

## SZERVETLEN SZENNYEZŐK MONITORING VIZSGÁLATA SZEGED TALAJVIZÉBEN

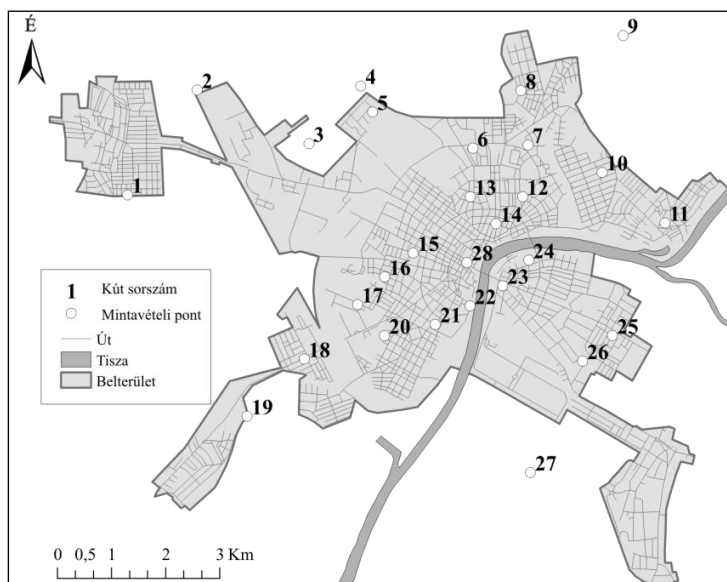
**Fejes Ildikó\*, Farsang Andrea**

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722  
Szeged, Egyetem u. 2-6.

\* [fejesildi@geo.u-szeged.hu](mailto:fejesildi@geo.u-szeged.hu)

### Bevezető

Szegeden a talajvíz minőségét és mennyiségét vizsgáló kutatás mintegy 40 éves múltra tekint vissza. Az első monitoring kutakat 1972-ben telepítették és 1984-ig egy 175 db megfigyelő kútból álló monitoring rendszert hoztak létre [1]. 1991-ig folyamatosan mérték a talajvízszinteket és számos kémiai komponens (pl. szulfát-, magnézium-, kloridion) koncentrációját, majd 12 évig szünetelt minden vizsgálat e kúthálózattal kapcsolatban. A megfigyelések újraindítására 2003-ban a még fellelhető és észlelésre alkalmas kutak közül 45db-ot jelöltek ki és mintáztak, melyeket fémes és félfémes szennyezőkre és más szennyezést jelző komponensekre vizsgáltak be. 2006-ban újabb kémiai állapotra vonatkozó kutatás következett a 21 legszennyezettebb kút esetében [2]. A felsorolt állapotfelmérések nagy szennyezettségről tanúskodnak, mely tény alátámasztja korábbi, 2009-ben végzett kutatásunk is [3]. E tanulmány szerint – 21 kútból származó minta alapján – a város talajvíze számos nehézfémrel, főként rézzel és cinkkel szennyezett. Mivel 1991 óta csak néhány időpontban, az adott időpillanatra érvényes vizsgálatok készültek, szükségessé vált egy új monitoring indítása a szegedi talajvíz minőségi változásainak nyomon követésére.



22. ábra. A vizsgált talajvíz-megfigyelő kutak elhelyezkedése a mintaterületen

Kutatásunk fő célja tehát a talajvíz kémiai állapotának felmérése városi környezetben, különös tekintettel a szerves szennyezőkre. Célunk az egyes komponensek térbeli és időbeli változásainak monitorozása, a szennyezési gócpontok feltérképezése, valamint a geokémiai háttérfolyamatok feltárása.

### **Anyag és módszer**

Kutatásunkba 28 db kutat vontunk be a szegedi talajvíz-megfigyelő monitoring-rendszerből, melyek kiválasztásánál arra törekedtünk, hogy a várost közel egyenletesen lefedő hálózatot kapjunk (1. ábra). A jelenleg is tartó mérésorozatot 2010. októberében kezdtük, havi rendszerességű mintavételezéssel, melynek köszönhetően már 1,5 éves adatsor és több mint 7000 értéket tartalmazó adatbázis áll rendelkezésünkre. Jelen tanulmányunkban az első év eredményeit és elemzését mutatjuk be.

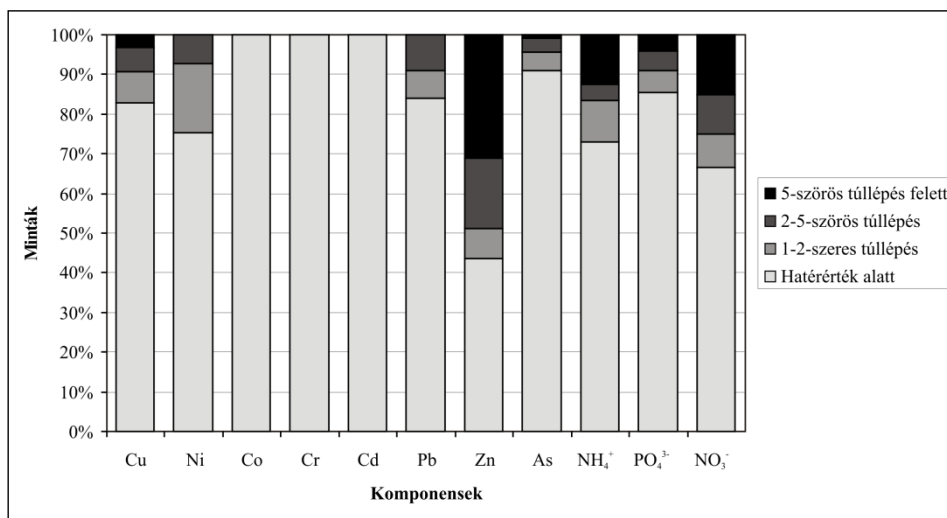
A mintavételek alkalmával a helyszínen került sor a vízszintek regisztrálására, a pH, a hőmérséklet, a vezetőképesség, valamint a sótartalom meghatározására. A mintázás az MSZ ISO 5667-11:2009 szabványnak [4] megfelelően szivattyúzásos tisztítás után történt. A mintákat az SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék akkreditált Talaj- és Vízvizsgáló Laboratóriumában 12 komponensre – réz (Cu), kadmium (Cd), kobalt (Co), króm (Cr), nikkel (Ni), ólom (Pb), cink (Zn), arzén (As), ammónium ( $\text{NH}_4^+$ ), ortofoszfát ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), nitrát ( $\text{NO}_3^-$ ) és nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) – vizsgáltuk meg. A  $\text{NO}_2^-$ , a  $\text{NO}_3^-$ , az  $\text{NH}_4^+$  és az  $\text{PO}_4^{3-}$  koncentrációkat áramlásos analízissel (FOSS FIAStar 5000 Analyzer), a fémeket és az As-t pedig optikai emissziós spektrofotometriás módszerrel (Perkin Elmer ICP OES Optima 7000 DV) határoztuk meg.

A vízállásokat bemutató szintvonalas ábrákat Surfer 8 programmal, krigeléses interpolációval készítettük el. A koncentrációkat ábrázoló térképeket és a szennyezés térbeli eloszlását ESRI ArcGIS 10 szoftver segítségével jelenítettük meg. A vízminősítés a 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet *a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről* [5] (B) szennyezettségi határértékei alapján történt.

A statisztikai számításokat SPSS 18.0 szoftverrel végeztük el. A változók közötti monoton kapcsolat jellemzésére nem paraméteres, Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztunk.

### **Eredmények**

Az egyes mintákat elemezve a leggyakrabban a Zn-nél tapasztaltunk határérték túllépéseket (a minták 56 %-ánál), majd ezt követte a  $\text{NO}_3^-$  (36 %), az  $\text{NH}_4^+$  (27 %) és a Ni (25 %). A Co, a Cr és a Cd vonatkozásában egyetlen minta sem haladta meg a B szennyezettségi határértékeket (2. ábra).



23. ábra. A vizsgált komponensekre vonatkozó határérték átlépés mértéke az összes mintaszám százalékos megoszlásában

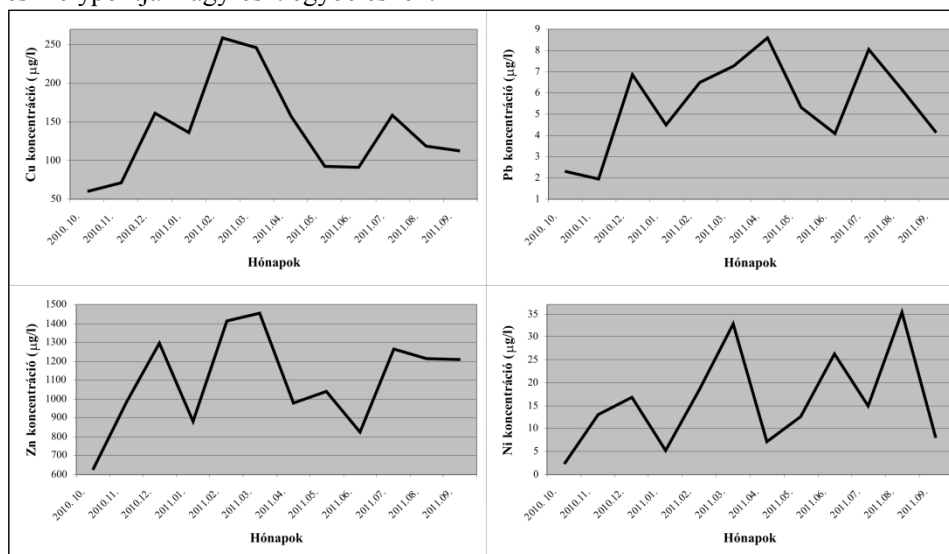
A toxikus fémek közül leginkább cinkkel terhelt a talajvíz, ugyanis 18 helyszín éves átlagértéke a 200 µg/l-es határérték felett volt, és néhány belvárosi pontban (22., 24.) rendkívül magas értékeket mértünk (akár ötvenszeres túllépéssel). A réz szintén számos területen nagy mennyiségben fordul elő a talajvízben. A mintavételi helyek negyede határértéket (200 µg/l) túllépő koncentrációkkal jellemezhető, egyes esetekben a megengedetthez képest négy-, illetve akár ötszörös réz mennyiséggel (22., 28.). Öt kútban az ólom-koncentráció éves átlagértéke átlépte a 10 µg/l-es határt. A Tisza jobb partján elhelyezkedő kútban (22.) a teljes vizsgált évben határérték feletti mennyiséget mértünk. A nikkelnél két mintavételi helyen haladta meg az átlag a 10 µg/l-es határértéket. Arzénnel négy kút vize szennyezett, főként a Tisza partján elhelyezkedő kutakból származó mintáknál jelentős a határérték-túllépés.

A nitrát 50 mg/l-es határértékét négy kút (12., 13., 16., 24.) vize több mint nyolcszorosan meghaladta az év nagy részében. Nitritre nem állapítottak meg szennyezettségi határértéket a 6/2009-es együttes rendeletben, de magas értékei egybeesnek a nitrát magas koncentrációival. Az ammónium tekintetében két belvárosi kút és Újszeged talajvize szennyezett, az 500 µg/l-es határérték húszszorosát mértük az újszegedi 23. és 26. kútban. Az ortofoszfát éves átlagos mennyisége öt mintában határérték (500 µg/l) feletti, melyek közül a leginkább terhelt vizű kút a 13.

### Következtetések

A vizsgált paraméterek koncentrációinak időbeli változását tekintve a legmagasabb értékek döntően márciusban és decemberben adódtak, tehát a talajvíz télen és tavasszal volt a legszennyezettebb. A fémek közül a Cu, a Zn, az Pb és a Ni

koncentrációi hasonlóan változtak a 12 hónapban (3. ábra), a koncentrációk csúcsai és mélypontjai nagyrészt egybe esnek.

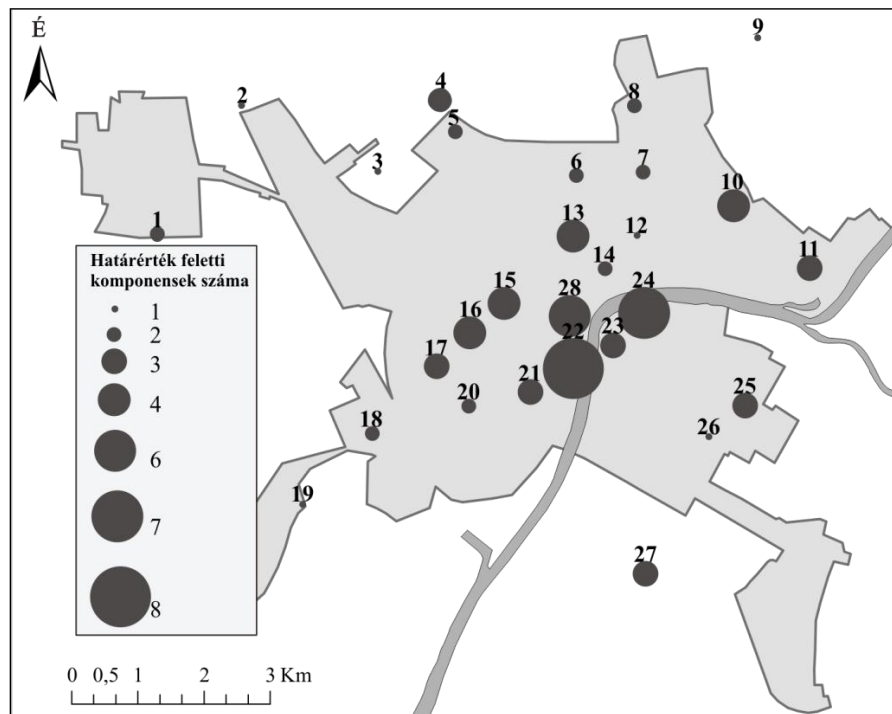


**24. ábra. A Cu, a Zn, az Pb és a Ni koncentrációk időbeli változása a havi átlagértékek alapján**

A laborvizsgálatok alapján Szeged talajvíze kémiaiilag erősen szennyezett, ugyanis minden vízmintában legalább egy komponens meghaladja a határértéket. A káros anyagokkal legkevésbé terhelte kutak leginkább Szeged falusias jellegű területein helyezkednek el. A legrosszabb eredményeket a belvárosban, a Tisza közvetlen közelében lévő 22. kútból származó minta adta, mely 8 vizsgált kémiai paraméternél számos hónapban határértéken felüli koncentrációkat mutatott. A térbeli elhelyezkedést vizsgálva kitűnik, hogy a leginkább szennyezett kutak a belvárosban, illetve a Tiszához közel helyezkednek el (22., 24., 28) (4. ábra).

Az előzők alapján a szegedi talajvíz erősen kontaminálódott toxikus fémekkel és egyéb szennyezőkkel. A minták számottevő részében a szennyezettségi határérték felett volt a Cu, Zn, Pb, Ni, As,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  és  $\text{PO}_4^{3-}$  mennyisége, melyek jelenléte a talajvízben ökológiai és humán-egészségügyi szempontból is veszélyes lehet [6].

Kutatásunk során statisztikai vizsgálatokkal tártuk fel a komponensek közötti összefüggéseket és a szennyezések háttérében álló geokémiai folyamatokat. A változók közötti monoton kapcsolat erősségének és szorosságának meghatározására Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztunk. Szignifikáns pozitív korrelációs kapcsolatot tártunk fel a kalkofil elemeknél, tehát a Cu, Zn, Pb és Cd esetében (1. táblázat), amelyek gyakran fordulnak elő szulfid fázisokban és jellemzőjük a kénnel való nagy affinitás, [7].



**25. ábra. A kutak szennyezettségének mértéke a határérték feletti komponensek száma szerint (éves átlagértékek alapján)**

Erős szignifikáns kapcsolatot mutató párost alkot a Ni és a Cr, melynél a korrelációs együttható 0,88. Mindkét elem sziderofil, a vas-csoportba tartozik, azaz a vassal fordulnak elő a természetben [7]. A nitrogénformákat vizsgálva negatív korrelációt kaptunk az  $\text{NH}_4^+$  és a  $\text{NO}_3^-$  között, amelynek oka a nitrogénciklus folyamatában keresendő, ugyanis az első lépéseként létrejött szerves nitrogén bomlásából származó  $\text{NH}_4^+$  a vízbe jutva  $\text{NO}_3^-$ -tá oxidálódik. Az  $\text{NH}_4^+$  változása azért is meghatározó, mert a szerves szennyezések egyik legfontosabb mutatója a felszín alatti vizekben [8]. A  $\text{NO}_3^-$  és a vezetőképesség között közepes erősségű, pozitív korrelációt mutattunk ki, miszerint a  $\text{NO}_3^-$  mennyisége azokban a kutakban magasabb, ahol az elektromos vezetőképesség is nagy. Ezt alátámasztja az is, hogy a legmagasabb  $\text{NO}_3^-$  (500 mg/l feletti) koncentrációval jellemezhető 12. kútnál a vezetőképesség is rendkívüli (akár 17.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**1. táblázat. Spearman-féle korrelációs együtthatók 9 paraméter esetében ( $p < 0,01$ )**

	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Vezetőkép.
Cu	1								
Zn	0,86	1							
Pb	0,66	0,59	1						
Cd	0,54	0,56	0,32	1					
Ni	0,16	0,17	0,19	0,12	1				
Cr	0,08	0,06	0,08	0,06	0,88	1			
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,2	-0,14	-0,21	0,07	-0,14	-0,11	1		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,21	0,23	0,13	0,04	0,02	-0,04	-0,52	1	
Vezetőkép.	0,18	0,2	0,16	0,11	0,024	-0,08	-0,07	0,55	1

Összességében Szeged talajvizét erős kémiai szennyezettségi állapot jellemezte 2010. október és 2011. szeptember között, hiszen a mért 12 szerves szennyező közül 8-nál a kutak jelentős részénél határérték túllépéseket észleltünk. Számos esetben kiugróan magas értékek is adódtak, főként a Cu, a Zn, a NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, az NH<sub>4</sub><sup>+</sup> és a PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> esetében. Az időbeli változást vizsgálva a legerősebb szennyezést márciusra, míg a legalacsonyabbat októberre tehetjük. A korreláció vizsgálatok alapján elkülönítettünk olyan csoportokat (sziderofil és kalkofil elemek, nitrogénformák, stb.), melyek tagjai korrelálnak egymással, vagyis mennyiségük együtt változik a város talajvizében.

## Irodalom

1. Kaszab I. Építésföldtani összefüggések Szeged és környéke felszínközeli üledékeiben. Szeged: Szegedi Nyomda, a Magyar Állami Földtani Intézet és a Szeged Városi Tanács Közös Kiadása; 1987.
2. Kaszab I. Szeged talajvizének geokörnyezeti állapota. In: Galbács Z. (szerk.) The 13th Symposium on Analytical and Environmental Problems: *Proceedings of the 13th Symposium on Analytical and Environmental Problems, 2006, 25 September 2006, Szeged, Hungary*. Szeged: MTA Szegedi Akadémiai Bizottság; 2006. p. 270-276.
3. Farsang A., Fejes I. Contamination and human health risk of groundwater in Szeged. In: Papp A. (ed.) 11th Reg. Conference on Environment and Health: *Proceedings of 11th Reg. Conference on Environment and Health, 2009, 15-16 May 2009, Szeged, Hungary*.
4. MSZ ISO 5667-11: 2009 2., *Vízminőség. Mintavétel. 11. rész: A felszín alatti vizek mintavételéhez*.
5. 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről, *Magyar Közlöny* 2009; 51: 14398-14414.
6. Gy. Szabo, A. Angyal, A. Csikos, E. Bessenyei, E. Toth, P. Kiss, P. Csorba, Sz. Szabo. Examination of the groundwater pollution at lowland settlements. *Studia Universitatis „Vasile Goldiş”, Seria Ştiinţele Vieţii* 2010; 20(4): 89-95.
7. Grasselly Gy. A geokémia alapjai. Budapest: Nemzetközi Tankönyvkiadó, 1995.
8. Barótfi I. Környezettechnika. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 2003.