

A TALAJVÍZ TOXIKUS ELEMTARTALMÁNAK TÉR- ÉS IDŐBELI VÁLTOZÁSA VÁROSI KÖRNYEZETBEN, SZEGEDEN

Fejes Ildikó, Farsang Andrea

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged,
Egyetem u. 2-6.
e-mail: FEJESILDI@GEO.U-SZEGED.HU

ABSTRACT

This paper presents the spatial-temporal changes of the toxic element content in groundwater within urban area, Szeged (Hungary). In the course of our work groundwater contamination was monitored using twenty-eight sampling wells from the groundwater monitoring network of Szeged. The water samples were collected every month from October of 2010 and the nickel, lead, arsenic, cobalt, chrome, zinc, copper and cadmium concentrations were measured. We examined the relationship of this different pollutants and their distribution in the city. According to the results, the groundwater of Szeged is contaminated with lead, nickel, copper, zinc and arsenic, mainly in the downtown, close to the river Tisza. Statistical relationship, used Spearman's rank correlation, was determined among the siderophile (namely chrome and nickel), and chalcophile elements (lead, zinc, cadmium, copper). The temporal changes are similar by the most components, and compared to the average monthly rainfall the concentrations follow the rainfall changes with one month delay. The poorest groundwater quality in the examined period was measured at the beginning of winter and early spring, the autumn months characterized the clearest water.

BEVEZETÉS

Nagyvárosi környezetben, a fokozott antropogén hatások következtében növekvő probléma a felszín alatti vizek elszennyeződése. Az emberi tevékenység erősen fenyegeti a felszín alatti víz minőségét és készleteit, valamint a lakosság létfenntartása is függ ezek minőségétől (Marton, 2009), ezért a vízkészletek megóvása kiemelt fontosságú. Ezen kívül a városok alatti kontaminálódott talajvíz nemcsak környezeti, hanem humán-egészségügyi szempontból is veszélyes lehet. Mivel a talajvíz összetétele állandóan változik, komplex vizsgálatához folyamatos monitoring tevékenységre van szükség.

Munkánk során a szegedi talajvíz minőségének vizsgálatához a város kiterjedt talajvíz-megfigyelő monitoring kúthálózatát vettük igénybe. Ezt a monitoringrendszert használva Szeged talajvizének kutatási programja 1972-ben indult és 1987-ben készült el egy átfogó tanulmány, mely részletesen elemezte a talajvízjárást, valamint a talajvíz kémiai összetételét az 1980 és 1984 közötti időszakra vonatkozóan (SO_4^{2-} , Na^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , Cl^- , HCO_3^-) (Kaszab, 1987). E tanulmány megjelenését követően is több időpontban történtek felmérések a talajvíz minőségi állapotával kapcsolatban (Kaszab, 2006; Farsang és Fejes, 2009). A korábbi vizsgálatok erős szennyezettségre utalnak, így szükségessé vált egy új, időszoron alapuló állapotfelmérés elvégzése a szegedi talajvízrendszerre vonatkozóan.

Tanulmányunkban bemutatjuk a szegedi talajvíz minőségvizsgálatának főbb eredményeit, beleértve a térbeli és az időbeli változásokat, az egyes szennyezési gócpontok lehatárolását, a komponensek közötti statisztikai kapcsolatokat és összefüggéseket a csapadékmennyiséggel.

ANYAG ÉS MÓDSZER

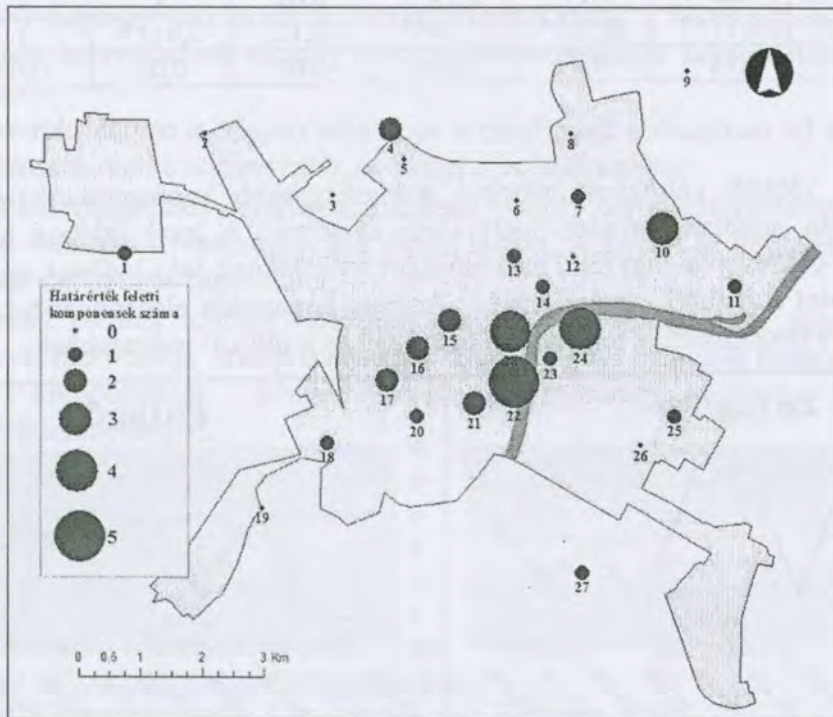
A vizsgálatokat a szegedi talajvíz-megfigyelő monitoring-rendszerből kiválasztott – mintázásra alkalmas – 28 db kút esetében végeztük Szeged területén, melyek kijelölésénél arra törekedtünk, hogy a várost egyenletesen lefedő hálózatot kapjunk. A mérésorozatot 2010 októberében kezdődött egy éves időtartamra tervezve, havi rendszerességű mintavétellel. Jelen tanulmányunk az első tíz hónap (2010 okt. – 2011 júl.) mérési eredményein alapul.

A mintákat az MSZ ISO 5667-11:2009 szabványnak megfelelően, tisztító szivattyúzást követően (melynél háromszoros víztérfogatot termeltünk ki) a frissen utánpótlódott vízből vételeztük, kiküszöbölve az esetleg jelen lévő önálló fázisú vagy oldott szennyeződések nem kívánatos mobilizációját. A helyszínen került sor a pH, a hőmérséklet, az elektromos vezetőképesség, az összes sótartalom és a vízállás mérésére. A mintákat légmentesen lezárt flakonokban az SZTE TTIK Talaj- és Vízvizsgáló Laboratóriumába (NAT-1-1437 (2009)) szállítottuk, ahol 8 komponensre – réz (Cu), kadmium (Cd), kobalt (Co), króm (Cr), nikkel (Ni), ólom (Pb), cink (Zn), arzén (As) – vizsgáltuk meg. A komponensek koncentrációjának mérése optikai emissziós spektrofotometriás módszerrel, Perkin Elmer ICP OES Optima 7000 DV típusú műszerrel történt. Választásunk azért esett erre a 8 komponensre, mert a leggyakoribb szennyezőanyagok közé tartoznak városi környezetben, amelyek releváns vízminőség-romlást okoznak (Szalai et al., 2004). A vízminősítést a 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet (a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről) (B) szennyezettségi határértékei alapján végeztük el. A koncentrációk eloszlását bemutató térképeket ESRI ArcGIS 10 szoftver segítségével jelenítettük meg. A statisztikai számításokat SPSS 18.0 szoftverrel végeztük el, melynél a korreláció számítások előtt megvizsgáltuk az egyes változók eloszlásának normalitását. A nem normál eloszlású változók értékeit normalizáltuk, ezután korrelációanalízist végeztünk Spearman-féle korrelációs együtthatóval.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Kutatásunk során a kontamináció szempontjából történő elemzést a 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet (B) szennyezettségi határértékeire alapoztuk (a havi átlagértékeket használva), mely feletti értékeknél a mintákat már szennyezettnek tekintettük. A kutak egészét vizsgálva Szeged talajvíze számos toxikus mikroelemmel terhelt, néhány esetben extrém nagy szennyezettségű gócponttal. A vizsgált elemek közül a Cd, a Co és a Cr határértékei nem érték el a szennyezettségi határértéket egy vízmintában sem, sőt a Co és a Cd mennyisége általában csak a háttérkoncentráció közelében mozgott. A Cr-nál a legmagasabb értékek 4 µg/l körül adódtak (a belvárosi kutaknál), ám ezen értékek is messze elmaradnak az 50 µg/l-es határértéktől. A Ni esetében két minta volt szennyezett (22. és a 28.), melyek a belváros szívében helyezkednek el. Szintén e két kút vizében mértük a legmagasabb Pb koncentrációkat, melyek több mint háromszorosan átlépték a megengedett értéket (10 µg/l), valamint további három minta (15., 17., 24.) kontaminálódott Pb-mal, amely azért is kiemelendő, mert az Pb (és a Ni) erősen toxikus elem, és a rákkeltő anyagok közé tartozik. As-nal 4 kút vize szennyezett (10., 22., 23., 24), melyek közül három a Tisza

közvetlen közelében helyezkedik el, és 20 µg/l feletti értékeket mutatnak a 10 µg/l-es B határértékhez képest. Mivel az As a minden esetben veszélyes anyagokat jelölő K1 kategóriába sorolható, kiemelt figyelmet kell fordítanunk a szennyezett területekre és megvizsgálni az esetleges hatásait a Tiszára vonatkozóan. A Cu és a Zn 200 µg/l-es határértékét számos minta meghaladta, melyek ilyen magas koncentrációban már toxikus hatásúak. Cu-zel hét minta szennyezett, a 22. és a 28. kútnál ötszörös határérték túllépést állapítottunk meg. Zn esetében a minták 64%-a kontaminálódott, néhány kút esetében kiugróan magas értékeket, 8000 µg/l (22.) és 4800 µg/l (24.) körüli koncentrációkat is észleltünk. Ismert tény, hogy a vízben jelenlévő, különböző fémek toxikus hatása szinergikus (egymást felerősítő) lehet, mely igaz a Zn és a Cu együttes jelenlétére is (Barótfi, 2000), tehát a mindkét fémmel erősen szennyezett kutak különösen nagy toxikus hatással bírhatnak.



1. ábra: A szennyezések térbeli elhelyezkedése a (B) szennyezettségi határérték feletti komponensek száma alapján

A szennyezések térbeli eloszlását tekintve (1. ábra) egyértelműen három belvárosban elhelyezkedő kút jellemezhető a legnagyobb szennyezettséggel (22., 24., 28.). A 22. kútból származó vízminta – mely a Klinikák udvarában, közvetlenül a Tisza partján található – öt komponensnél haladta meg a vonatkozó határértéket, néhány esetben extrém nagy koncentrációkkal. A 24. és a 28. mintavételi pont szintén a Tiszához közel helyezkedik el; előbbi a város legnagyobb közparkjában, a Széchenyi téren, míg utóbbi az újszegedi oldalon, a töltés lábánál. Kevésbé kontaminálódott a talajvíz külterületen, kertes házas, illetve falusias jellegű városrészeken: a gyálaréti Holt-Tisza partján lévő 19., az Őthalom környékén elhelyezkedő 2. és 3., a baktói 8. és a város közigazgatási határán kívül eső 9. kút a vizsgált szennyezőanyagoktól teljesen mentes.

Kutatásunkban statisztikai vizsgálatokkal tártuk fel az egyes szennyezések háttérben álló geokémiai folyamatokat, illetve csoportokat különítettünk el az egyes komponensekre vonatkozóan. Szignifikáns pozitív korrelációs kapcsolat állapítható meg a sziderofil elemek között (Ni és Cr), melyek a vassal fordulnak elő a természetben. Bár a Co is a vascsoporthoz tartozik, valószínűleg alacsony értékei miatt nem mutatható ki összefüggés. Erősen korrelálnak egymással a kalkofil elemek, a Cu, a Zn, a Cd és az Pb, melyek közös jellemzője

a kénnel való nagy affinitás. Az As-t tekintve nem állapítható meg erős korrelációs kapcsolat egyik elemmel sem. A Spearman-féle korreláció analízis eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

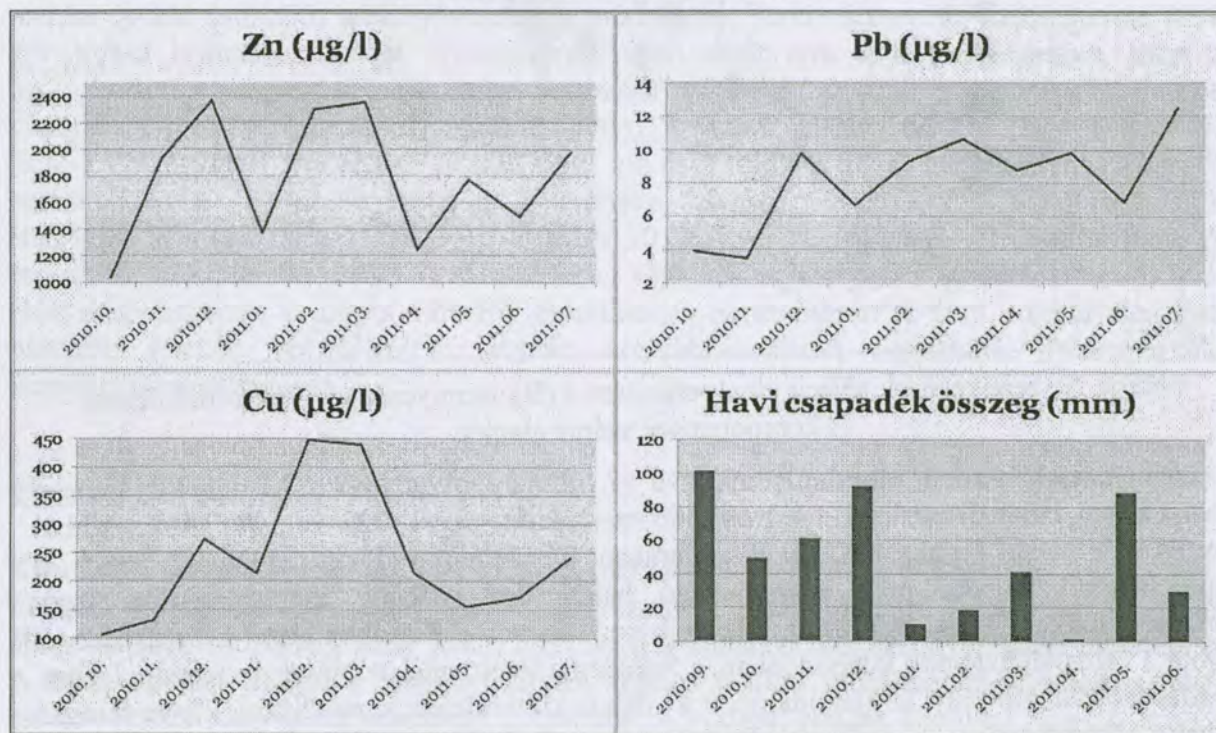
1. táblázat: Spearman-féle korrelációs együtthatók a vizsgált elemekre vonatkozóan

	Cu	Pb	Zn	Cd	Co	Cr	Ni	As
Cu	1							
Pb	0,68**	1						
Zn	0,87**	0,59**	1					
Cd	0,55**	0,34**	0,50**	1				
Co	0,38**	0,27**	0,31**	0,23**	1			
Cr	0,15**	0,12**	0,14*	0,19**	0,05	1		
Ni	0,20**	0,17**	0,19**	0,24**	0,12	0,91**	1	
As	0,09	0,18**	0,03	0,08	0,06	0,02	0,04	1

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

A szennyezések időbeli változását tekintve a legmagasabb koncentrációk decemberben, illetve márciusban adódtak, minden mért elem esetében. A havi átlagos koncentrációk vonaldiagramjait összevetve nagyfokú hasonlóságot fedezhetünk fel (2. ábra), ugyanis az őszi időszakot, valamint a januári, az áprilisi és a májusi hónapokat alacsonyabb koncentrációk jellemezték, míg a decemberit, a februárját, a márciusit és a júliusit magasabbak.



2. ábra: A havi átlagos fémkoncentrációk és a havi csapadék összeg (Forrás: ATIKÖVIZIG) összehasonlítása diagramokon

A komponensek időbeli változását a csapadékmennyiség változásával összehasonlítva kiderül, hogy a koncentrációk és a csapadékmennyiség egymással fordítottan arányos, tehát a csapadékosabb hónapokat egy alacsonyabb szennyezőanyag-koncentrációjú hónap követte. Ezt a megállapítást statisztikai számítások is alátámasztják: a Spearman-féle korrelációs együttható pl. Zn-re vonatkozóan - 0,630* ; Cu-re - 0,536* ; Pb-ra - 0,654** (ahol * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Természetesen a szennyezőanyag-tartalmat a csapadékmennyiségen kívül

számos egyéb tényező is befolyásolhatja, mint például a talajvíztükör mélysége vagy a talaj vízáteresztő képessége (Szabó et al., 2010).

KONKLÚZIÓ

- Szeged talajvize számos toxikus elemmel terhelt, néhány pontban extrém nagy szennyezés mutatható ki.
- A vizsgált vízminőségi paraméterek közül a réz, a cink, a nikkel, az ólom és az arzén esetében a minták jelentős részében a megengedett (B) határérték feletti koncentrációkat kaptunk.
- A térbeli eloszlást tekintve a legszennyezettebb kutak a belvárosban, illetve a Tisza közelében helyezkednek el, míg a város peremterületein kevésbé kontaminálódott a talajvíz.
- Az idősorok alapján a talajvíz minősége a megfigyelt időszakban tél elején, valamint kora tavasszal volt a legrosszabb, és ősszel a legkedvezőbb.
- Statisztikai vizsgálatok szerint szignifikáns, pozitív korreláció mutatható ki a kalkofil elemek, valamint a vascsoport két eleme között. A kobalt és az arzén esetében nem találtunk statisztikai kapcsolatot.
- A vizsgált elemek időbeli változását ábrázoló vonaldiagramok nagy hasonlóságot mutatnak, melyek egy hónapos késéssel követik a havi csapadék összeg változásait; az egyes komponensek átlagos havi koncentrációi erősen korrelálnak a csapadékmennyiséggel.

IRODALOMJEGYZÉK

- Alsó-Tisza Vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, ATIKÖVIZIG.
<http://www.atikovizig.hu/vizrajzx/csapadek.aspx>
- Barótfi I. (2000). Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 981.
- Farsang A., Fejes I. (2009). Contamination and human health risk of groundwater in Szeged, Proc. 11th regional conference on environment and health, In: Papp A. (ed.), 11th regional conference on environment and health. Szeged, Hungary, 15/16 May. 2009.
- Kaszab I. (1987). Építésföldtani összefüggések Szeged és környéke felszínközeli üledékeiben. A MÁFI és a Szeged Városi Tanács közös kiadása, Budapest, 1987, p. 113.
- Kaszab I. (2006). Szeged talajvizének geokörnyezeti állapota. In: Galbács Z. (szerk.), Proceedings of the 13th symposium on analytical and environmental problems. Szeged, Magyarország, 2006.09.25. MTA Szegedi Akadémiai Bizottság, Szeged, pp. 270-276.
- MSZ ISO 5667-11: 2009 2. Vízminőség. Mintavétel. 11. rész: A felszín alatti vizek mintavételéhez.
- Marton L. (2009), Alkalmazott hidrogeológia. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, p. 626.
- Szabó Gy., Angyal A., Csikos A., Bessenyei É., Tóth E., Kiss P., Csorba P., Szabo Sz. (2010). Examination of the groundwater pollution at lowland settlements. Studia Universitatis "Vasile Goldis", Seria Stiintele Vietii, 20., 4., 2010, pp. 89-95.
- Szalai Z., Jakab G., Madarász B. (2004). Estimating the vertical distribution of groundwater Cd and Cu contents in alluvial sediments (River Danube). In: Aagard P. (ed.), Proceedings of the International Workshop: Saturated and unsaturated zone: integration of process knowledge into effective models: COST action 629, Fate, Impact and Indicators of Water Pollution in Natural Porous Media. Rome, Italy, 5/7 May. 2004., pp. 303-312.
- 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről, Magyar Közlöny, 51. évf., pp. 14398-14414.