

# Ténykép

Seresné Hartai Éva – Földessy János – Zelenka Tibor

## A Telkibányai nemesfémbányászat környezeti hatásainak vizsgálata

### Bevezetés

Telkibánya Magyarország egyik legjelentősebb egykori bányavárosa. Fontos középkori ipari műemlékünk, amely korábban semmiféle védelmet nem kapott, sem kiterjedését, sem állapotát nem ismertük pontosan. A Miskolci Egyetem Földtan-Teleptani Tanszéke a Kassai Műszaki Egyetem Geológiai és Ásványtani Tanszékével együttműködésben, 2005-ben egy PHARE CBC projekt keretében Telkibánya környékén végzett kutatásokat. A projekt kidolgozása során megtörtént a terület természeti, környezeti állapotának felmérése, a középkori bányászati létesítmények leltára és állapotellenőrzése, az oktatási, ismeretterjesztési és turisztikai hasznosítás lehetőségeinek feltárása, és projektterv készült ezek tényleges megvalósítására. Az alábbiakban az egykori bányászat környezeti hatásainak vizsgálatával kapcsolatos eredményeket ismertetjük.

### Telkibánya környékének földtani viszonyai

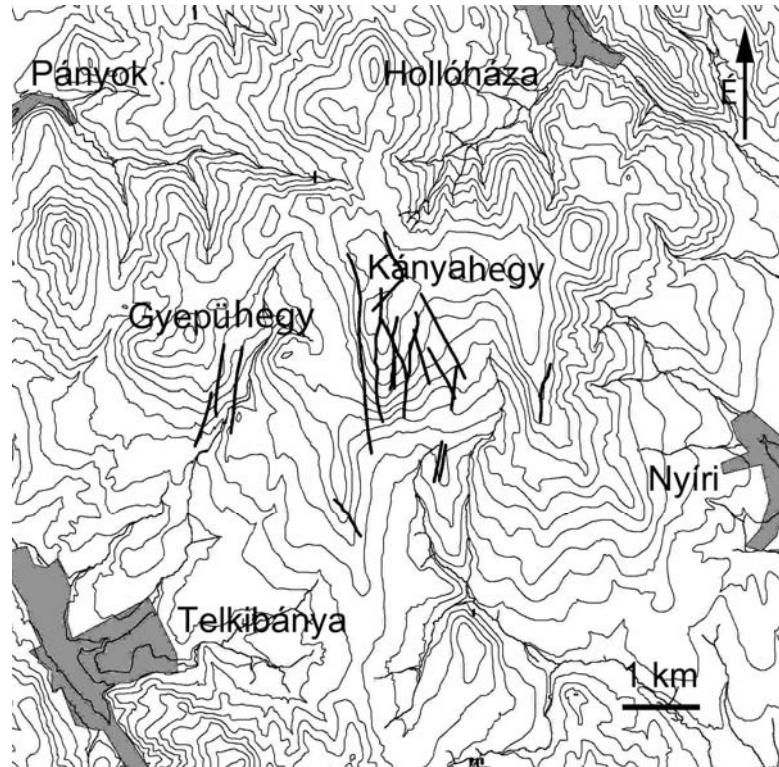
Telkibánya és környéke földtani jellemzők alapján a Tokaji (Zempléni) - Szalánczi hegység miocén vulkáni ívének részét képezi.

A legidősebb alaphegységi képződmények Telkibányánál még mélyfúrásból sem ismertek. A Füzérkajata 2. fúrás 1064 m-ben viszont elérte az alaphegységet, mely gömöri típusú felsőkarbon korú kőszénnyomos, törmelékes-karbonátos üledékekből állt; ettől K-re Vilyvitány és Felsőregmec területén ópaleozóos, gyengén metamorf, csillámpala-gneisz sorozat van a felszínen, Ny felé Hidasnémeti irányában ez a sorozat lépcsős lezökkenésekkel 1500 m mélység alá süllyed. A Telkibánya környékén végzett magnetotellurikus mérések szerint 1400 m körüli mélységben várható az alaphegység.

A terület nagy negatív Bouguer gravitációs anomáliája arra utal, hogy az alaphegység felett vastag laza vulkáni üledékes képződmények találhatók. A hegység K-i részén néhány alaphegységet elért mélyfúrás (Rudabányácska 2, Széphalom 1, Füzérkajata 2, Sárospatak 8) adatai szerint a bádeni vulkáni- üledékes kőzetek diszkordánsan települnek az erősen összetört, eltérő felépítésű mezozóos és paleozóos kőzetekből álló erodált alaphegység felszínre. A mélyfúrások és a felszíni feltárások alapján a bádeni korú faunás agyagos üledékek tufitokkal és riolit piroklasztit árákkal váltakoznak 3-400 m vastagságban.

A miocén szigettengeri vulkanizmus központja a hegység északi részén Telkibánya körzetében volt. A szarmata emeletben a szigettengerben egymással váltakozó tengeri agyag, víz alatt képződött andezites hialoklasztitbreccsa, riolittufit, vízbe ömlött riolitártufa és konglomerátum rakódott le. A sorozat központi részén egy közel 8 km átmérőjű, kettős gyűrűs felépítésű andezit rétegvulkán képződött. Ez a rétegvulkáni andezit főleg lávaárakból áll, és erősen propilitesedett. A vulkán kupola részének beszakadásával kaldera jött létre. A kaldera szegélyén andezit és dácit parazita vulkáni kúpok ülnek, belsejében riolit (Pálhegy, Ördögvár) és riódácit (Fehérhegy, Királyhegy) dómok alakultak ki.

A kaldera szerkezet déli részén szubvulkáni andezittek nyomultak be, melyek részben a rétegvulkáni andeziteket, részben a tengeri agyagokat, illetve riolituffákat termikusan kontaktizálták. A szubvulkáni testek erős kálímetaszomatózist szenvedtek, ami adular dúsulásával járt. A radioaktív kormeghatározások szerint ez a folyamat kb. 12-12,5 millió évvel ezelőtt történt. Ma a szubvulkáni testek két helyen találhatók felszínen, a nyugati területen a telkibányai Gyepűhegyen és a pányoki Tilalmasnál, míg egy másik test a telkibányai Kányahegyen, Jóhegyen és a nyíri Fehérhegyen. A két szubvulkáni test között a Medvehegyen ép, el nem változott rétegvulkáni andezit található (Zelenka 1994).



1. ábra: A telkibányai érces terület teléreinek helyzete

A kálímetaszomatizált szubvulkáni testekben epitermális, alacsony szulfidizációs ércesedés alakult ki. Az ércesedés során közel É-D-i és ÉK-DNy-i csapással 14 db nemesfém-tartalmú (Au, Ag) telér képződött (1. ábra). Ezek a telérek a felszínen kovás-kvarcos, lefelé agyagásványos (illites) és a mélyben karbonátos kitöltésűek. A telérek felső 300 méterében az ércesedés elsősorban hintett terméсарany és ezüst szulfidásványok (argentit, pirargirit, freibergit stb.) formájában található. A mélyebb részekben megjelenik az ólom és cink ércesedés galenit, szfalerit és kalkopirit formájában. Az egyes telérek kilométer hosszúságúak és 40-80 cm vastagok. Ezeket a teléreket művelték a középkortól a XIX. századig egészen a helyi erózióbázis (patak) szintjéig. A hidrotermális zónák felett foltokban utóvulkáni melegvízű tavak kovaüledékei (kalcedon, opál) találhatóak Hg, As és Sb nyomelemek enyhe dúsulása kíséretében (Molnár 1997). A szarmata-pannon korszak határán (10,5-11 millió év) közel É-D-i csapású ép piroxén közzeltelek képviselik a vulkanizmus befejezését. Pannon üledékek csak a Hernád völgyéből ismertek.

## A telkibányai bányászat

A telkibányai arany- és ezüsbányászat kezdetei a XIV. század elejéig nyúlnak vissza. A bányászat ekkor felszínen zajlott. A bányászok a felszínre kinyúló kvarcteléreket követték, és az érc kitermelésével 6-8 méter mély aknákat alakítottak ki bennük. Ezeknek az aknáknak a beomlott maradványai ma is láthatók a felszínen, néhány méter átmérőjű mélyedések, úgynevezett „horpák” formájában (2. ábra). A bányászat intenzitását jelzi a Kányahegy és Gyepühegy térségében fennmaradt kb. 3000 horpa. Telkibánya Károly Róbert uralkodása idején nyert bányavárosi rangot.

A mélyszinti bányászat a felszínközeli részek kimerülésével a XVI. század elején indult meg. A mélybányászat során tárókat hoztak létre. Napjainkban kb. 80 táró maradványait ismerjük a telkibányai érces területen. A tárók levegőztetését aknák kialakításával oldották meg. Kezdetben mindezt kézi erővel, csákány és véső használatával hozták létre. Az ércet a Veresvízi altáró közelében lévő ércmosóban dúsították. Az őrlő és ércmosó romos maradványai napjainkban is láthatók.



2. ábra: A felszíni bányászat nyomait jelző horpák (mélyedések) a Kányahegyen

A virágzó bányászatot egy bányaszerencsétlenség szakította meg. Valószínűleg egy földrengés következtében a Lipót akna beszakadt, és a Veresvízi altáróban – a korabeli leírások szerint – 360 bányász vesztette életét. A beszakadt Lipót akna helyét ma egy kb. 30 méter átmérőjű süllyedék jelzi.

A bányakatasztrófát követően 200 évig szünetelt a bányászat, majd Mária Terézia uralkodása alatt, a XVIII. században indult meg újra. Ekkor már robbantásos fejtést alkalmaztak, és az ércet selmebányai és körmöcbányai öntödékbe szállították. A bányászat felvirágzásának az vetett véget, hogy a hatalmas mexikói ezüsttelepek felfedezése miatt az ezüst ára jelentősen lecsökkent. Végül, az 1850-es években a bányászatot megszüntették (Benke 2001, Zelenka 1997).

Az 1950-es években a területen érckutatást kezdtek, azzal a céllal, hogy megnyitják a korábbi bányákat. A készletek azonban nem bizonyultak műrevalónak. Ezt követően még több alkalommal indultak érckutatási programok, utoljára 2001-ben, de nem jártak olyan eredménnyel, ami a bányászat újraindítását indokolta volna.

### **A bányászat környezeti hatásai**

#### *A felmérés módszere*

A telkibányai bányaterületeken folyó érckitermelés és dúsítás megszakításokkal közel mintegy 600 éven át folyt. Ez idő alatt a területen számos létesítmény keletkezett, üzemelt, majd szűnt meg. Az egykori érckitermelés mennyiségét tekintve nem volt talán jelentős, de az ércek feldolgozása, az őrlés, mosás, foncsorozás mai ismereteink szerint erősen környezetszennyező tevékenység volt. Ugyancsak jelentős szennyező pontforrások lehetnek a felszínen hagyott meddőhányók, nyitott horpák, illetve a bányákból kifolyó vizek.

Az elmúlt 15 év során a területen két jelentős talajgeokémiai mintázási programot hajtottak végre. Az egyik a Magyar Állami Földtani Intézet regionális geokémiai áttekintő mintázása, a másik a kutatási koncessziót nyert RioTinto társaság talajgeokémiai mintavétele és elemzési sorozata volt. Ezen kívül, 1998 és 2001 között a Geokom kft. az angol Kazminco plc-vel közösen folytatott itt nemesfémérc kutatást, mely negatív eredménnyel zárult. A fentiekben említett kutatási adatokat a Miskolci Egyetem Földtan-Teleptani Tanszéke oktatási célra megkapta. A környezeti állapot értékelése részben ezekre az adatokra, részben a projekt során vett újabb minták elemzési adataira támaszkodott.

A vizsgálataink nem terjedtek ki olyan szennyeződésekre, amelyek forrása bizonyosan nem a korábbi bányászat, vagy annak hulladékanyaga (meddője) volt. Így nem vizsgáltuk a szerves eredetű szennyeződések, illetve a mai környezet (pl. közlekedés, egyéb ipari tevékenységek) okozta hatásokat. Nem vizsgáltuk a levegő állapotát sem, mivel a bányászat létesítményei jelenlegi inaktív állapotukban légszennyezést, kiporzást nem okoznak.

Az elemzési adatokat a 10/2000. (VI. 2.) KÖM-EÜM-FVM-KHVM együttes rendeletben (A felszín alatti vizek és a földtani közeg minőségének védelméhez szükséges határértékekről) megadott határokhoz viszonyítva értékeltük.

### **Vízföldtani megfigyelések**

A vízföldtani vizsgálatok során a felszín alatti vizek kifolyásánál, részben az ismert elfolyó bányavizek, részben a természetes források vizéből, a meddőhányók alól elfolyó vizekből, részben pedig a területet elhagyó természetes vízfolyásokból két sorozatban vízmintákat vettünk a vízben oldott nehézfém tartalmak meghatározására. A vizek mintázása során felszíni méréseket és tesztek végztünk, majd a vízminták laboratóriumi elemzésre kerültek. A vízminták vételénél a MÁFI Geokémiai Osztálya által kidolgozott protokollt és eszközöket alkalmaztuk. A mintákat a MÁFI laboratóriuma elemezte OES és ICP-MS spektrometriai módszerekkel.

A felszín alatti vizek esetében feltételeztük, hogy a földalatti nyitott bányáüregek, valamint a felszíni meddőhányók, horpabányászattal zavart felszínek hatása kimutatható lesz a felszíni vízfolyások és felszínelatti vizek felszíni kifolyási pontjai mintázásával. A források, bányavizek és patakok vízmintáinak geokémiai elemzése alapján megállapítható, hogy a Cr, Pb, Sn, Ag a kimutatási határérték felett sehol sem jelentkezett a vizekben. A többi elemre a 10/2000.(VI.2.)KÖM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletben a felszín alatti vizekre vonatkozó előírás alapján adtuk a minősítést.

*Vízhozam, pH, aniontartalom*

A terepi mérések és laboratóriumi tesztek eredményei a következőkben összegezhetők:

- A jelenleg vízkifolyással rendelkező tárókból a vízhozam, a hőmérséklet, és a vízzsűrűség időben állandó. Ezekben a régi bányászati létesítmények (aknák, tárók, fejtések) nyitott üregeinek vize csapolódik le. Az üregek feltételezhetően állandó utánpótlást kapnak felszíni beszivárgásból és felszökő vizekből, az állandó vízhozam csak ezzel magyarázható. A kifolyó vizek pH-ja közel semleges, veszélyt jelentő közetsavasodási folyamatra nem utal.
- A régi érces hányókból olyan helyeken, ahol állandó vízkifolyás van (csurgalék víz, feltörő "forrás" víz) az  $\text{SO}_4^{2-}$  tartalom minden esetben magas, mely az egykori pirit oxidációjából származik. Nem jelentős viszont a pH csökkenés, ami a hányóanyag jelentős semlegesítési potenciálját jelzi.
- A források, kutak részben csapadékfüggőek, részben a hegylábi törmelékből, vagy egyenesen a kőzet réseiből kapják a vízutánpótlást. Ezért vízhőmérsékletük, mennyiségük és részben összetételük ingadozik. A riolitos forrásoknál a vizek  $\text{NO}_3^-$  tartalma a többi mellékkőzet forrásaival viszonyítva megemelkedett.
- A terület patakjai a korábbi bányászat területén található forrásokból és a bányászattal nem érintett területek forrásaiból táplálkoznak, melyek az egész vízgyűjtő területen jelentkező vízfolyásokat egyesítik az erózióbázis helyszínén.
- A tárók, hányók és patakok vízének vezetőképesség értéke viszonylag magas, mely azt jelzi, hogy az átlagosnál magasabb az oldott fém tartalmuk.
- A természetes források és vízfolyások vízének pH-ja mellékkőzet függő: az agyagoknál a vizek pH-ja gyengén lúgos; a pirités andeziteknel és riolitoknál a gyenge savas kémhatás észlelhető (5 pH), és itt az  $\text{SO}_4^{2-}$  tartalom a vízkémiában domináló; az oxidált andezitek és riolitok jórészt semleges pH-val jelentkeznek.

A terület legjelentősebb bányavíz fakadása a Ferdinánd altáróból származik. A négy hónapig tartó naponként mérések alapján megállapítható, hogy a kifolyó víz mennyisége és hőmérséklete a levegő-hőmérséklettől és a csapadéktól független, értéke csaknem állandó, a vízhőmérséklet  $16^\circ\text{C}$  és 250 l/p a vízhozam.

*Toxikus nehézfém-tartalom*

A laboratóriumi elemzések egy része arra irányult, hogy a vízminták nehézfém-tartalmát meghatározzuk. A vizsgálati eredményeket a mintavételi helyek típusa alapján 6 csoportba foglalva ismertetjük. Az egyes csoportok mintáiban mért értékek közül a maximális értékeket, és az ezekhez rendelhető veszélyességi kategóriákat a 2. táblázatban tüntettük fel. A kategóriákat a 10/2000.(VI.2.)KÖM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet alapján jelöltük meg.

1. táblázat: A mintákban mért toxikus nehézfém-tartalom és az ennek megfelelő szennyezettségi kategóriák

Elem	Maximális nehézfém-tartalom (mg/kg) és minősítő kategória											
	1. csoport		2. csoport		3. csoport		4. csoport		5. csoport		6. csoport	
As	55	C <sub>3</sub>	16,8	C <sub>1</sub>	4,50	A	4,45	A	169	C <sub>3</sub>	12,1	C <sub>1</sub>
Zn	183	B	238	C <sub>1</sub>	14,8	A	9,12	A	183	B	9,37	A
Cd	0,97	B	0	A	<0,25	A	<0,25	A	0,97	B	<0,25	A
Co	14	B	0	A	<1	A	<1	A	2,86	B	<1	A
Ni	20,7	C <sub>1</sub>	2,55	A	4,86	A	3,56	A	20,7	C <sub>1</sub>	3,15	A
Cu	5,28	A	4,63	A	4,31	A	2,24	A	5,28	A	1,99	A
Mo	0	A	1,36	A	1	A	<1	A	3,75	A	<1	A
Se	0	A	0	A	4,41	B	0	A	0	A	0	A

1. csoport: *bányabeli kifolyó vizek*. A Ferdinánd altáró, a Veresvízi altáró, a Gyepühegyi kaolin-táró és hányóik elfolyó vizeit mintáztuk. Jelentősebb szennyeződés, illetve határérték túllépés csak az As esetében jelentkezik, ezen kívül a Ni koncentrációja éri el a legalacsonyabb intézkedési határértéket.

2. csoport: *rétegvizek*. A rétegvizeket vulkáni és üledékes kőzetek határán fakadó forrásokból mintáztuk (Hollóháza Ady E. és József A. utcai aknák). Ezeket a mintákat annak érdekében vettük, hogy a telkibányai bányászattal biztosan nem érintett, de közzétanilag azonos földtani háttér hidrogeokémiai jellegét megállapíthassuk. Mint a táblázatból kiolvasható, az As és a Zn mennyisége a természetesen fakadó felszín alatti vizekben anomálishan magas. Ez feltehetően az általuk harántolt hidrotermális ércesedési nyomokból származik.

3. csoport: *riolitos területeken fakadó törmelék források*. A mintavételi helyek a Mátyás király kút, Hasdát völgy, Gunyakút forrásai voltak. A vízhozam a csapadék függvényében jelentősen ingadozott. A területen a legnagyobb szennyeződést okozó As megjelenése szorosan az érces területekhez kapcsolódik, az ércesedéshez nem kapcsolódó riolit vulkanitok elterjedési területén fakadó forrásokban mennyisége a háttérkoncentráció körül marad. A mintákban egyedül a Se éri el a szennyezettségi határértéket.

4. csoport: *andezitek és metasomatizált andezitek rétegvíz forrásai*. A reprezentatív mintákat a Medvehegy É-i forrás és a Zsófia forrás vizéből vettük. A mérések szerint az andezites területről származó vizek nehézfém koncentrációi minden esetben a szennyezettségi határérték alattiak.

5. csoport: *hányók elszivárgó vizei*. A következő meddőhányók elszivárgó vizeit mintáztuk: Veresvízi hányó, Királykúti hányó, Hétforrás hányó. Az eredmények szerint csak az As és Ni értékek haladják meg a szennyezettségi határértéket.

6. csoport: *patakok vizei*. A Felső-, Alsó-Veresvízi, Kréta, Ósva-Csöcsvölgyi, Kemence, Gunya, Vörös patakok vizét mintáztuk. Az elfolyó természetes vizekben – valószínűleg a kihígulás következtében – már az arzén is csak gyenge szennyeződést okoz, egyéb elemek esetében a koncentráció a háttérhez közeli.

### **Talajok környezeti állapotának vizsgálata**

A korábbi bányászat hatásai a leglátványosabb módon a terület felszínét, a talajtakarót érintették. A külszíni bányászat során létrejött kiterjedt horpamezők és horpaporok, a földalatti bányák tárószájai, a földalatti műveletekből kitermelt meddő anyagokból képzett meddőhányók, illetve az ércet mosása során meddőnek tekintett anyagok alkotta hányók azok, amelyek a mai térszínen Telkibánya környékén szétszórtan megtalálhatók.

A talajtakaró eredeti nehézfémtartalmára a természetes földtani közeg, azaz a talaj alatti kőzetek nyomelemtartalma van döntő hatással. Bányászati eredetű szennyeződésnek az tekinthető, ami a bányászattal nem érintett környezet földtani-geokémiai háttéréhez képest a bányászati létesítményeken, illetve a lehordási irányba eső közeli környezetükben jelentkezik dúsulásként.

A vízgyűjtő területenkénti átfogó geokémiai értékelést a Tokaji hegység egészére a MÁFI végezte 1986-90 között. A patakhordalék, talaj- és kőzetgeokémiai vizsgálatok Telkibánya térségére Au, Ag, As, Sb, Hg anomáliát mutattak ki, valamint azt hogy az As és Hg meghaladják a szennyezettségi küszöbértéket (Horváth – Fügedi – Ódor – Tungli 1994). A RTZ 1996-99 közötti 200 x 50 m-es hálózatos talajgeokémiai mintázása mintegy 1200 db elemzési adatot tartalmaz. Ezeket az adatokat további értékelés céljára megkaptuk. Ezen kívül saját gyűjtésű, főleg az érces telérek körzetéből származó talajminták nyomelem vizsgálata is elkészült.

Az egyes fontosabb ércelérek szélesebb kísérőzónájában a potenciális nehézfém szennyező elemek maximális dúsulását a 2. táblázat mutatja. Az értékeket a 10/2000.(VI.2.) KÖM-EÜM-

FVM-KHVM együttes rendelet földtani közeg védelmére vonatkozó szennyezettségi határérték besorolás szerint osztályoztuk.

2. táblázat: Talajgeokémiai anomália maximumok és az ennek megfelelő szennyezettségi kategóriák telérek környezetében

Elem	Maximális nehézfém-tartalom (mg/kg) és minősítő kategória											
	András és János telér		Lobkowitz telér		Jószerecsét telér		Jupiter és Brenner telér		Veresvízi telérek		Zsófia telér	
Ag	20	C <sub>1</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>
As	400	C <sub>3</sub>	>60	C <sub>3</sub>	400	C <sub>3</sub>	400	C <sub>3</sub>	400	C <sub>3</sub>	400	C <sub>3</sub>
Pb	100	B	150	C <sub>1</sub>	500	C <sub>2</sub>	100	B	500	C <sub>2</sub>	100	B
Zn	100	B	500	C <sub>1</sub>	500	C <sub>1</sub>	200	B	1000	C <sub>2</sub>	100	A
Cd	2	C <sub>1</sub>	2	C <sub>1</sub>	10	C <sub>3</sub>	2	C <sub>1</sub>	10	C <sub>3</sub>	1	B
Ag	20	C <sub>1</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>	40	C <sub>3</sub>

Az adatok értékeléséből jól követhető, hogy a területen található régi bányaműveletek, a több mint 3000 db horpa, akna, a 85-90 db régi táró hányóanyagai a telérek körzetében nagy mértékben befolyásolják a kialakult felszíni geokémiai anomáliákat. Az is megállapítható, hogy a Cr, Co, Ni 36-150 ppm-es, telérek csapása menti dúsulásai valószínűleg a bázisos piroxénandezit köztelérekekhez kötöttek. A Cu és a Mo anomáliák helyileg egyes bányászati létesítményeknél (akna altáró, táró), meddőhányóknál jelentkezne. Több elemnél a lejtős morfológia miatt a telér kibúvásához viszonyítva 50-100 m-re "lecsúsztak" az anomáliák.

### Összafoglaló környezet – geokémiai értékelés

Telkibánya térségében a középkori és 18-20. századi bányászati műveletek területén a talaj és felszíni - felszínalatti vizek esetében általános, diffúz arzén szennyeződés jelentkezik, ami a szennyező pontforrások (pl. meddőhányók, felszínalatti bányák) kilépő vizeiben jelentős koncentrációt érhet el. Ez az érték azonban egyúttal regionális földtani anomália is, egyúttal a bányásztól független földtani háttér és a terület ércesedésének indikátora. Így mivel nemcsak mesterséges szennyeződésről, hanem megemelkedett földtani természetes háttérről is van szó, itt a szennyezettségi határérték alatti koncentrációt mutató állapot elérése úgy talaj, mint felszínalatti vizek esetében lehetetlen. Az összes többi toxikus nehézfém közül a megemelt Ag tartalom (20-40 ppm) C3 veszélyességi kategóriája a nemesfém ércesedés indikátor eleme, s egyedül az érces zónában jelentkezik. Az ezeket kísérő Pb, Zn, Cd lokálisan a szennyezettségi határértéket eléri.

A Cr, Co, Ni elsősorban a földtani közeg bázisos összetételű közteltesteinek jellemzője. Az egykori érces hányók oxidálódó anyagából származó minták értékei ugyan a magasabb szennyezettségi határértéket is meghaladják, de jelentősebb kiterjedt hatás a területen nem észlelhető. Jelentősebb savasodást – pH csökkenést – a Baglyasi kaolin táró környezetében észleltünk.

A hidrogeokémiai vizsgálatok azt mutatják, hogy a tárókból kifolyó vizek és rétegvizek esetében az arzén tartalom meghaladja a felszínalatti víz minőségi határértékét, de ez csak olyan fokú szennyezettséget jelent, hogy az ivóvízként közvetlenül nem használható. Egyéb toxikus elemek közül a tárók és a rétegvizek, valamint az érces hányók fakadó vizei érnek el magasabb értéket, de az élővizek hidrogeokémiai állapota a magasabb arzén tartalomtól eltekintve megfelelőnek mondható.

**Irodalom**

- Benke I. (2001): Telkibánya bányászatának története. Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből, XI. Miskolc-Rudabánya.
- Horváth J. – Fügedi U. - Ódor L. – Tungli Gy. (1994): Telkibánya környékének felszíni geokémiai vizsgálata. *Topographia Mineralogica Hungariae*, vol.II. 133-141.
- Molnár F. (1997): Epitermás aranyércesedések kialakulásának modellezése ásványtani genetikai vizsgálatok alapján: Példák a Tokaji-hegységből. *Földtani Kutatás*, XXXIV. 1.
- Zelenka T. (1994): A telkibányai ércesedés vulkanotektonikus jellemzői, *Topographia Mineralogica Hungariae*, vol.II. 81-87. o.
- Zelenka T. (1997): A nemesfémek kutatásának története a Kárpát-medencében, *Földtani Kutatás*, XXXIV. 4-8. o.