

A KÖRNYEZETI ÁLLAPOT ÉS A POTENCIÁLIS SZENNYEZŐ FORRÁSOK FELMÉRÉSE AZ ÜRÖMI-VÍZNYELŐ VÍZGYŰJTŐ TERÜLETÉN

BÁNDY RENÁTA – MÓGA JÁNOS

ELTE TTK, Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest Pázmány P. sétány
1/C, bandyrena@gmail.com

Abstract. In Hungary the caves and sinkholes are under ex-lege protection, which means that from the period of cognition they are considered as protected natural values without any separate legal act to ensure their protection. The sinkhole of Üröm is the only periodically active sinkhole in the environment of Budapest. Its cave, the sinkhole cave of Üröm is a highly protected natural value however no protection is placed on its surroundings. Based on the expansion of Üröm village the surrounding environment of the sinkhole has been incorporated. Within the scope of our research our main aim was to study the effects of antropogenic activities on the environmental conditions of the Üröm sinkhole and its catchment area. Our observations during fieldwork together with water quality and soil pollution examinations based on exact measurements supported the fact that a significant antropogenic contamination is imposed on the sinkhole and its cave. The results of the soil investigations clearly prove that the illegal waste disposal sites are the main sources of heavy metal contamination of the soil in the catchment area of the Üröm sinkhole. According to the results of water quality measurements it can be stated with high probability that the communal waste water is the most significant contaminating source of the subsurface karst water supply, which can be traced back to the insufficiency of the sewage system in Üröm. The sinkhole cave of Üröm – due to the ill-considered landscaping of owners of surrounding real estates – became obstructed to such an extend that its middle and lower sections are inaccessible today. Under unchanging conditions the clogging of the cave will continue leading to the devastation of the highly protected natural formation. The effects damaging the environment and endangering the sinkhole, the cave and the karst water must cease or at least be reduced. As a conclusion of our study we make a proposal of the necessary interventions needed to be employed to ensure the reduction of environmental burden in the sinkhole area.

1. Bevezetés

Magyarországon a természet különösen jelentős, egyedi élettelen képződményei közül a barlangok 1961, a víznyelők pedig 1997 óta ún. ex lege védelem alatt állnak (SZÉKELY 2003). Ez azt jelenti, hogy megismerésüktől kezdve, külön védetté nyilvánítási eljárás lefolytatása nélkül is védett természeti értékeknek minősülnek.

Az Ürömi-víznyelő az egyetlen időszakosan aktív víznyelő Budapest közvetlen környékén. A Ürömi-medence vizeinek a nyelő alatt húzódó barlangrendszer járatain keresztül van lefolyási lehetősége. A terjeszkedő névadó település mindinkább birtokba veszi tágabb környezete természet közeli területeit. Napjainkra a törvényileg országos védelem alatt álló Ürömi-víznyelőnek a közvetlen környezete is beépítésre került. Magántulajdonú gazdasági létesítmények, mezőgazdasági hasznosítású és beépített területek vesznek körül. Barlangja, az Ürömi-víznyelőbarlang fokozottan védett termé-

szeti érték, a felszíni területre azonban nem vonatkozik a védettség (Nyerges M. 2003). A karsztos térszín és a karsztvíz rendkívül érzékeny az emberi hatásokra, ezért lényeges kérdés, hogy a felszíni területeket hogyan hasznosítják, milyen tevékenységeket folytatnak rajtuk.

Munkánk során az volt a célunk, hogy megvizsgáljuk, az antropogén tevékenységek milyen hatással vannak az Ürömi-víznyelőnek és vízgyűjtő területének környezeti állapotára. A környezeti állapot változását részint a szakirodalmi források összegyűjtésével, terepbejárásokkal, személyes interjúkkal, részint a helyszínen vett talaj- és vízminták vízminőségi és talajszennyezettségi vizsgálatával igyekeztünk feltárni, ill. nyomon követni. Az Ürömi-víznyelő vízgyűjtő területéről származó vízmintákat szervesetlen vegyületekre, míg a talajmintákat fémszennyezőkre vizsgáltuk.

2. Előzmények

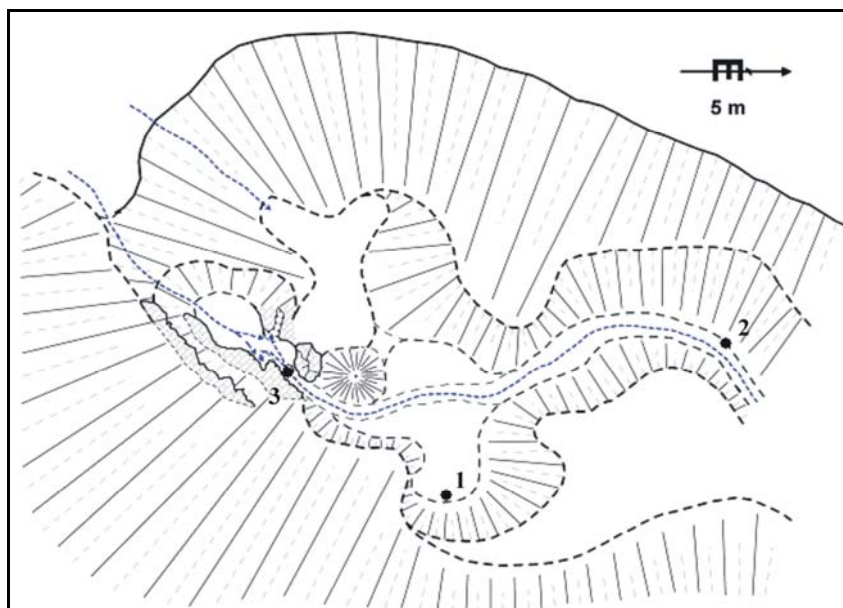
Az Ürömi-víznyelőről legelőször 1871-ben Koch Antal, a neves geológus tett említést „*Wolfsgrube*” néven, és feltételezte, hogy a víznyelő alatt barlang is kialakulhatott. Később Bekey Imre Gábor barlangkutató nevesítette a víznyelőt, Hampel Ferenc pedig már részletes ismertetést adott róla a Magyar Katonai Szemlében megjelent tanulmányában. Az 1940-es években több kísérlet is született a víznyelő alatti, feltételezett barlang feltárására, azonban Bertalan Károly és Hluchány Imre, valamint Venkovits István és munkatársai a barlang eltömődöttsége miatt nem jártak sikerrel. Az Ürömi-víznyelőbarlang feltárása Leél-Őssy Sándor geográfus nevéhez fűződik. Munkatársaival folytatott, több hónapig tartó feltáró munkálatainak köszönhetően a víznyelő alatt egy hatalmas, 36 méter mély, 214m hosszú barlangrendszer tárult fel, melynek részletes ismertetése a Hidrológiai Közönyben (1952) megjelent tanulmányában olvasható. A barlang jelenlegi állapotát rögzítő leírást 1990-ben Nyerges Miklós, a felmérést és a részletes térképezést a MAFC Barlangkutató csoportja készítette el. Újabban Leél-Őssy Szabolcs geológus, karszt-és barlangtani szakértő végzett kutatásokat, vizsgálatokat az Ürömi-víznyelőbarlang kapcsán.

Az Ürömi-víznyelő környékének környezeti állapota a rendszerváltás idején kezdett drasztikusan romlani. A kilencvenes évek előtt csupán a „*Magyar-bolgár barátság*” termelőszövetkezet baromfitelepe, illetve egy mészsoltóval is rendelkező építőanyag telep jelentett potenciális szennyezőforrást a vizsgált területen (LEÉL-ŐSSY 2008). A rendszerváltást követően a víznyelő közvetlen környezete is mindinkább beépítésre került. Ma a víznyelőtől keletre egy földmunkagépekkel foglalkozó cég telephelye, nyugaton egy betonacél üzem található. Északi irányból szántóföld, délről

pedig egy önkormányzati tulajdonban lévő telken élő család lakhelye határolja. Vízminőségi és talajszennyezettségi vizsgálatainkat a vázolt állapotok ismeretében kezdtük meg, azzal az előfeltevéssel, hogy a területet egyaránt terhel(het)i kommunális hulladék és szennyvíz, illetve mezőgazdasági, valamint ipari eredetű szennyezések.

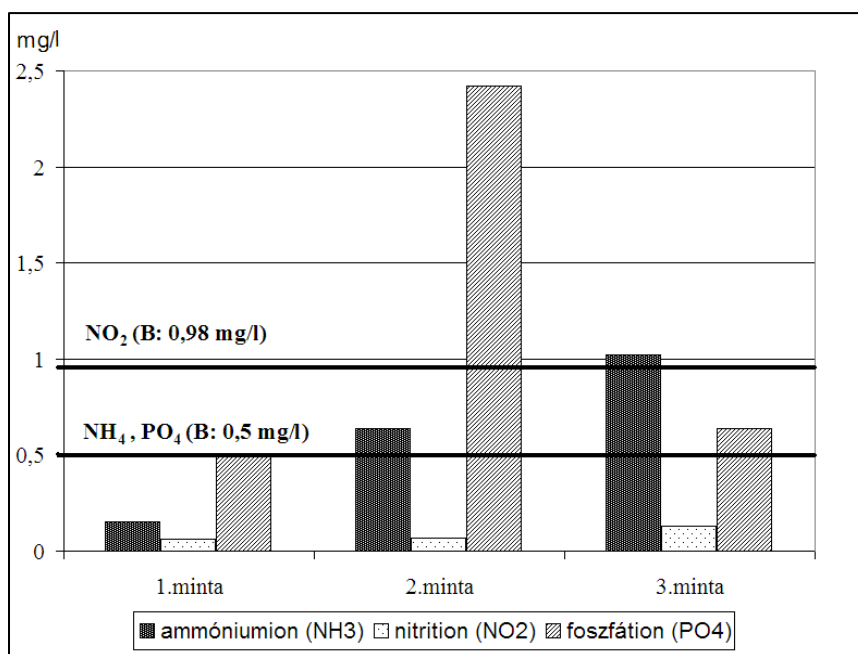
3. A vízminőségi és a talajszennyezettségi vizsgálatok eredményei

A vízminőségi vizsgálatokhoz a minták a víznyelő időszakos vízfolyások által kialakított hosszanti medréből származnak. A meder két oldalán több méter magas – főként ismeretlen eredetű hulladékkal kevert építési törmelékből álló – feltöltések találhatók, melyeket az itt letelepedett cégek telephelyük kialakításának érdekében hoztak létre. Az első két minta két időszakos vízfolyásból származik, amely a nagyjából északkelet-délnyugat irányú meder nyugati, illetve keleti oldalán a feltöltött területek alól lépnek ki a felszínre. A harmadik minta a víznyelőbe közvetlenül befolyó vízből származik, mely így tartalmazza az előbb említett vízfolyások mellett a meder területén felszínre szivárgó egyéb felszín alatti vizeket is (1. ábra).



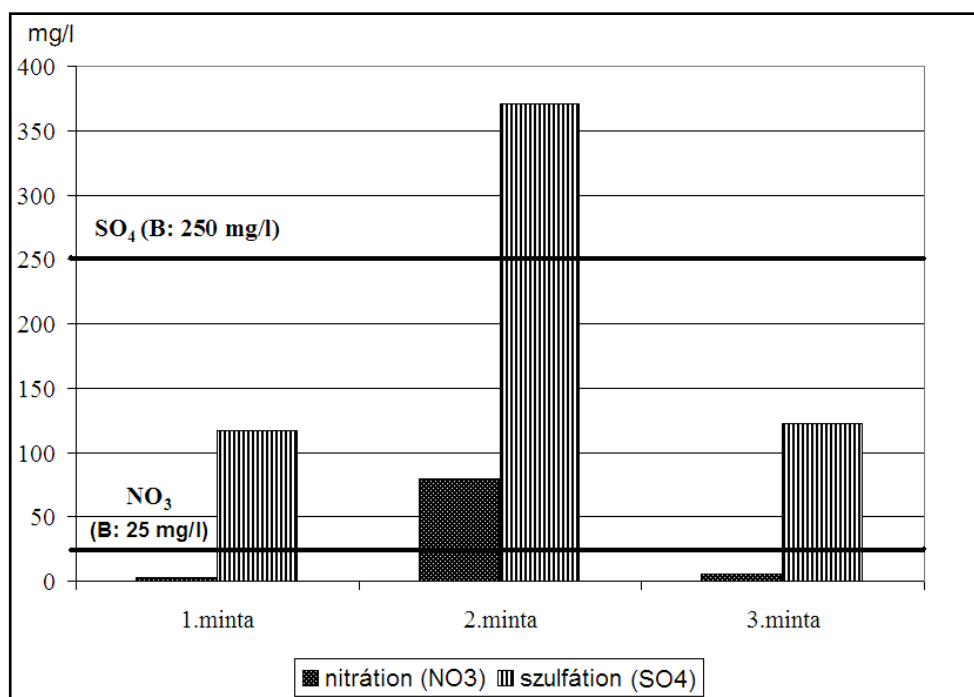
1. ábra. Az egyes vízminták (1, 2, 3) származási helyei.
Fig. 1. Water sample (1, 2, 3) areas.

A vízkémiai vizsgálatok eredményeit, az egyes szerves vegyületek vízmintákban kimutatott koncentráció-értékeit, valamint az oldatok pH értékeit a „6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről” című dokumentumot alapul véve elemeztük és értékeltük. Ez alól kivételt képez a minták nitrattartalmának, illetve fajlagos elektromos vezetőképességének vizsgálata, melyekre a fentebb említett rendelet nem közöl határértékeket. Ezen vizsgálatok alapjául az „MSZ 12749: 1993 Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés” című dokumentum szolgált. Amennyiben a vizsgált vegyület koncentrációja meghaladja a rendeletben, illetve a szabványban rögzített (B) szennyezettségi határértéket, a víz szennyezettnek minősül. A nitrogénformákat tekintve az egyes vízminták ammónium- és nitrát-tartalma meghaladja a természetes felszín alatti vizekre jellemző koncentrációkat, míg a nitrit aránya egyik mintában sem utal antropogén eredetű szennyezésre (2. ill. 3. ábra). A mintegy 1km²-es vízgyűjtő területen jelen lévő potenciális szennyezőforrások a következők: szántóföldeken használt növényvédőszer, műtrágya; háztáji állattartásból származó trágya; illetve kommunális szennyvizek.



2. ábra. A vízminták ammónium-, nitrit- és foszfátion-koncentrációja.
 Fig. 2. The ammonium, nitrite and phosphate ion concentration of the water samples.

Az egyes vízminták foszfátion-koncentrációja meglehetősen eltér egymástól. Elsődleges mesterséges foszfát-források a műtrágya és a kommunális szennyvíz. A vizsgált vízminták közül a 2. számú minta szulfátion-koncentrációja jelentősen meghaladja a szennyezettségi határértéket, ami antropogén eredetű szulfát-szennyezésre, pontosabban szennyvíz jelenlétére utal.



3. ábra. A vízminták nitrát- és szulfátion-koncentrációja.
 Fig. 3. The nitrate and sulphate ion concentration of the water samples.

A pH alapján nem mutatható ki szennyezés, ugyanis az egyes minták értékei (7,9; 7,5; 8,2) nem haladják meg a szennyezettségi határértéket (pH=9). A fajlagos elektromos vezetőképesség a vízben oldott sók összkoncentrációját tükrözi; az 1000 μ S/cm feletti érték szennyezésre utal. Az 1. és 3. vízminta minta vezetőképessége (753 ill. 801 μ S/cm) nem haladja meg ezt az értéket, a 2. minta (1614 μ S/cm) esetében azonban egyértelműen kimutatható az antropogén eredetű szennyező-források jelenléte. A vízminták klorid- és nátriumion vizsgálatai kimutatták, hogy a 2. mintában ezen elemek koncentrációja lényegesen magasabb, mint a másik két minta esetében. A kiemelkedő kloridion-tartalom jelenthetne – akár természetes eredetű

– sótöbbletet (NaCl - kősó), azonban méréseink alapján a nátrium- és a klorid-egyenérték eltér a NaCl-oldatétól (I. táblázat). A mérési eredmények arra utalnak, hogy a kloridion-tartalom egy része kommunális szennyvízből származik.

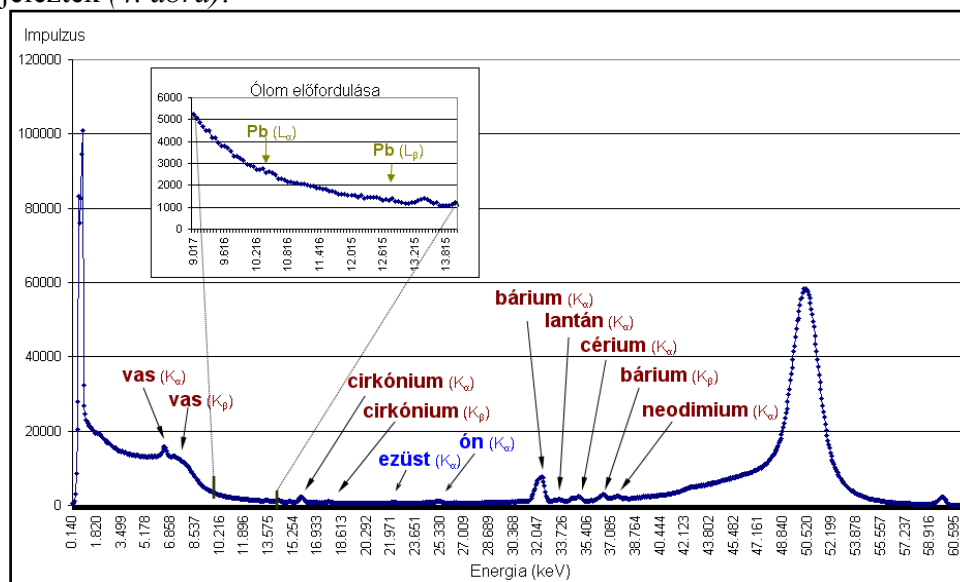
I. táblázat
Table I.

A nátrium- és a kloridionok mennyisége és arányaik az egyes vízmintákban.
The sodium and chloride ion concentration of water samples.

Minta száma	Na	Cl	Cl: Na
	mgeé/l		arány
1.	0,471	0,823	1,75
2.	0,819	1,852	2,26
3.	0,495	0,823	1,66

A talajszennyezettségi vizsgálatokhoz az Ürömi-víznyelő vízgyűjtő területén több (10) különböző helyszínen végeztünk talaj-mintavételezéseket. A talajminták különböző területhasznosítási kategóriákba (zöldfelület, lakóterület, mezőgazdasági, illetve kereskedelmi-szolgáltató gazdasági terület) sorolt helyszínekről származnak. Vizsgálataink a talaj fémszennyezettségének megállapítására irányultak, a nyert eredményeket – hasonlóan a vízminőségi vizsgálatokhoz – a „6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről” című dokumentum alapján elemeztük és értékeltük. A minták fémszennyezésének meghatározásához röntgen-fluoreszcens spektrometriát alkalmaztunk, mely egy roncsolás-mentes atomfizikai anyagvizsgáló módszer. A módszer lényege, hogy a vizsgált mintát gamma-sugárzással besugározzuk, ennek hatására az anyag atomjai röntgen-sugárzást (fotont) bocsátanak ki. Ennek az energiája a kibocsátó anyagra jellemző. A kémiai elemeket tehát a kilépő röntgenfoton energiája alapján ismerhetjük fel. Egy táblázat tartalmazza a kalciumnál magasabb rendszámú elemekhez tartozó karakterisztikus röntgenfotonok energiáit, melyek a Moseley-törvény: $E=A(Z-B)^2$ alapján kerültek megállapításra (E [keV]: a foton energiája, Z: az elem rendszáma, A [keV] és B [-] illesztő konstansok). A mérések eredményeként kapott spektrumon

a vizsgált fémek jelenlétét az adott energia-értékeknél megjelenő csúcsok jelezték (4. ábra).



4. ábra. A 3. számú talajminta spektruma az ólom-tartalom kiemelésével, és a „markáns” csúcsok megnevezésével.

Fig. 4. The spectrum of the 3rd soil sample with the presentation of lead content in the inner figure and nomination of the peaks.

A talajt alapvetően azokra a „kioldható” fémszennyezőkre vizsgáltuk, melyeket a fent említett „6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet” felsorol. (Megjegyzendő, hogy a rendeletben szereplő 14 féle fém közül az ezüst és az ón előfordulásának meghatározása a mérési módszer korlátai miatt nem valósulhatott meg.) A koncentrációkat belső standard hozzáadásával, majd újabb műszeres mérésekkel, végső soron pedig matematikai, statisztikai számításokkal kerültek megállapításra. A csúcsok területi szórása sok esetben igen nagynek bizonyult a várható értékhez képest (30% feletti relatív szórás), a mennyiségi analízis elvégzése ezen esetekben nem vezetett (volna) reális, értékelhető eredményhez.

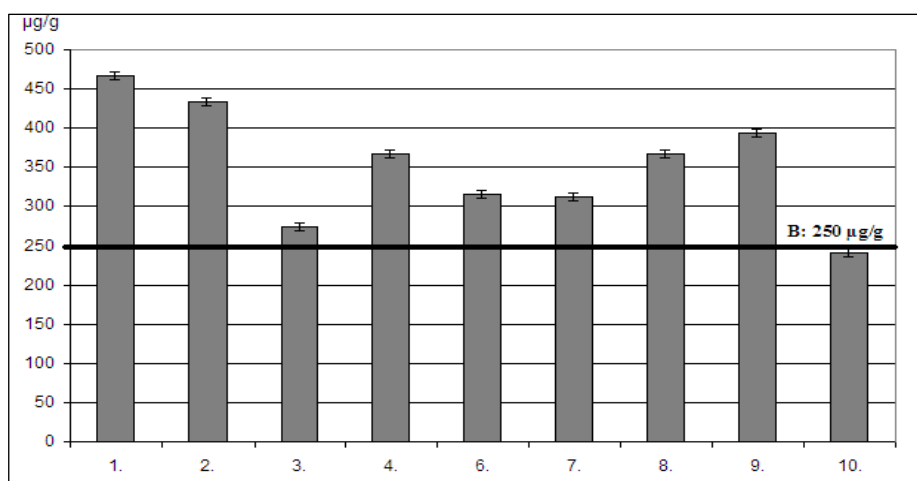
A mérési eredményeket, vagyis a mintákban – adott módszerrel – kimutatható fémek előfordulását a II. táblázat tartalmazza. A bárium jelenléte mindegyik mintában kimutatható volt, ez azonban önmagában nem utal emberi eredetű szennyezésre, hiszen a földtani közegben, a talajban, természetes állapotban is jelen van – mégpedig elemi állapotban, illetve ásványok (pl. barit ($BaSO_4$)) formájában. A mintákban mért bárium-koncentrációkat az 5. ábra mutatja be. Látható, hogy egy minta kivételével meghaladják a

(B) szennyezettségi határértéket (250µg/g), ami viszont antropogén eredetű szennyezők jelenlétére utalhat. A báriumszennyezés legfőbb forrásai a különböző fémtárgyak, üvegek, festékek, műanyagok és gumianyagok (FEKETE-SZABÓ-TÓTH 1991).

II. táblázat
Table II.

Az egyes talajmintákban előforduló fémszennyezők
(+: kimutatható; ++: kimutatható, koncentrációja megállapított; -: nem kimutatható).
The metal contamination occurred in the soil samples (+: detected; ++: detected, concentration is identified; -: not detectable).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Króm (Cr)	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
Kobalt (Co)	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Nikkel (Ni)	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-
Réz (Cu)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cink (Zn)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Arzén (As)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Szelén (Se)	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Molibdén (Mo)	-	-	++	-	++	++	-	+	++	+
Kadmium (Cd)	++	++	++	++	++	+	++	++	+	-
Bárium (Ba)	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++
Higany (Hg)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Ólom (Pb)	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++



5. ábra. Az egyes talajmintákban mért bárium-koncentrációk.
Fig. 5. The measured barium concentration in the soil samples.

A talajvizsgálatok kimutatták, hogy a legtöbb minta tartalmaz *molibdént*. Ez a növények számára nélkülözhetetlen mikroelem a talajokban molibdenát formájában, illetve szerves kötésben fordul elő (KALOCSAI–POGÁNY 2007). Feltehetően antropogén szennyezések is növelik a minták molibdén tartalmát, mely méréseink szerint nagyságrenddel meghaladja a szennyezettségi határértéket (III. táblázat).

III. táblázat
Table III.

Az egyes minták molibdén-koncentrációi
The molybdenum concentration of the samples

Minta	Molibdén-koncentráció [µg/g]	
	érték	abszolút hiba
3.	104	34
5.	47	15
6.	89	24
9.	96	28
(B) szennyezettségi határérték: 7µg/g		

Tény, hogy az alkalmazott mérési módszer molibdénre nem enged pontos mennyiségi meghatározást, ezért a továbbiakban szükség lesz más módszerrel történő ellenőrző-mérésekre. A kobalt és a réz csaknem minden mintában kimutatható volt, tekintve, hogy a talajokban természetes állapotban is jelen vannak. A talajminták mindegyike tartalmazott ólmot, és csaknem mind kadmiumot is. Mennyiségi meghatározásuk során nyert eredmények arra mutatnak, hogy antropogén eredetű szennyezések játszhatnak szerepet a magas, (B) határérték feletti koncentráció-értékek kialakulásában (IV. táblázat). A legtöbb nehézfém a 3., 5., 6., 8. és 9. mintából mutattuk ki; származási helyük: a víznyelő töbre, egy elhagyott kőfejtő dombterülete, az elhagyott kőfejtő, egy szántóterület pereme, egy illegális hulladéklerakó. A különböző helyszínekben közös, hogy – a lucernást leszámítva – mind szemetes, háztartási hulladékkal és építési törmelékkel szennyezett terület (I. kép).

IV. táblázat
Table IV.

Az egyes minták ólom, valamint kadmium koncentrációi
The lead and cadmium concentration of the samples

Minta	Ólom-koncentráció [$\mu\text{g/g}$]		Kadmium-koncentráció [$\mu\text{g/g}$]	
	érték	abszolút hiba	érték	abszolút hiba
1.	730	368	-	-
2.	222	66	2	0,7
3.	352	100	3,6	0,9
4.	766	240	2	0,7
5.	322	121	4,9	1,1
6.	318	118	-	-
7.	-	-	3,3	0,9
8.	282	89	2,2	0,7
9.	200	76	-	-
10.	140	50	-	-

(B) szennyezettségi határérték: ólomra: 100 $\mu\text{g/g}$; kadmiumra: 1 $\mu\text{g/g}$



1. kép. A 6. számú talajminta származási helyének körülményei.
Picture 1. The origin and environment of the 6th sample area.

4. Következtetések, javaslatok

Terepbejárásaink során végzett megfigyeléseink, illetve a konkrét, egzakt méréseken alapuló vízminőségi és talajszennyezettségi vizsgálataink mind arra mutatnak, hogy a víznyelőt és barlangját jelentős antropogén szennyezések terhelik. A talajvizsgálati eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy az Ürömi-víznyelő vízgyűjtő területén a talajok nehézfém-szennyezettségének legfőbb forrásai az illegális hulladéklerakók. A vízvizsgálati eredmények alapján nagy valószínűséggel állítható, hogy a felszín alatti karsztvíz-készlet legfőbb szennyezője az a kommunális szennyvíz, mely Üröm község csatornázottságának hiányosságaira vezethető vissza. Az Ürömi-víznyelőbarlang a környező ingatlanok magántulajdonosainak gondolatlan tereprendezései miatt oly mértékben eltömődött, hogy annak középső- és alsó szintje napjainkra megközelíthetetlené vált (*LEÉL-ŐSSY* 2008). Változatlan körülmények között a barlang eltömődése tovább folytatódik, ez pedig hosszútávon a fokozottan védett természeti képződmény pusztulásához vezethet. A környezetet károsító, a víznyelőt és a barlangot, valamint a karsztvizet veszélyeztető hatásokat meg kell szüntetni, vagy legalábbis mérsékelni kell.

Indokolt azon engedély nélküli földmunkák, feltöltések megszüntetése, melyek a víznyelő nyugati oldalán elhelyezkedő ingatlanon folynak. Javasoljuk továbbá Sadove településrészen a csatornarendszer kiépítését, a vízgyűjtő területen elhelyezkedő illegális hulladéklerakók felszámolását, a víznyelőbarlangba jutott nagy mennyiségű törmelék és szennyezőanyag kitermelését, valamint a víznyelő fémráccsal való lezárását a hulladékok, illetve nagyobb méretű kőtörmelékek bejutásának megakadályozása céljából.

IRODALOM

- BÁNDY R.* (2010): Az Ürömi-víznyelő és vízgyűjtő területének környezeti állapota. – Szakdolgozat, ELTE, Budapest, Kézirat.
- FEKETE E.–SZABÓ S.–TÓTH Á.* (1991): A vízszennyezés ökológiája. – Pro Natura Kiadó, Budapest. 200 p.
- KALOCSAI R.–POGÁNY É.* (2007): A molibdén jelentősége, előfordulása a talajban, felvétele. – MezőHír: Mezőgazdasági Szaklap, XI. évfolyam. p. 62.
- LEÉL-ŐSSY S.* (1952): Az Ürömi víznyelő barlang. – Hidrológiai Közlemény 32.(3-4) pp.122-128.

LEÉL-ŐSSY SZ. (2008): Barlangtani-földtani szakvélemény és intézkedési terv javaslat az Ürömi-víznyelőbarlanggal kapcsolatban. – Üröm-Budapest. 18 p.

NYERGES M. (2003): Ürömi-víznyelőbarlang. – In: Székely K. (szerk.) Magyarország fokozottan védett barlangjai. – Mezőgazda, Budapest, pp. 311-312.

SZÉKELY K. (szerk.) (2003): Magyarország fokozottan védett barlangjai. – Mezőgazda, Budapest, 426 p.