Külszíni fúrások mintázása és elemzése

1959-1969 között többféle módon történt a külszíni fúrások mintavételezése. Utána az 1969. júl. 10-i OÉÁ utasítás (iparági szabvány) alapján történt a mintavételezés. Ez külön előírásokat tartalmazott a rézércekre és a komplex ércekre. Együttes előfordulás esetén a komplex ércek élveztek prioritást a mintavételi mód megválasztásában, az alábbiak szerint:

Komplex ércek mintázása

Ércnyom-mentes alaphegységi kőzetekből

- 5,00-10,00 m-es szakaszokból kell összevont mintát leadni;
- A 2,00 m-es illetve 1,00 m-es szakaszok legalsó 0,20 m-es mintáját kell felezni, előkészíteni és öt mintából összevonást képezni.

Ércnyomos alaphegységi kőzetekből és érctelep fedő és fekéldalán

- 5,00 m-es szakaszokon 1,00 m-es összevonást kell alkalmazni.

Alaphegységi, műrevalónak ígérkező érctelepből

- a megjelenéstől kezdve 0,20 m-kénti mintázást kell végezni, és ezt kell elemzésre leadni.

Rézérc mintázása

- Az alaphegységben rekedt andezitek és andezit jellegű kőzetek, illetve azon szkarnos kőzetek, amelyekben rézdúsulás jelentkezik, 1,00 m-es szakaszban mintázandók.

- A fúrások anyagából minden 5. métert tájékoztató elemzésre kell leadni Cu, Pb, Zn, Fe, Mo, Se alkotókra.

- Cu elemzésnek minden méterből kell lennie.

- Amennyiben a tájékoztató elemzések elérik $Pb \geq 0,50\%$; $Zn \geq 0,75\%$; ill. $Mo \geq 0,005\%$ -ot, akkor a közbenső métereket is meg kell elemeztetni az anomális elemekre.

1969-ben megtörtént a korábbi fúrások (Rm-6-tól Rm-66-ig) anyagának újrafeldolgozása, újramintázása és újraelemzése. Ez lehetővé tette az egységes készletszámítás elvégzését, ugyanakkor nehezen megítélhető, hogy mekkora adatvesztésre kerülhetett sor az újramintázott fúrások földtani információiban.

A komplex ércek sorozatelemzésre minden esetben 0,20 m-ként került sor. Rézérces fúrások esetében a mintázást kétféleképpen hajtották végre:

- a fúrások nagy átmérőjű kezdeti szakaszain 0,20 m-ként történt a zacskózás;
- ahol a fúrómag átmérője megengedte, ott 0,50 m-es mintadarabok kerültek egy-egy mintaszákba.

A fúrásoktól bekerülő maganyagot felezték (súlyprés, gyémánt felező). Az egyik fél minta – mint dokumentációs anyag – további tárolásra került a recski mintaraktárban, míg a másik felét pofástörőn 0,5-1 cm nagyságig törték. Ezután a mintaanyagot golyósmalomban (Fritsch malom) porították tovább 100 mikronos szemnagyságig. Az így előkészített mintaanyagból mérték ki a laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges mennyiségeket (100-250-500 gr).

Fentiek alapján látható, hogy a magmintaraktárban még meglévő minták alapján sem egyszerű egy-egy telep ellenőrző elemzéseinek elkészítése.

2.2. Bányabeli fúrások mintázása és elemzése

A bányabeli kutatófúrások maganyagát a fúrás helyszínén alumínium mintatálcákba helyezték, melyeket konténerekben szállítottak a felszínre. Az általános mintavételi és elemzési rend szerint a mintázás méterenként történt, és a fúrások minden folyómétere teljes egészében őrlésre, átlagolásra és valamilyen, de legalább rézelemzésre került. Ez a rendszer 1981 után úgy módosult, hogy a makroszkóposan ércmentes szakaszokból csak minden ötödik métert elemeztették meg ötalkotós (Cu, Pb, Zn, Fe, Mo) elemzéssel.

Az elemzések kijelölése a következők szerint történt:

- a rézérces szakaszok minden méteréből Cu, a „0-1” és „5-6” végződésű méterekből Cu, Pb, Zn, Fe, Mo elemzés,
- polimetallikus metasomatikus és szfalerites rézérces szakaszokon minden méterből Cu, Zn elemzés,
- dús pirites, várhatóan 20% Fe feletti méterek mindegyikéből Cu, Fe elemzés,
- a többi fúrási méterből 5 méterenként Cu, Pb, Zn, Fe, Mo (ötalkotós) elemzés készült.

Amennyiben az ötalkotós elemzések során a Pb vagy $Zn \geq 0,20\%$, $Mo \geq 0,005$, $Fe \geq 20\%$ értékek jelentkeztek, úgy a laboratórium automatikusan sűrítette be az ötalkotós elemzési adat alatti és feletti 4-4 méteres mélységközt az anomális elemre. Réz esetében erre azért nem volt szükség, mivel a fúrásleírásokat végzők évtizedes gyakorlatuk alapján makroszkóposan általában nagy biztonsággal ki tudták jelölni a 0,20% Cu tartalmat elérő fúrási intervallumokat.

Au-Ag elemzésre utólag, a sorozatelemzések elkészülte után került sor $Cu \geq 0,8\%$ szakaszok esetében. Telepenként összevont, 5-méternél hosszabb telep esetében pedig 5 m-enként összevont mintákból, vagy geológus döntése alapján meghatározott egyéb szakaszból.

Térfogatsúly meghatározásra a fúrás elsődleges leírása során makroszkóposan, telepenként kijelölt 10-20 cm-es magdarabokat vettek ki.

A vágatok résmintázása a vágat kihajtása után és/vagy negyedévenként történt, kivéve a -900 m szinti polimetallikus ércterületet, ahol havonta kellett a résmintázást elvégezni. A vágatok mintázása folyamatos volt. A résmintázás a vágatfalon szilánk-mintavétellel, a vágatfal síkjában 1,5 m magasságig történt. A mintahossz meddő kőzet vagy rézérc esetében 4 m, polimetallikus érc esetében 1 m volt. Kisszelvényű kutatóvágatoknál (pl. 2201 vágat) a falakon szedett egyedi mintákat az azonos méterközökben összevonták, és az eredményeket a vágat középvonalára értelmezték. Egy-egy minta 15-20 kg anyagot tartalmazott. A mintákat alumínium dobozokba szedték, melyek konténerben kerültek a felszínre. Elemzés minden résmintából rézre, minden harmadik résmintából rézre, ólomra, cinkre, vasra, molibdénre és – érc esetében – térfogatsúlyra történt.

A fenti ismertetéssel érzékeltetni kívántuk az egységes sorelemzési adatbázis létrehozásának és felhasználásának bizonytalansági tényezőit, az adatrendszer belső inhomogenitását.

2.3. Alkalmazott elemzési módszerek és bedolgozó laboratóriumok

A kutatás kezdetétől eltelt majd 50 év alatt sok eltérő elemzési módszer és különböző laboratóriumok alkalmazására került sor. A sorelemzések területén az 5%-os külső és 5%-os belső kontroll alapján megbízhatóan lehet értékelni az elemzések biztonságát, hibahatárát. Ezek részletes ismertetésével minden zárójelentés és több tanulmány is foglalkozik.

A recski ércterület vizsgálata 1969-től az Országos Érc- és Ásványbányák feladata volt, ezért a sorelemzések alapvetően a vállalat recski és egri laboratóriumaiban történtek. A sorelemzések kontrollvizsgálati eredményei alapján elmondható, hogy a főelemek elemzése közül a réznek kiemelkedően jó a minősége, a Fe, Zn, Pb elemé jó minőségű, míg a Mo relatív hibahatára a legnagyobb. Az elvégzett kontrollelemzések értékelése alapján a Cu, Fe, Zn, Pb elemek meghatározásai a nemzetközi gyakorlatban elfogadott hibahatárokon belüliek.

Az arany elemzése a mélyszínen szisztematikus alábecslést és nagy véletlenszerű hibát tartalmaz. Ma a recski labor aranyelemzése alapján a mélysínt aranyértékelése nem tekinthető sem reprezentatívnak, sem elfogadhatónak.

A nagymennyiségű félmennyiségi színképelemzéses nyomelemvizsgálat kiértékelésében igen nagy bizonytalanságot jelent, hogy az elemzések több laboratóriumban, más-más műszerrel, személyzettel, mintegy 20 éves időintervallumban készültek, az egyes fémek alsó-felső kimutatási határai eltérőek.

3. Az adatok térbeli helyének meghatározási pontossága

Minden fúrás (külszíni és bányabeli egyaránt) lyukszáját és minden kihajtott bányatérseget geodéziai módszerrel műszeresen bemérték. A koordinátákat, térképeket a Gellérthegyi sztereo koordinátarendszeren alapuló helyi koordinátarendszerben tartották nyilván. Tehát az alappontok és elsőrendű mérési elemek rendszere a Gellérthegyi sztereo koordinátarendszer.

Az 1993. évi XLVIII. törvény (a bányászatról) előírásai alapján a bányatérképeket EOVS rendszerben kell elkészíteni. A sztereo koordinátákat (legalább a bányatérképek alappontjai szintjéig) új EOVS alappontok kialakításával újra kellett volna mérni. Ez nem történt meg. Ezért tudomásul kell vennünk, hogy minden kutatási adatunk térbeli helye csak sztereo koordinátarendszerben felel meg a bányászásban előírt geodéziai bemérési pontosság kritériumainak. Konverzió céljára az évek során több – különböző pontosságú – vetületi átszámító programot alkalmaztak, ennek következtében az átszámított koordinátákban 2-3 méteres eltérés is előfordul. Ezek a hibák balszerencsés esetben a kiértékelés során összeadódnak. Következésképpen a vetületi rendszerek közötti – műszeres alappontmérések nélküli – áttérés a későbbi bányabiztonságot is veszélyeztető mértékű elmozdulást okozhat. Nem lehet vitás, hogy egy esetleges újrainvitás legelső munkálata a geodéziai alappontmérések megújítása kell legyen.

A külszíni fúrások esetében ferdeségmérő műszerrel csak a csövezett szakaszokban mértek, tehát a legtöbb fúrásban a felső 300-600 méteres szakaszon nincs ferdeségmérési adat. Utána azonban már hiába mérték 25-50 méterenként a lyukferdeséget, azzal együtt is csak egy hibakört tudunk kiszűrésre, amin belül bárhol lehet az adott fúrás. Ez a hibakör akár 100 méter sugarú is lehet. Ezért gyakorlatilag lehetetlen felhasználni a külszíni fúrások mintaelemzési eredményeit a bányabiztonsági kutatás értékelésekor.

A bányabiztonsági kutatás fúrások esetében csak a fúrások kb. 1/3-ában volt ferdeségmérés. A földtani szolgálat 3 db PAJARY típusú magneto-mechanikus, óraszerkezetes ferdeségmérő műszerrel rendelkezett. Ezek a kényes mechanikájú precíziós háromdimenziós kompaszok gyakran meghibásodtak (beázás esetében mindig), ráadásul a környezet mágneses tulajdonságú ásványai (pirrotin, magnetit) is képesek voltak elhúzni a mágnesűt. A beázás után megjavított ferdeségmérők a későbbiekben sokszor megbízhatatlanul működtek. Az előzetes tanulmányok alapján a 200 m fúrási hosszban a bányabiztonsági fúrások 6-25 m között ferdültek. Ezek alapján elmondhatjuk, hogy a bányabiztonsági kutatás egyik legjelentősebb kutatás-módszertani bizonytalansági tényezője a ferdeségmérések elmaradása, illetve azok esetenkénti megbízhatatlansága.

Az 1996-97-ben a -900 m szinten kihajtott 321 számú vágat, valamint bányabiztonsági fúrások lyukszájai (V-50, -51, -52, -53, -53A, -54) geodéziailag nem lettek bemérve.

Következtetések

A fentiek alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- *A recski ércmező – elsősorban a mélyszinti ércesedés – területén a kutatás-módszertani tényezők hatása meghatározó jelentőségű a földtani bizonytalanság megítélése és kvantitatív értékelése szempontjából.*
- *A recski ércmező és annak részei, sőt azokon belül egyes térrészek értékelhetősége és ismeretessége jelentősen eltér egymástól.*
- *A kutatás-módszertani tényezők földtani bizonytalanságra való hatása alapján további kutatási perspektívák, illetve szükségszerűségek fogalmazhatók meg.*

- A 40 év során összegyűlt adathalmaz felbecsülhetetlen értéket képvisel, ám több szempontból (kutatási technika, elemzési technikai, technológia, labor, dokumentálók személye, stb.) inhomogén. Következésképpen a rendelkezésre álló adatok alapján nem lehetetlen azonos és egyenletes információtartalmú térbeli adatbázist előállítani, ezért különleges kihívást jelent a recski ércmező „egységes” számítógépes feldolgoása.

Az arany-meghatározások problémájával két publikációban foglalkoztunk (P-5, P-6). Korábbi kutatók is felvetették az elemzési eredmények megbízhatóságának kérdését. A kontrollelemzések általában megnyugtató eredményt adtak – kivéve az aranyelemzéseket. Ezzel több tanulmány is foglalkozott, és a kontrolladatok alapján – főként az alacsony értéktartományokban – többször szisztematikus hibát mutattak ki az arany-meghatározásokban. Ennek következtében az arany eloszlásának törvényszerűségeit a recski érc-komplexum egyes térrészeire vonatkozóan a mai napig feltáratlanoknak, vagy bizonytalanoknak kell tekintenünk (P-6).

A már említett magyar- finn együttműködésünk célkitűzései között is szerepelt a recski arany- és platinaelemzések megbízhatóságának vizsgálata. Az eredmények megerősítették, hogy a természetben – még az ércfeldúsulásokban is – nagyon kis koncentrációban előforduló nemesfémek meghatározása még napjainkban is komoly kihívást jelent az analitikai kémia számára (P-5). A különböző analitikai mérési módszerek és – még inkább – az eltérő minta-előkészítési eljárások hatékonysága rendkívül eltér a nemesfémek vonatkozásában, így a megfelelő elemzési metodika kiválasztása fokozott gondosságot igényel.

I.4. A környezetföldtani háttér jellemzése

Jelen kutatás céljai között szerepelt a környezetföldtani geokémiai háttér előzetes jellemzése is, ehhez kapcsolódik a P-2 tanulmány, amelyben áttekintettük és összefoglalóan ismertettük a területet ért környezetkárosító, és a környezetet potenciálisan veszélyeztető hatásokat. Ezek egyrészt az érces rendszer képződésével kapcsolatos földtani folyamatok következtében, másrészt a több évszázados bányászat és bányászati módszerekkel történő érc-kutatás, valamint a recski mélyszinti ércesedés külszíni mélyfúrásos kutatása következményeként alakultak ki. A teljes állapotfelmérés, majd a kárelhárítás és a környezeti veszélyforrások felszámolása folyamatos állami feladat. Ugyanakkor egyes folyamatok, jelenségek részben hasznosíthatók is, pl. gyógyászati, turisztikai célra. Ilyen a parádfürdői szulfátos-vasas bányavíz (P-7), és a szén-dioxid feláramlások (P-2), amelyek terápiás célra alkalmazhatók.

Közreműködtünk a nagyobb hazai meddőhányók – köztük kiemelten a Recsk-Lahóca terület hányói – terepi geokémiai felmérésében és értékelésében, egy a Magyar Geológiai Szolgálat és az Európai Bizottság Kutatási Központja (JRC) (Ispra, Olaszország) között – a PECOMINES kibővített projekt „Inventory, Regulations and Environmental Impact of Toxic Mining Wastes in Pre-accession Countries” témájában – létrejött együttműködés keretében. A vizsgálatok kimutatták a Cu, Zn, Fe, As, Cd és Co emelt értékeit a térség talajvízeiben. A munka eredményei nyomtatásban is megjelentek, illetve nemzetközi konferencián is beszámoltunk róla. (Sajnálatos módon a publikációkból kimaradtak az OTKA-téma hivatkozásai – ld. a következő rész végén.)

II. Egyéb eredmények

Részt vettünk a kutatási témához kapcsolódó alábbi rendezvények szervezésében:

- **A Darnó zóna geológiája és geofizikája** - Előadóülés és terepbejárás. MFT Általános Földtani Szakosztály - MFT Észak-magyarországi Területi Szervezete - Miskolci Egyetem Földtani-Teleptani Tanszéke - Recski Hely- és Bányászattörténeti Alapítvány, 2003. május 29-31.
- **Első Múzeumi Nap.** A Recski Hely- és Bányászattörténeti Alapítvány - Érc- és Ásványbányászati Múzeum - Recsk Nagyközség Önkormányzata és az OMBKE közös rendezvénye. Recsk, 2003. szeptember 17.

A fenti Darnó-konferenciához kirándulásvezetőt állítottunk össze:

Szebényi G. (szerk.): **A Darnó zóna geológiája és geofizikája – Kirándulásvezető.** Recsk, 1-33, 2003

A projekt támogatást nyújtott az alábbi tanulmányutak megvalósításához:

- Finn Földtani Szolgálat, Espoo és Rovaniemi, Finnország (Szebényi G., 2003)
- Gironai Egyetem, Girona, Spanyolország (Kovács PG., Ó.Kovács L., 2003)
- Bingham Mine, Utah, Egyesült Államok (Kovács PG., Ó.Kovács L., Szebényi G. 2006)

A kutatás témájához kapcsolódott több diplomaterv, amelyek elkészítéséhez a kutatási téma többoldalú támogatást nyújtott:

- Sass Enikő: *Mennyiségi geostatistikai paraméterek jellemzése a recski mélysínt porfirós rézérc típusán* (Miskolci Egyetem);
- Sándor András: *Az ércetest paraméterek és a kiemelési határ összefüggése a mélysínti porfirós rézércesedés egy jellemző szelvénye alapján* (Miskolci Egyetem);
- Czakó Viktória: *A szén-dioxid adatok értékelése a recski érces területen* (Miskolci Egyetem);
- Kaleta Márta: *A recski csevicék felmérése és előzetes értékelése* (Soproni Egyetem).

Megjegyezzük még, hogy néhány, a projekt hozzájárulásával elkészült közlemény – félreértés, mulasztás, vagy technikai hiba miatt – OTKA-szám nélkül jelent meg nyomtatásban. Ezeket a zárójelentéshez csatolt publikációs listában – az OTKA-útmutatónak megfelelően – nem szerepeltetjük, de alább felsoroljuk:

- Jordan G, Rukezo G, Fügedi U, Carranza EJM, Somody A, Vekerdy Z, Szebényi G, Lois L: **Environmental impact of metal mining on catchment drainage in the historic mining area of Recsk-Lahóca mines, Hungary.** In: Proceedings of the 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems „Geoscientific Information for Spatial Planning”, Bologna, Italy, 17-20 June 2003. vol. II, 713-715, 2003
- Licskó I, Lois L, Szebényi G, Fonyó Gy: **Environmental pollution effect of a non-operating ore mine site.** In: Schröder HF (ed.): Proceedings of the 4th IWA Specialized Conference on Assessment and Control of Hazardous Substances in Water „ECOHAZARD 2003”, Aachen, Germany, 14-17 September 2003, pp. 91/1-91/4, 2003
- Fodor B, Tóth Gy, Somody A, Szebényi G: **Mining, mining waste and related environmental issues in Hungary,** in: Jordan G and D’Alessandro M (eds): Mining, mining waste and related environmental issues: Problems and solutions in Central and Eastern European Candidate Countries. Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, Italy, 79-90, 2004

III. További kutatási irányok

Jelen kutatásban igen sok a módszertani elem. Ennek megfelelően a további kutatási irányok között is több metodikai jellegű téma nevezhető meg. A numerikus adatbázis egyelőre ellenőrizetlenül, sérült, de helyreállított állományban tartalmazza az érces nyomelemeket. Ezek ellenőrzése és javítása után a sokváltozós statisztikus feldolgozás igénye szinte magától értetődő.

A kőzetkémiai adatok pontosítására szintén szükség lesz, jóllehet évekkel ezelőtt egy főelemkémiai adatbázis az összes magyarországi fiatal vulkanitra – körültekintő munkával – elkészült. Erre figyeltek fel az összetételadatokat statisztikai vizsgálatában egyik nemzetközi iskolának számító Gironai Egyetem (Spanyolország) matematikusai, akikkel együttműködve elsőként az üde vulkáni kőzetek kémiai adatainak korszerű statisztikai vizsgálatát végeztük el, amelynek eredményét módszertani mintatanulmányként a Geological Society jelentette meg (P-9). A tanulmányban bemutatjuk a logaritmikusan transzformált adatok hányadosait alkalmazó Aitchison-metodika hatékonyságát kémiai evolúciós trendek kimutatásában és elválasztásában. A Recski Ércmező vulkanitkémiai és érckémiái fejlődése nagyszámú analóg numerikus problémát képvisel; a spanyol partnerekkel már megkezdődött egy következő adatfeldolgozás előkészítése.