

Gombás Ádám - Sárközi Edit - Kardos Levente - Angyal Zsuzsanna

Három budapesti kisvízfolyás kémiai vízminőségének vizsgálata a területhasználat tükrében

Ádám Gombás, Edit Sárközi, Levente Kardos, Zsuzsanna Angyal: Determination of three small streams' chemical water quality in Budapest

Summary

The location and development of cities has been influenced basically by various environmental factors. However, the relationship is bilateral, because not only the environment can affect the city, but the city can affect the environment in different ways, depending on recovery. This is especially true in the case of large cities such as Budapest where the different geological, geomorphological, hydrological, soil and bio-geographical conditions can be changed in very small areas, which implies that land use can be also modified as well. The aim of our study was to determine the chemical water quality of three small streams in Budapest which have same water flow and compare the field and the laboratory test results. Between many natural characteristics of these streams similarity is evident, however, several differences were found between the watersheds in terms of human land use. Statistical data analysis was performed as well, which was the aim to explore the relationship between the parameters. Overall, according to our study it can be concluded, the small streams have similar water chemical properties, but some parameters need special attention in the future, because the investigated small streams can be categorized into polluted and sometimes heavily polluted category.

Keywords: small streams, water quality, qualification,

ÖSSZEFOGLALÓ

Tanulmányunkban egy tipikus nagyvárosi környezetben található három vízfolyás vizsgálatát mutatjuk be: Aranyhegyi-patak Hosszúréti-patak és Keserű-ér. A kisvízfolyások különösen érzékenyek a környezetükből érkező, a vízgyűjtő területükről származó diffúz és pontszerű szennyezőforrásokra. Hidrológiai jellemzőik alapján a patakok nagyon hasonlóak voltak, a közelükben folyó területhasználat szempontjából találtunk különbségeket. A vizsgált vízfolyások szennyezettsége közel azonosnak adódott az elvégzett fizikai és kémiai vizsgálatok alapján. Mindhárom patak tápanyaggal terhelt, amely egyértelműen antropogén hatást mutat.

Kulcsszavak: kisvízfolyások, vízminőség, vízminősítés

BEVEZETÉS

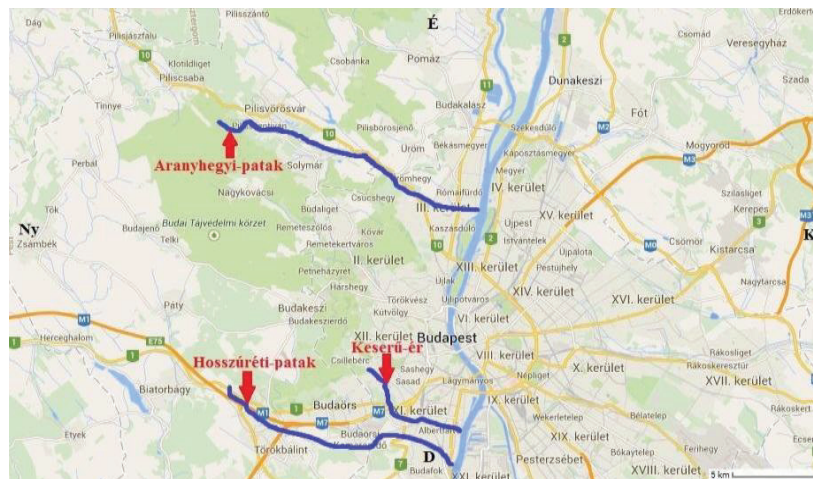
Budapest köztudottan a vizek városa, talán nincs még egy olyan főváros a Földön, ahol ennyi értékes gyógy- és ásványvizet adó forrás bukkanna felszínre a Duna partján. Ezt az adottságot a római kortól kezdődően, kultúrától függetlenül számtalan gyógyvízforrás és fürdő létesítésével használták ki. A magyar főváros azonban a felszínalatti vizek mellett felszíni vizekben is igen gazdag, egész városrészeknek nevet adó, a területhasználatot régóta meghatározó kisebb-nagyobb vízfolyások futnak a Duna felé. Ezek közül a legjelentősebbek a Gombás-patak, Sződ-Rákos-patak, Szilas-patak, Rákos-patak, Szent János-patak, Bükkös-patak, Dera-patak, Aranyhegyi-patak, Ördögárok, Mogyoródi-patak, Csömöri-patak, Füzes-patak, Benta-patak, Szent László-víz, Váli-víz, Gyáli-főcsatorna, a Hosszúréti-patak és a Keserű-ér.

A budai oldalon a Budai-hegységben és a Pilisben eredő, míg a pesti oldalon főleg a Gödöllői-dombságból lefutó patakok a jellemzőek. A Duna mellett sokáig ezek a vizek biztosították az egyre növekvő városi népesség ivóvízigényét. Bár Budapest ivózellátása ma már nem a felszíni vízkivételre, hanem legnagyobb részben a partiszűrészű vizekre támaszkodik, napjainkban is fontos feladat a felszíni és felszín alatti vizek monitorozása. A vízbázis védelmének szükségességét természetvédelmi szempontok is indokolják. A felszíni és felszín alatti vizek élőhelyül és tápanyagul szolgálhatnak különleges élőlénytársulásoknak. Sok esetben a védett növények jelenléte a víz megfelelő összetételétől függ és nem egy esetben különleges összetétele miatt maga a víz a természetvédelmi érték. A nagy népsűrűség, a közlekedés, az ipari tevékenység már a 19. század végétől rányomták bélyegüket a vízminőségre. A főváros nagyobb vízfolyásairól folyamatosan készülnek elemzések, de a kisebb erekről, patakokról ritkán látni ilyen tanulmányokat. Ugyanakkor ezek a kisvízfolyások számos esetben sokkal veszélyeztetettebbek lehetnek, hiszen ingadozó vízhozamuk, medrük változó kiépítettsége, a lakosság sok esetben illegális használata (hulladéklerakás, csatornabevezetés) miatt akár nagyobb szennyezések is észrevételnek maradhatnak. Éppen ezért tartjuk kiemelten fontosnak ezekben a kisvízfolyásokban a folyamatos vizsgálatát, monitorozását, a terület-használat értékelését.

A MINTATERÜLETEK LEÍRÁSA

Tanulmányunkban három, a főváros budai oldalán folyó, majd a Dunába torkolló kisvízfolyás vízminőségét vizsgáltuk (1. ábra). A három vizsgált patak hidrográfiai, hidrológiai viszonyai (hossz, vízhozam, vízgyűjtő terület) nagyon hasonlóak, de a folyásuk mentén megfigyelt területhasználatban sok esetben különbségeket

tapasztaltunk. Az *Aranyhegyi-patak* (más néven Filatori-árok) a Pilis hegység déli hegységperemén feltörő karsztforrások vizét és a Budai-hegység északi lejtőinek csapadékvizét gyűjti össze és vezeti a Dunába az Északi összekötő vasúti híd felett. A budai oldal állandó jellegű vízfolyásai közül az Aranyhegyi-patak a legnagyobb, melynek vízgyűjtőterülete 120 km², hossza 24 km, fő forrása pedig Pilisszántó felett, a Pilis délkeleti lejtőjén van (Pécsi, 1958). A 17 km hosszú *Hosszúréti-patak* a torbágyi erdőből ered, majd Biatorbágy, és Budakeszi területét érintve folyik a Törökbálinti-tóba. Ezután Törökbálinton, Budaörsön és Budapest XI. kerületén keresztül halad tovább, majd Budapest XXII. kerületét érintve torkollik a Dunába a Csepel-sziget északi részénél. Három mellékága van: a Budaörsi-mellékág, a Budakeszi-árok, és a Törökbálinti-mellékág, melyek időszakosak, száraz időben kiszáradnak. Teljes vízgyűjtő területe 114 km². A *Keserű-ér* a Rupp-hegyről ered, Budapest XI. kerületét a kerület északnyugati részén éri el, majd a Kőérberki útnál keletre fordulva halad a Duna felé. Hossza 14 km, vízgyűjtő területe 101 km² (Baktai, 1974).



1. ábra: A vizsgált vízfolyások

Mindhárom vízfolyásnál elmondható, hogy vízminőségüket a vízgyűjtő területük geológiai, vízrajzi és biológiai adottságain túl igen jelentősen az emberi hatások is meghatározzák. Általánosságban elmondható, hogy a vízfolyások vízgyűjtő területét mészkő és dolomit alkotja, melyre harmadidőszaki képződmények rakódtak.

Szintén mindhárom vízfolyásra jellemző, hogy folyásuk kisebb-nagyobb részén védett természeti területeken haladnak keresztül. Az Aranyhegyi-patak esetében ezek a védett területek a Budai Tájvédelmi Körzet területére esnek. Ezek közül kiemelkedik a Pilisszentiván mellett emelkedő Kis- és Nagy-Szénás, melyek az egyik leggazdagabb és legértékesebb természeti területek hazánkban. A Hosszúréti-patak és a Keserű-ér esetében pedig az 1982 óta természetvédelmi területnek számító Kőérberki szikes rétet lehet említeni, mely magában foglalja a keserűvíz kutak területét is. Itt található Budapestnek és környékének egyetlen szikes élővilága, mely a geológiai adottságai és az értékes növénytársulása mellett zoológiai értéket is képvisel (Zolnay, 1971).

TERÜLETHASZNÁLAT

A vizsgált vízfolyások mindegyike Budapest nagy népsűrűségű és változatos területhasználatú területein haladnak keresztül, így azok vízminőségét a természetes geológiai tényezőkhöz kívül számos antropogén hatás is alakítja. A természetes és mesterséges befolyások és a talajvízből történő feltöltődés hatására a patakvizeknek nemcsak a mennyisége nő, de a hozzáadódó víztömegek a saját karakterükre formálják a vízfolyásokat. Mindhárom pataknál jelentős potenciális szennyező hatásnak bizonyul a közlekedés, hiszen országos jelentőségű utakat, vasutakat kereszteznek. Az Aranyhegyi-patak esetén a 10. és a 11. főutat, és a Budapest-Esztergom vasútvonalat lehet említeni, míg a két XI. kerületi vízfolyásnál az M1-M7 autópályák és a Budapest-Székesfehérvár vasútvonal hatása játszik szerepet a vízminőség alakulásában. Szintén potenciális szennyezőként említhetjük a területek beépítettségét, amely a 20. század második felétől vált jelentőssé a főváros vizsgált területein. Ezek a területeken a csatornahálózat kiépítése csak az 1990-es években kezdődött meg, így ez előtt igen nagy volt a patakok ilyen irányú terhelése. A csatornázottság megjelenésével párhuzamosan helyi szennyvíztisztító telepeket is több helyen építettek, bár ezek hatásfoka a vízminőségi adatokat látva sok esetben megkérdőjelez-

hető. Szintén minden vizsgált vízfolyás mentén megfigyeltünk illegális kommunális hulladéklerakókat, amelyek a meder közvetlen közelében, sőt több esetben közvetlenül a mederben szennyezik a vizet. Minden patak mellett jellemző mezőgazdasági, ipari, illetve szolgáltató tevékenység is, ezek profiljuktól függően szintén potenciális szennyező forrásnak számítanak. A leggyakrabban előforduló hatások ezek közül a benzinkutak, illetve autószerelő műhelyek, egykori laktanyák, illetve eltérő kiterjedésű és hasznosítású mezőgazdasági területek.

MINTAVÉTEL

A mintavételezés minden vizsgált vízfolyás esetén egy éven keresztül, negyedévenként történt 2013-ban és 2014-ben. Igyekeztünk a mintavételezést egymáshoz minél közelebbi időpontokban megvalósítani, így az időjárási körülmények is nagyon hasonlóak voltak egymáshoz. A mintavételezést mindhárom patak esetében terepbejárás előzte meg, ahol felmértük azokat az esetleges szennyező forrásokat, amelyek hatással lehetnek a vízfolyásokra. Ennek alapján az Aranyhegyi-patak esetében 19, a Keserű-ér esetében 12, míg a Hosszúréti-patak esetében 10 pontból történt a mintavétel.

TEREPI MÉRÉSEK

A vízminőséget terepi, és a mintavételezés után laboratóriumi vizsgálatokkal határoztuk meg. A mintavételezésekkel egy időben terepi méréseket is végeztünk. A terepen víz hőmérséklet, fajlagos vezetőképesség, pH, oldott oxigéntartalom és vízhozam meghatározására került sor (Angyal, 2012).

A patakvíz *hőmérsékletének* megállapításához Adwa AD32-es és Adwa AD14-es kézi műszerekkel mértük meg a víz hőmérsékletét, majd a kapott értékeket átlagoltuk.

A *fajlagos vezetőképesség* mérésére egy Adwa AD32 típusú kézi konduktométer műszert használtunk. A vizek fajlagos vezetőképességének mérésével információt kaphatunk arról, hogy a felszíni vizek mennyi disszociációra képes, szervesetlen komponenst tartalmaznak, így tehát

a víz összes sótartalmára is következtethetünk. (Percsich, 2005, Angyal, 2012).

A vizek *pH-értékének* meghatározására egy Adwa AD14 típusú műszert alkalmaztuk. A természetes vizek pH értéke általában 4,5 és 8,3 között van, és ezt alapvetően a szén-dioxid, a karbonát- és hidrogénkarbonát-ionok közötti egyensúly, valamint a humin- és fulvinsavak jelenléte határozza meg. A felszíni vizek hidrogénkarbonát-tartalmuknál fogva hidrolízis következtében általában lúgos kémhatásúak (Stelczer, 2000, Moser – Pálmai, 2006).

A patakvíz *oxigéntelítettségének* meghatározására is sor került, melyhez egy Visicolor® oldott oxigén SA 10 tesztkészletet használtunk. Az oxigéntelítettség a mérés során meghatározott oxigéntartalmat a mért vízhőmérsékleten elméletileg maximálisan oldható oxigénkoncentrációhoz viszonyítva adja meg százalékban (Stelczer, 2000, Percsich, 2005, Moser – Pálmai, 2006). Az oldott oxigéntartalom meghatározására jodometriás módszert alkalmaztunk, melynek kidolgozása Winkler Lajos nevéhez fűződik. Az oldott oxigéntartalom meghatározásának lényege, hogy lúgos közegben a mangán(II)-ion (Mn^{2+}) reakcióba lép az oldott oxigénnel, miközben pelyhes Mn(IV)-oxihidroxid ($MnO(OH)_2$) csapadék képződik.

LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

A laboratóriumi méréseket a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karának Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszékén végeztük el. A terepi mérések eredményeivel való összehasonlítás érdekében a laboratóriumban is elvégeztük a vízminták hőmérsékletének, vezetőképességének, kémhatásának és összes só tartalmának mérését egy Mettler-Toledo típusú mérőműszerrel. A laboratóriumban továbbá nitrát-, vas-, mangán-, foszfát-, szulfát-, nitrit-, ammónium-, nátrium- és kloridtartalom, valamint lúgosság, összes keménység és kémiai oxigénigény meghatározására került sor. A vízminták nagy lebegőanyag-tartalma miatt a mintákat szűrőpapírral leszűrtük és közvetlenül a mérések előtt homogenizáltuk.

A nitrát-, vas- és mangántartalom determinálást

Visicolor® ECO gyorsesztekkel és Photometer PF-12 típusú készülékkel végeztük el. A vízminták nitrit-, foszfát-, szulfát- és ammóniumtartalmát meghatározott hullámhosszon Spektrofotométer SP-830 típusú műszerrel határoztuk meg. A vízminták kloridion-tartalmát, összes keménységét, lúgosságát és kémiai oxigénigényét (KOIp) titrálással határoztuk meg. A KOIp mérés kivételével a titrálások során párhuzamos méréseket végeztük, tehát minden egyes vízmintán kétszer végeztük el a titrálásos módszert és a mérőoldat fogyására kapott eredményeket átlagoltuk. A vizek összes keménységének meghatározására komplexometriás módszert alkalmaztunk. A lúgosság meghatározása szintén titrálásos módszerrel történt. A *nátriumtartalmat* lángfotometriás módszerrel határoztuk meg.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgált paraméterek eredményei alapján a vízminőségi osztályba sorolást az MSZ 12749-es szabvány lapján végeztük. A **Keserű-ér** eredményeit megvizsgálva megállapítható, hogy a vizsgált kísérleti periódus alatt a kémhatás mindvégig az I. osztályú, a vezetőképesség szinte végig V. osztályú, míg az oldott oxigén koncentrációja III. osztályú kategóriába tartozott. A víz igen erősen kemény, amely a terület geológiai eredetével magyarázható. A nagy sótartalom egyfelől geológia eredetű, másfelől az antropogén hatásokat jelzi. Az antropogén hatásokat jelzi a tápanyag háztartás mutatóinak (ammónium-, nitrit, nitrát-nitrogén) jelentős változása is (1. táblázat).

A nitrogén háztartás mutatói alapján arra következtethetünk, hogy a vizsgált időszakban zajlott az ammónifikáció és az azt követő nitrifikáció is, azaz rendelkezésre állt könnyen lebontható szerves nitrogénforrás, amely a nem megfelelően kialakított szennyvízelvezetéssel magyarázható. Egyetlen periódus alatt (IV. negyed év) nőtt meg a nitrát-N koncentrációja számottevően, ezt a 2013-as év eleji műtrágyázással hozzuk összefüggésbe.

Paraméter	I. negyed év (n=10)		II. negyed év (n=10)		III. negyed év (n=10)		IV. negyed év (n=10)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
pH	6,74 (I.)	0,04	7,93 (I.)	0,84	7,68 (I.)	0,20	7,77 (I.)	0,19
κ (μ s/cm)	2264,1 (V.)	1060,8	1115,7 (IV.)	412,2	2084,8 (V.)	1094,6	3017,7 (V.)	632,5
oldott oxigén (mg/dm ³)	5,76 (III.)	2,22	5,91 (III.)	2,95	4,00 (III.)	4,14	4,88 (III.)	0,95
NH ₄ ⁺ -N (mg/dm ³)	0,79 (III.)	0,40	1,28 (V.)	0,86	0,90 (III.)	1,04	0,16 (I.)	0,10
NO ₂ ⁻ -N (mg/dm ³)	0,10 (IV.)	0,09	0,06 (III.)	0,08	0,14 (IV.)	0,14	0,06 (II.)	0,03
NO ₃ ⁻ -N (mg/dm ³)	4,06 (II.)	1,86	0,76 (I.)	0,56	1,03 (II.)	0,58	6,51 (III.)	3,04

1. táblázat: A Keserű-ér vízminőségi adatai és értékelésük

megjegyzés: az átlagok utáni szám zárójelben a vízminőségi osztály megjelölése az MSZ 12749-es szabvány alapján.

SPSS programcsaláddal történt kiértékelés alapján megállapítható, hogy az összes sótartalom és a fajlagos vezetőképesség között (R=1,000, p<0,01), a sótartalom és a kloridion koncentráció között (R=0,837, p<0,01), valamint a sótartalom és a szulfátion koncentráció között (R=0,679, p<0,01) erős, szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki. Míg a sótartalom és a foszfátion koncentráció között nem mutattunk ki számot

tevő kapcsolatot (R=0,039, p=0,811). Megállapítható, hogy az összes só tartalom anion összetevői között a kloridion és a szulfátion jelentős szerepet tölt be.

A **Hosszúréti-patak** vízminőségi adatai alapján is hasonló képet kaptunk a patakról, mint a Keserű-ér vizsgálata során, de bizonyos esetekben a legszennyezettebb vízminőséget tapasztaltunk a nitrogén komponensekre vonatkozóan (2. táblázat).

Paraméter	I. negyed év (n=10)		II. negyed év (n=10)		III. negyed év (n=10)		IV. negyed év (n=10)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
pH	7,12 (I.)	0,03	8,05 (II.)	0,29	7,69 (I.)	0,20	7,81 (I.)	0,04
κ (μ s/cm)	1342,0 (IV.)	128,3	1378,4 (IV.)	69,0	1555,0 (IV.)	50,0	2064,1 (V.)	37,82
oldott oxigén (mg/dm ³)	5,08 (III.)	0,54	5,05 (III.)	1,75	3,16 (IV.)	0,86	3,75 (IV.)	0,24
NH ₄ ⁺ -N (mg/dm ³)	11,04 (V.)	3,10	1,03 (IV.)	0,32	3,63 (V.)	2,99	2,68 (V.)	0,51
NO ₂ ⁻ -N (mg/dm ³)	0,43 (V.)	0,04	0,09 (III.)	0,04	0,30 (V.)	0,12	0,37 (III.)	0,05
NO ₃ ⁻ -N (mg/dm ³)	8,58 (III.)	1,53	2,30 (II.)	0,62	10,52 (IV.)	3,45	7,24 (III.)	1,06

2. táblázat: A Hosszúréti-patak vízminőségi adatai és értékelésük

megjegyzés: az átlagok utáni szám zárójelben a vízminőségi osztály megjelölése az MSZ 12749-es szabvány alapján.

Paraméter	I. negyed év (n=19)		II. negyed év (n=19)		III. negyed év (n=19)		IV. negyed év (n=19)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
pH	7,94 (I.)	0,14	8,03 (I.)	0,15	8,11 (II.)	0,30	7,98 (I.)	0,29
κ (μ s/cm)	1498,6 (IV.)	405,3	1445,6 (IV.)	190,8	1429,0 (IV.)	224,5	1501,4 (IV.)	247,8
oldott oxigén (mg/dm ³)	12,43 (I.)	0,58	8,16 (I.)	2,49	8,78 (I.)	2,23	7,53 (I.)	2,41
NH ₄ ⁺ -N (mg/dm ³)	2,68 (V.)	1,31	2,37 (V.)	0,86	1,43 (IV.)	1,16	1,55 (IV.)	0,96
NO ₂ ⁻ -N (mg/dm ³)	0,09 (III.)	0,13	0,08 (III.)	0,05	0,09 (III.)	0,12	0,12 (IV.)	0,07
NO ₃ ⁻ -N (mg/dm ³)	1,75 (II.)	1,16	2,03 (II.)	1,12	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

3. táblázat: Az Aranyhegyi-patak vízminőségi adatai és értékelésük

megjegyzés: az átlagok utáni szám zárójelben a vízminőségi osztály megjelölése az MSZ 12749-es szabvány alapján,

n. a. = nincsen adat.

A víz kémhatása egyetlen egy kísérleti periódus alatt volt II. osztályú, a többi periódusban mindvégig I. osztályú volt. A fajlagos vezetőké-

pesség (összes só tartalom) alapján szennyezett, erősen szennyezett kategóriába sorolható. Hosszúréti-patak vízminőségi adatai alapján

jelentősen nagyobb ammónium-nitrogén koncentrációkat tapasztaltunk, mint a Keserű-ér esetében, ezeket továbbra is szerves eredetű szennyezéssel, a nem megfelelően kialakított csatornázással, illetve fokozottabb ammónium tartalmú műtrágyák használatával magyarázzuk. A vizsgált víztestben zajlik az ammónifikáció és lassabban a nitrifikáció folyamata is, ezt támasztja alá a megnövekedett nitrit-nitrogén értékek, valamint a kisebb oldott oxigén koncentrációk is. A víztest igen keménynek tekinthető az összes keménység mérések alapján, amely geológia eredetű.

A Hosszréti-patak adatai esetén is elvégeztük a korrelációs vizsgálatokat. Az összes sótartalom és a fajlagos vezetőképesség között ($R=0,999$, $p<0,01$), a sótartalom és a kloridion koncentráció között ($R=0,652$, $p<0,01$), valamint a sótartalom és a szulfátion koncentráció között ($R=0,775$, $p<0,01$) erős, szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki ezen patak esetében is. Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a víztest aniontartalmának kialakításában a kloridionnak és a szulfátionnak kiemelkedő szerepe van. A foszfátion korrelációs adata jelentősen eltér ($R=-0,323$, $p=0,042$) a Keserű-ér adatához viszonyítva. A mért koncentrációk is nagyobbak, így a foszfátion jelenléte növelheti a trofitási fokot, amely szélsőséges esetekben (további oldott oxigén koncentráció csökkenés mellett) kedvezőtlenül befolyásolhatja a patak vízminőségét. A foszfátion koncentráció növekedést a kiskertek mezőgazdasági tevékenységével és a hiányos csatornázással magyarázhatjuk.

Az **Aranyhegyi-patak** mérési adatainak értékelését a 3. táblázat tartalmazza. A kémhatás hasonlóképpen alakult, mint a Hosszréti-patak esetén, egyetlenegy esetben volt II. osztályú, a többi periódus alatt kiváló (I.) vízminőségi kategóriába tartozott. Az összes sótartalom tekintetében sem tapasztaltunk eltérést, IV., szennyezett vízminőségi osztályba sorolható, ugyanúgy, mint a Hosszréti-patak. Az adatok alapján továbbra is megfigyelhető, ugyan kisebb mértékben a szerves nitrogénformák bejutása a víztestbe, ahol az ammónifikáció eredményeképpen nagy az ammónium-nitrogén koncent-

rációja. A nitrifikáció ebben a víztestben is zajlik, ezt támasztják alá a nitrit-nitrogén koncentrációk adatai is. Megállapítható, hogy a nitrit-nitrogén koncentráció esetén a másik két víztesthez képest kisebb koncentrációt figyelhetünk meg. Kiemelendő, hogy a műtrágya eredetű ammónium-nitrogén jelentősebb forrás lehet ennél a pataknál, mint a másik két patak esetén. Figyelemre méltó, hogy minden kísérleti periódusunk alatt a nagy oldott oxigén koncentráció, amely a patak viszonylag jó állapotát jellemzi.

Az SPSS korrelációs vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a sótartalom pozitív szignifikáns korrelációt mutat a nitrát-nitrogén ($R=0,454$, $p=0,015$), a nitrit-nitrogén ($R=0,764$, $p<0,01$), az ammónium-nitrogén ($R=0,281$, $p=0,02$), valamint a kloridion koncentrációval ($R=0,941$, $p<0,01$). Ezen korrelációk figyelembevételével megállapítható, hogy a sókoncentráció kialakításában, az anionok esetén a nitrátion, a nitrition és a kloridion a kiemelendő komponens. A foszfátion esetében továbbra sem találtunk megfelelő korrelációt ($R=-0,092$, $p=0,51$). Az összes sótartalom és a fajlagos vezetőképesség között továbbra is kimutattuk a szoros korrelációt ($R=0,999$, $p<0,01$).

A három patak vízminőségi adatainak összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a túlnyomó részben kémhatás szempontjából kiváló vízminőségi osztályba sorolható vízben jelentős oldott só koncentráció található, amely egyértelműen antropogén (pl.: műtrágyázás) hatásokat jelez. Az átlag értékek rendre szennyezett (IV.), erősen szennyezett (V.) kategóriákban sorolhatók. Az oldott oxigén koncentráció esetén kiemelkedően kedvező helyzetet (I. vízminőségi osztály) az Aranyhegyi-patak esetében tapasztaltunk, itt feltételezhetően kevesebb szerves szennyező anyag éri a víztestet. A tápanyagháztartás mutatói alapján némi eltérések mellett kijelenthetjük, hogy minden vízben jelentős az ammónifikáció és az azt követő nitrifikáció folyamata is. A legkisebb foszfátion koncentráció az Aranyhegyi-patakban mértünk. Ez is megerősíti, hogy a három víztest közül a vizsgált paramétereink alapján ezen patak

vízminősége a legkedvezőbb (a besorolás alapján 7 esetben I. osztályú a vizsgált paraméter). Mindhárom patak adatainak elemzése során korrelációs vizsgálatokat is végeztünk. Az összes patak adat összesítésének korrelációs elemzése során továbbra is erős szignifikáns kapcsolatot találtunk a fajlagos vezetőképesség és az összes só tartalom ($R=1,000$, $p<0,01$), valamint az összes só tartalom és a kloridion ($R=0,821$, $p<0,01$), valamint az összes só tartalom és a szulfátion ($R=0,716$, $p<0,01$) között. A só tartalom és a foszfátion koncentráció között kimutatható kapcsolatot nem tapasztaltunk ($R=0,137$, $p=0,114$). Megállapítható, hogy a só tartalom alakításában az anionok közül a kloridion és a szulfátion a meghatározó komponens. A korrelációs vizsgálataink során az összes keménység és a nátriumion koncentráció között erős, szignifikáns kapcsolatot találtunk ($R=0,481$, $p<0,01$), azaz a kalcium- és magnéziumionok mellett jelentős a nátriumion mennyisége is, amely kísérője a keménységet okozó komponenseknek. Ez a területek geológiai eredetével magyarázhatóak. A patak vízminőségének célzott, további analitikai vizsgálata (pl.: nehézfémek, TOC) szükséges lehet a szennyező források és komponensek még pontosabb meghatározásához.

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban egy tipikus nagyvárosi környezetben található három vízfolyás vizsgálatát mutattuk be. Bár a hidrológiai jellemzői a patakoknak nagyon hasonlóak voltak, a közelükben folyó területhasználat szempontjából találtunk különbségeket. Ennek ellenére a vízfolyások szennyezettsége közel azonosnak tekinthető, bár több esetben az Aranyhegyi-patak vízminőségi mutatói a legkedvezőbbek (pl. oldott oxigén esetén első osztályú) (MSZ 12749). Mindhárom patak tápanyaggal terhelt (főleg nitrogén komponensek), amely egyértelműen antropogén hatást mutat. Véleményünk szerint ezeknek a szennyezéseknek két forrása van: a több esetben közvetlenül a patak partja mellett található kiskertek mezőgazdasági tevékenysége (műtrágya), valamint a nem megfelelően kialakított vagy hiányos szennyvíz-elvezetés. A vízminőséget kedvezőtlenül befolyásoló nitrogén komponensek víztestekbe történő bejutása miatt kiemelten fontosnak tartjuk a háztáji termelés megfelelő műtrágyafelhasználását, illetve a csatornahálózat további fejlesztését, az illegális bevezetések megszüntetését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Angyal Zsuzsanna: Környezettudományi terepgyakorlat. Typotex Kiadó, Budapest, 2012, 290 p.
- [2.] Baktai Ferenc.: „Budapest kapujában” – A XI. kerület krónikája. XI. Kerületi Tanács, Budapest, 1974.
- [3.] Budapest Főváros Önkormányzata: Budapest környezeti állapotértékelése. Budapest, 2013, 126 p.
- [4.] Moser Miklós – Pálmai György: A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006, 512p.
- [5.] MSZ 12749-1993: Quality of surfacewater, quality characteristics and classification
- [6.] Percsich K.: Bevezetés a vízanalitikába. SZIE MKK, Gödöllő, 2005, 159p.
- [7.] Pécsi Márton: Budapest természeti képe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1958, 744p.
- [8.] Seifer Tibor: A főváros nyugati kapuja – Budapest Főváros XI. kerületi Önkormányzat Polgármesteri Hivatal, Budapest, 1998, 67-84p.
- [9.] Stelczer K: A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2000, 411p.
- [10.] Zolnay Viktor.: A XI. kerület (Gellérthegy, Lágymányos, Kelenföld, Sasad) története. XI. kerületi Tanács, Budapest, 1971, 62-131p.