

Budapest térségi Duna-szakasz mikrobiológiai terheltsége és ennek kockázatai

Dr. Némedi László – Sződyne Nagy Eszter – Bobvos János

ÖSSZEFOGLALÓ

BUDAPESTEN A FELSZÍN ALATTI VIZEK – BELEÉRTVE AZ ÁSVÁNY- ÉS GYÓGYVIZEKET IS – SZOROS FUNKCIONÁLIS KAPCSOLatot MUTATNAK A DUNA BUDAPESTI SZAKASZÁVAL. A DUNÁTÓL FÜGGETLEN IVÓVÍZKÉSZLET ARÁNYA ELENYÉSZŐ, NEM HALADJA MEG AZ 5%-OT. ÚGY GONDOLJUK, HOGY A BUDAPESTI VÍZBÁZIS FORRÁSÁNAK, A DUNA VIZÉNEK, HOSSZÚIDEJŰ VÍZMINŐSÉG-VÁLTOZÁSA ÉRDEKLŐDÉSRE TARTHAT SZÁMOT A PALACKOZOTT ÁSVÁNYVIZEKKEL ÉS IVÓVIZEKKEL FOGLALKOZÓ SZAKEMBEREK SZÁMÁRA IS. ITT HÍVJUK FEL A FIGYELMET ARRA, HOGY A BUDAPESTI ÁSVÁNYVIZEK MEGHATÁROZÓ RÉSE – AZ ÚGYNEVEZETT „LANGYOS FORRÁSOK” – A DUNA VÍZSZINTINGADOZÁSÁRA VÍZHOZAM, HŐMÉRÉKLET ÉS MIKROBIOLÓGIAI ÁLLAPOT VÁLTOZÁSOKKAL REAGÁLNAK. ÉPPEEN EZÉRT EZEK A DUNA MELLETT ELHELYEZKEDŐ ÁSVÁNYVÍZFORRÁSOK „SÉRÜLÉKENYNEK” MINŐSÜLNEK.

A KOMMUNÁLIS SZENNYVIZEK TISZTÍTÁSÁNAK RÉSZLEGES ÉS SZERÉNY MÉRTÉKE MIATT BUDAPEST TÉRSÉGÉBEN A BEFOGADÓ DUNA IDEGEN (ALLOCHTON) BAKTÉRIUM FLÓRÁJA MEGHATÁROZÓ JELENTŐSÉGŰ. EBEN A MUNKÁBAN AZ ELMŰLT 10 ÉV FOLYAMATOS ADATSORAIT ELEMEZZÜK KÜLÖNBÖZŐ STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL A TÖRZSHÁLÓZATI MINTAVÉTELEK EREDMÉNYEI ALAPJÁN.

INHALT

IN BUDAPEST WEISEN DIE WASSER UNTER DER OBERFLÄCHE – DIE MINERAL- UND HEILWASSER INBEGRIFFEN – EINE ENGE FUNKTIONELLE VERBINDUNG ZUM BUDAPESTER ABSCHNITT DER DONAU AUF. EIN VON DER DONAU UNABHÄNGIGER TRINKWASSERVORRAT IST VERSCHWINDEND GERING, ÜBERSTIEGT NICHT DIE 5%. WIR DENKEN, DASS DIE LANGJÄHRIGE VERÄNDERUNG DER WASSERQUALITÄT DES DIE QUELLE DER BUDAPESTER WASSERBASIS BILDENDEN DONAUWASSERS AUCH FÜR DIE SICH MIT MINERAL- UND TRINKWASSERABFÜLLUNG BESCHÄFTIGENDEN FACHLEUTE VON INTERESSE SEIN DÜRFTTE.

Az aktuális állapot rögzítése önmagában kevésbé értelmezhető (egyformán érvényes ez a minőségi és a mennyiségi adatokra). Tehát vagy a változásokat keressük, vagy a határértékektől való eltérést. Ez a vízhasználat-centrikus vízminősítés lényege. A szisztematika és az ökológia viszont az egyes rendszereket belülről vizsgálja. A minták időbeli, vagy térbeli expandálása növeli az értékelések megbízhatóságát. Mindazonáltal a hosszúidejű adatsorok elemzésénél feltétlenül figyelembe kell venni az alábbi szempontokat:

- Módszerek, szabványok, határértékek és rendeletek időközbeni változásai
- Személyzet, felszerelés, eszközök, környezeti feltételek változásai
- Mintavételi pontok és a gyakoriság változása
- A statisztikai apparátus módosulása
- Több paraméter esetén a súlypontozási elvek változása (pl. CF vagy E. coli)
- Annak figyelembevétele, hogy a mikrobiológiai paraméterek a heterogenitás, az extrém szórás, valamint az indikátoroknak és a kórokozóknak eltérő megítélése meghatározó jelentőségű

- A kérdés-feltevés tartalmának változása (milyen célból vizsgáljuk a hosszúidejű változásokat)
- A klimatikus, hidrológiai, ökológiai és az antropogén hatások befolyása
- Az esetleges trendek alapján szükségessé váló beavatkozások megítélése.

Az *irodalomban* eltérő módon jelenik meg a hosszúidejűség tartalma és felhasználása. A hazai törzshálózati rendszer kialakításánál is azonnal felmerültek bizonyos fenntartások, főként a statisztikai bizonytalanságok, a vizsgálati spektrum egyoldalúsága és a párhuzamos vizsgálatok miatt. Átfogóan elemzi ezt a helyzetet a *Somlyódy-Hock-Gorzó szerzőhármás* (1) a *Vízügyi Közlemények* 1990. 2. füzetében. *Kavka* és szerzőtársai (2) a Bécs-térségi Duna-szakasz átlagos baktériumszámaikat közli a kémiai adatok mellett, feltüntetve a standard eltérést, valamint a minimum és maximum értékeket. Az 1934 és 1902 fkm. között a kommunális szennyvíz hatását az ammóniumion és a pszichrofil telepesség közötti kapcsolattal jellemzik. *Gajin* (3) a Duna jugoszláviai szakaszán járnak minősíti az öntisztulás hatását,

HIER MÖCHTEN WIR DARAUF AUFMERKSAM MACHEN, DASS EIN ENTSCHEIDEN- DER TEIL DER BUDAPESTER MINERALWASSER – DIE SOG. „LAUWERMEN QUELLEN“ – AUF DIE WASSERPEGELSCHWANKUNGEN DER DONAU MIT DER VERÄNDERUNG DER WASSERERGIEBIGKEIT, DER TEMPERATUR UND DES MIKROBIOLOGISCHEN ZUSTANDES REAGIEREN. GERADE DESWEGEN WERDEN DIESE, SICH NEBEN DER DONAU BEFINDLICHEN MINERALWASSERQUELLEN ALS VERLETZLICH EINGESTUFT.

WEGEN DEM PARTIELLEN UND BESCHIEDENEN MASS DER KOMMUNALEN ABWASSERREINIGUNG IST DIE (ALLOCHTONE) FREMDBAKTERIENFLORA DER AUFNEHMENDEN DONAU IM BEREICH VON BUDAPEST VON ENTSCHEIDENDEM CHARAKTER. IN DIESER STUDIE WERDEN DIE FORTLAUFENDEN DATENREIHEN DER VERGANGENEN 10 JAHRE MIT VERSCHIEDENEN STATISTISCHEN MITTELN ANALISIERT, AUFGRUND DER ERGEBNISSE DER MUSTERENTNAHMEN DES STRAMMNETZES.

SUMMARY

IN BUDAPEST, THE WATERS UNDER SURFACE – INCLUDING MINERAL AND SPA WATERS – HAVE A CLOSE FUNCTIONAL RELATIONSHIP WITH THE BUDAPEST RIVER- ARM. THE RATE OF THE DRINKING WATER SUPPLY SEPARATE FROM THE DANUBE IS INSIGNIFICANT, NOT MORE THAN 5%. IN OUR OPINION, A LONG TERM CHANGE IN THE QUALITY OF THE WATER OF THE DANUBE, WHICH IS THE MAIN DRINKING WATER SOURCE OF BUDAPEST, WOULD CHALLENGE SPECIALISTS WHO DEAL WITH BOTTLED DRINKING AND MINERAL WATER. PLEASE NOTE THAT A SIGNIFICANT PART OF MINERAL WATERS IN BUDAPEST – THE SO-CALLED ‘LUKEWARM SPRINGS’ – REACT TO THE FLUCTUATING WATER LEVEL OF THE DANUBE WITH CHANGES IN RUNOFF, TEMPERATURE AND MICROBIOLOGICAL STATUS. ACCORDINGLY, THE MINERAL WATER SPRINGS LOCATED BY THE DANUBE ARE QUALIFIED AS ‘VULNERABLE’.

THE BACTERIA FLORA (ALLOCHTON) IS REMARKABLE IN THE DANUBE IN BUDAPEST DUE TO THE PARTIAL AND POOR CLEANING OF THE COMMUNAL SEWAGE. IN THIS PROJECT, DATA FROM THE LAST TEN YEARS HAS BEEN ANALYSED WITH DIFFERENT STATISTIC METHODS BASED ON THE RESULTS OF SAMPLINGS.

amit az összes baktériumszám és a heterotrófok (szervesanyag-felhasználók) arányával jellemez. Minél közelebbi ezek talált mennyisége, annál szennyezettebb a folyó. *Varga és Simor* (4) a *Water Scientific Technology* 1990-es számában összefoglalja a magyarországi Duna-szakasz vízminőségét meghatározó főbb tényezőket. Ezek Pozsony, Győr és Budapest kommunális szennyvizei, valamint a szlovák papírgyárak és a magyar kémiai, petrokémiai, élelmiszeripari és mezőgazdasági szennyvizek. Megállapítják, hogy a jól működő biodegradáció mellett a szerves nitrogén és foszfor mennyisége fokozatosan nő. A mikrobiológiai állapot inhomogenitására is felhívják a figyelmet. *Petto, Flecksender és Humpesch* (5) a Duna 1980 és 2007 fkm. közötti szakaszán 20 év alatt az összes vizsgált paraméternél romlást tapasztalt. *Némedi és munkatársai* (6) 1992-ben a Duna budapesti szakaszán vizsgálták a hosszúidejű változásokat. 10 éves adatsoroknál vizsgálták a trendeket és ezzel párhuzamosan egyéb statisztikai módszereket is kipróbáltak. Az osztrák szerzőkhöz hasonlóan ők is

az előző évtized fokozatos vízminőségromlásáról tudósítanak (kategorizálás alapján). Bécs és a torkolat közötti felmérésről kapunk részletes tájékoztatást *Bej és munkatársai* (7) cikkéből. Itt is a közegészségügyi paraméterek bevonásával demonstrálják az aktuális mikrobiológiai állapotokat, kiemelve a nagyvárosok egyértelmű hatásait. Ám a folyó teljes hosszában értékelhető trend nem nyilvánul meg. A mi vizsgálatainkhoz hasonlóan a pszichrofil (hidegtűrők) telepszám náluk is csaknem kétszerese a mezofil telepszámnak. *Jakusin és Greszko* (8) hossz-szelvény vizsgálatában szoros összefüggést találtak a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok, valamint a szervesanyag terhelés (TOC) között. *Hoch, Berger, Kavka és Herndl* (10) viszont a Duna lebegőanyag-tartalma és a heterotróf bakterioplankton között talált szoros korrelációt Bécs térségében ($r = 0,738$). Megkérdőjelezhető ugyanakkor a részecskesűrűség és a baktérium-sűrűség összevetése a biofilm kialakulása miatt. *Weilguni és Humpesch* (11) longterm trendek analízisét végezték el 1957 és 1995 között Bécs környékén. A csaknem 40 éves adatsorok a mi vizsgálataink számára is használható eredményeket hoztak. A baktériumszámok alapján nem volt értékelhető trend. A szezonális változások viszont következetesek voltak. A pontoszerű szennyezők látványos hatását mutatták ki német és osztrák szakaszokon. A vízhozam és a hőmérséklet, valamint a baktériumszámok között csak mérsékelt korreláció tapasztalható. Figyelemre méltó, hogy a szerzők a Coliformszámot már nem használják. *Némedi* (12) a KGI kiadásában monográfiát jelentetett meg 1999-ben „A Duna bakteriológiai állapota Budapest térségében” címmel.

A folyó bakteriológiai kutatásának története mellett az antropogén hatásokról és a vízhasznosítási fenntartásokról ír. Külön fejezet foglalkozik a sajátos Soroksári Duna-ág mikrobiológiai dinamikájával. A változások bemutatását csak osztályba sorolás alapján tartja elfogadhatónak. Végül epidemiológiai és kockázatelemzési áttekintést is ad. *Gulyás* (13) bemutatja az általa javasolt biomonitorozási rendszert (EU igények szerint). Ebben a konstrukcióban nem szerepel mikrobiológia! *A 76/160 számú EU irányelv* (15) ugyanis a mikrobiológiai paramétereket egyáltalán, a kémiai jellemzőket alig szerepelteti és a hangsúlyt a mezofaunára helyezi. Fontos forrásmunka az évente kiadott „*Vizeink minősége*” című kiadvány (16), mely a Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából a KGI jelentet meg. Ezekben a kötetekben a törzshálózati pontokon vett minták statisztikai táblázatai szerepelnek az *MSZ 12749:1993* (17) szabvány szerint csoportosítva. Az ÁNTSZ-ek bakteriológiai adatait is tartalmazó kiadványokban a számtani átlagok, a 90 és 95%-os tartósságú értékek a minimumok és a maximumok 1 évre vonatkoztatott értékei szerepelnek. Trendvizsgálatot nem végeznek.

1993. június és 2003. június között összesen 2040 minta részletes bakteriológiai vizsgálati adatait (Coliformszám, Fekál coliformszám, Enterococcusok száma, Pszichrofil baktériumok száma) vetettük alá különféle statisztikai elemzésnek. (2001 után már csak Coliformszám vizsgálat történt).

Ezalatt a mintavételi időszak alatt a vizsgálatokat azonos módszerekkel végeztük (MSZ 448-44:1990), s a laboratóriumi körülmények sem változtak.

Eredmények és értékelésük

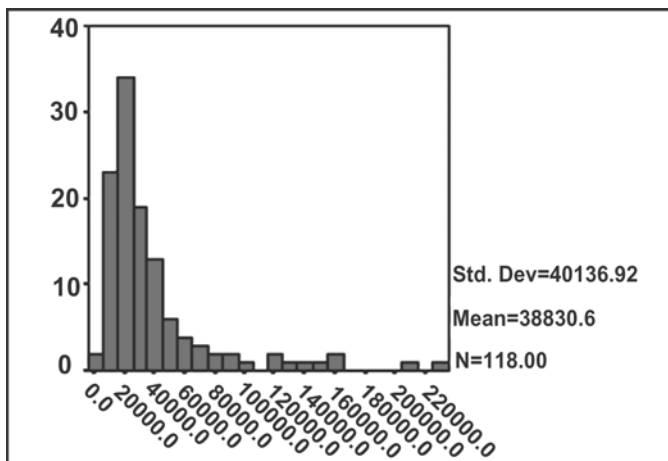
Az ÁNTSZ Fővárosi Intézetének több évtizedes Duna-vizsgálati tapasztalatai felhívják a figyelmet a bakteriológiai eredmények erős sztochasztikus vonásaira. Éppen ezért a statisztikai analízis első lépcsője a bakteriológiai adatok számszerű értékeinek gyakoriság szerinti eloszlásának grafikus ábrázolása (1. ábra). A diagram aszimmetrikus alakja jellegzetes lognormális eloszlást mutat. Ez az ábra ugyan csak a Coliformszámra vonatkozik, de a többi paraméternél hasonló eloszlást találtunk. Ez pedig azt jelenti, hogy az összes statisztikai művelet, ami a számtani átlagokra épül csak nagy fenntartással értelmezhető.

Az 1. és 2. táblázaton a Duna és a Soroksári Duna-ág (RSD) tízéves eredményeit szerepeltetjük a számtani átlagok, valamint a minimum és maximum értékek bemutatásával. A kommunális szennyvizekkel terhelt folyókban az idegen és eredeti mikroflóra számszerű értékei igen tág határok között fordulhatnak elő (0 – 10 millió mL-enként). A terhelés mértéke a hidrológiai jellemzők változásai, a baktériumok szaporodása és pusztulása a pillanatnyi értékeket ki-

Anyag és módszer

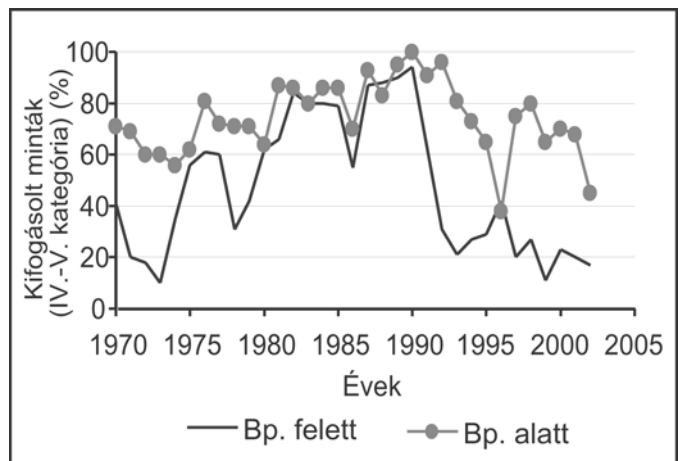
A felszíni víz mintákat a Közép-Dunavölgyi KÖFE vette az MSZ 12749:1993 szabvány szerint a Duna három kereszt-szelvényéből (Szob, Budapest felett és -alatt), a Soroksári Duna-ág (RSD) három hossz-szelvényi pontjáról (Kvaszay-zsilip, Szigethalom, Tass) és kiegészítésként az Ipolyból és Zagyvából (Letskés, Ipolyság, Ipolytarnóc, Nemti, Nagybátony).

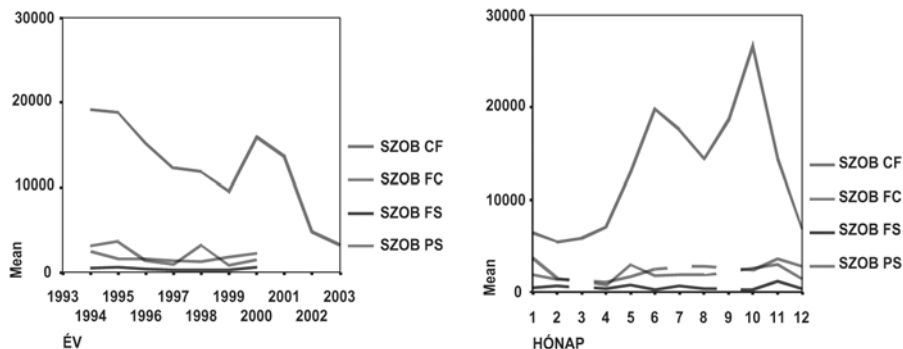
1. ábra
Gyakorisági vizsgálat %



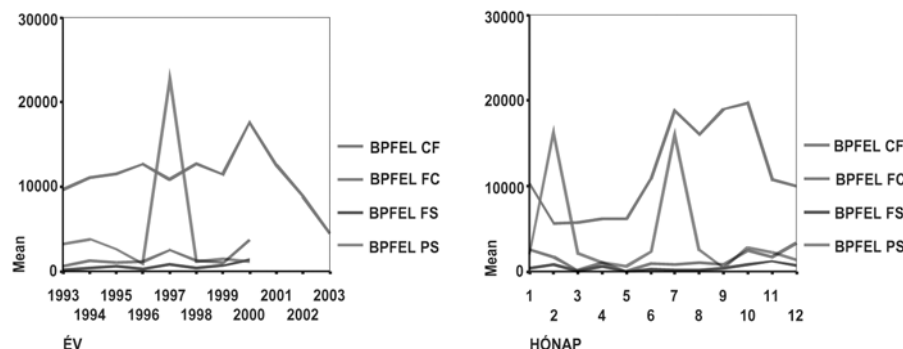
Duna, Budapest alatt; Coliformszám/100 mL

2. ábra
Budapest szennyvizeinek hatása a Duna bakteriológiai minőségére

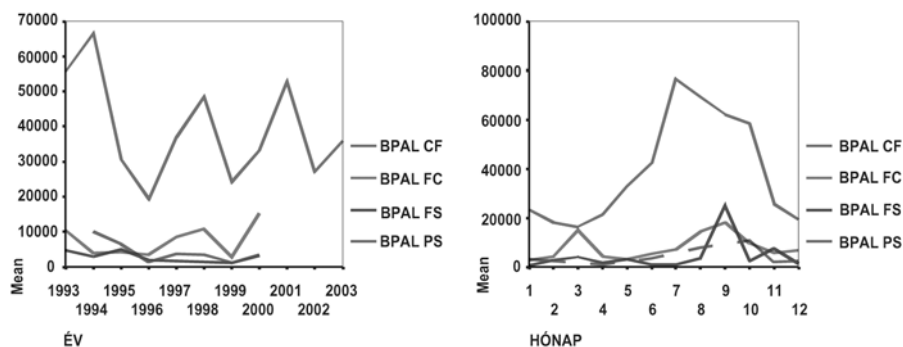




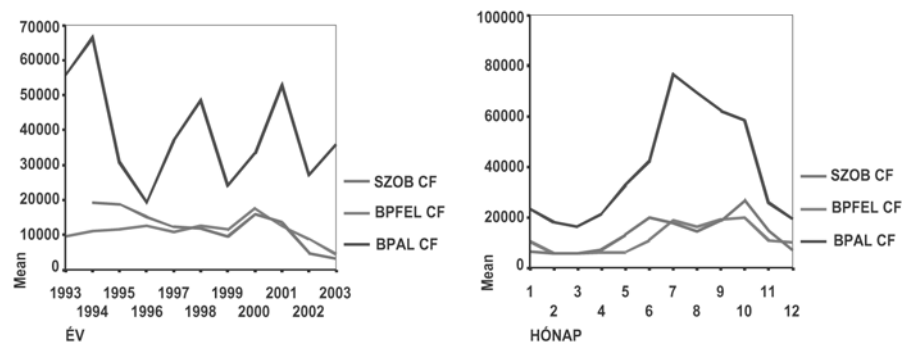
3. ábra
A bakteriológiai paraméterek számának változása a Dunában Szobnál
 10 év alatt (bal ábra), illetve hónapokra vetítve (jobb ábra)



4. ábra
A bakteriológiai paraméterek számának változása a Dunában Budapest felett
 10 év alatt (bal ábra), illetve hónapokra vetítve (jobb ábra)



5. ábra
A bakteriológiai paraméterek számának változása a Dunában Budapest alatt
 10 év alatt (bal ábra), illetve hónapokra vetítve (jobb ábra)



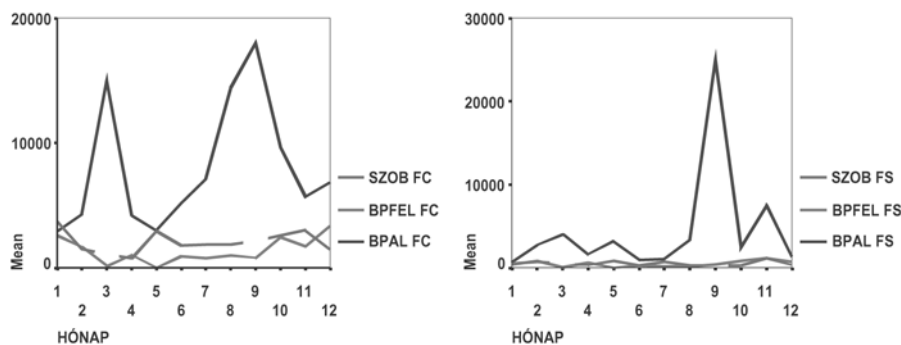
6. ábra
A Duna CF-számának változása a budapesti térségben
 10 év alatt (felső ábra), illetve hónapokra vetítve (alsó ábra)

számíthatatlan módon befolyásolják. Mindazonáltal a nagyságrendi eltérések mégis jellemzik a vizsgált víztest mikrobiológiai állapotát. Az 1. táblázaton például Budapest csaknem 1 millió m³/nap szennyvizének hatása mutatható ki a nagyságrendi eltéréssel. Az eredeti flórát reprezentáló pszichofil szám relatíve alacsonyabb értéke a kompetíció és a toxikus hatások eredménye. A 3., 4. és 5. ábrán az évenkénti változások mellett a szezonális alakulást is bemutatjuk. A 2. táblázaton még látványosabb változások tapasztalhatók a 70 km-es RSD végpontján lévő Tassnál. A 4 paraméterből háromnál két nagyságrend csökkenés mutatkozik a szennyezett minőségű Kvassay-zsilip mintáihoz képest.

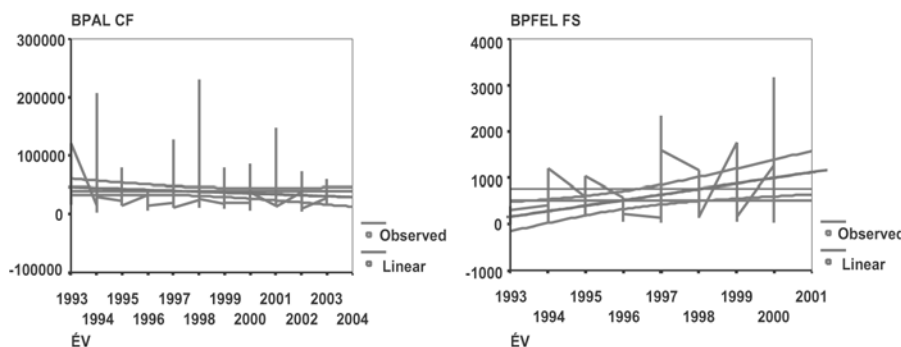
A 3. táblázaton a KÖFE által behozott törzshálózati minták bakteriológiai minőségét a keresztmetszvény három pontján mutatjuk be. A bal parti minták Szobnál, a jobb parti minták Budapest felett, míg a sodorbelti minták Budapest alatt bizonyultak a legszennyezettebbeknek. Ez a hatás természetesen a parti szennyvíz-bevezetések és a csóvahatás együttes eredménye.

A 4. táblázat fejezi ki leginkább a 10 éves eredmények térbeli bakteriológiai vízminőségét. Az itt található kategóriák szerinti %-os megoszlás eltérést mutat az 1990 előtti hasonló adatoktól. 1970-től 1992-ig fokozatos romlás volt tapasztalható; ezt követően a néhány éves javulás után a Budapest alatti minták egyre szennyezettebbekké váltak. A Budapest feletti minták kifogásoltági értéke 20 és 30% között mozog. Még szemléletesebben látjuk ezt a 2. és 6. ábrán, ahol Budapest szennyvízeinek hatását 1970-től követhetjük napjainkig.

Az adatok lognormális eloszlása ellenére ebben a 10 éves vizsgálati időszakban is elvégeztük a paraméterenkénti és mintavételi helyenkénti trendanalízist. Az 5. táblázatban csak a szignifikánsnak talált értékeket tüntettük fel. Sajnos azt mondhatjuk, hogy még ezek a statisztikailag értékelhető trendek sem koherensek a térbeli terhelés ismeretében (7. és 8. ábra). Ugyanígy nagy fenntartással kezelhetjük a paraméter-párok korrelációs vizsgálati eredményeit (6. táblázat). Sajátságos módon a legmagasabb r-értékeket maximális szignifikancia szinten (p) a Soroksári Duna-ágon lévő pontokon találjuk. Még feltűnőbb, hogy jó korreláció tapasztalható az autochton és az allochton paraméterek között (22 °C-os baktériumszám és a szennyvíz-indikátor paraméterek).



7. ábra
A Duna Fekál coliform- (FC) és Enterococcus (FS) számának változása a budapesti térségben hónapokra vetítve



8. ábra
Trend-vizsgálat (két példa)

Mindezekből levezetve, – az idézett irodalommal egybehangzóan – ismételen kijelenthetjük, hogy a Duna bakteriológiai vízminőségét az osztályokba sorolás mellett a határértékekhez való viszonyukkal jellemezhetjük legmegbízhatóbban. A 7. táblázaton viszont kénytelenek vagyunk felhívni a figyelmet arra, hogy jelenleg Magyarországon

a felszíni vizekre vonatkoztatott határértékek nem egységesek. Elkerülhetetlen, hogy az Európai Unióba való belépés előtt felszámoljuk ezt a kaotikus helyzetet.

Visszatérve a 8. táblázathoz: megteszünk javaslatunkat a csekély indikatív értékkel rendelkező Coliformszám paraméter helyett az Escherichia coli szám

100 mL-re vonatkoztatott osztály-tartományaira.

A 9. táblázaton bemutatjuk, hogy az E. coli és a Coliformszám egyidejű vizsgálata során az egymáshoz való arányuk milyen jelentős eltéréseket mutatott.

Ami a budapesti felszín alatti vízbázis érintettségét jelenti, megállapíthatjuk, hogy a Duna bakteriológiai vízminőségjavulását a fővárosi szennyvíztisztítási arány határozott növelése eredményezheti és ezzel az ivóvízkészlet stratégiai védelme is biztosított.

Felhasznált irodalom

Somlyódy, L. és mtsai. (Vízügyi Közlemények, 121–141. 1990.)
 Kavka, G. et al. (Öster. Wasserwirtsch. 42, 26–36. 1990.)
 Gajin, S. et al. (Wat. Sci. Techn., Vol. 22. No. 5. 1990.)
 Varga, P. és mtsai. (Wat. Sci. Techn., Vol. 22. No. 5. 1990.)
 Petto, H. et al. (Öster. Wasserwirtsch. 43, Heft 3. 1991.)
 Némédi, L. és mtsai. (Budapesti Közegészségügy 1992. 4. sz.)
 Bej, T. V. et al. (Vodnije reszurszi. 20. No. 4. 1993.)
 Jakusin, V. M. et al. (Vodnije reszurszi. 20. No. 4. 1993.)
 Némédi, L. (Carpathian basin Conf. Eger. 1996.)
 Hoch, B. M. et al. (Öster. Wasserwirtsch. 49, Heft 3. 1997.)
 Weilguni, H. et al. (Aquat. Sci. 61. 234–259. 1999.)
 Némédi, L. (KGI, kmg7–7. 1999.)
 Gulyás, P. (VITUKI RT. 2001.)
 76/160 számú EU irányelv
 „Vizeink minősége” (KGI évkönyvek).

Szerző: Dr. Némédi László,
 Sződyné Nagy Eszter,
 Bobvos János
 ÁNTSZ Budapest Fővárosi Intézete

1. táblázat

10 éves mikrobiológiai adatok a Duna 3 keresztelvényében (Budapesti régió) (1994–2003)

| Mikrobiológiai jellemzők | Szob N=110 × 3 | | | Budapest felett N=118 × 3 | | | Budapest alatt N=118 × 3 | | |
|---------------------------|----------------|---------|--------|---------------------------|---------|--------|--------------------------|---------|--------|
| | min. | max. | átlag | min. | max. | átlag | min. | max. | átlag |
| Coliformszám/100 mL | 980 | 200 000 | 12 862 | 50 | 120 000 | 11 667 | 1 300 | 500 000 | 38 396 |
| Fekál coliformszám/100 mL | 26 | 10 000 | 1 779 | 10 | 11 000 | 1 606 | 110 | 80 000 | 7 294 |
| Enterococcus szám/100 mL | 0 | 3 000 | 418 | 0 | 4 200 | 580 | 10 | 45 000 | 2 558 |
| Pszichrofil CFU/1 mL | 90 | 18 000 | 2 160 | 120 | 204 000 | 4 905* | 180 | 45 000 | 4 302* |

Jelmagyarázat: N → a minták száma

* → a standard eltérés jelentős

2. táblázat

**A Ráckevei–Soroksári Duna-ág hosszszelvényének mikrobiológiai jellemzői
(1993–2000)**

| Mikrobiológiai jellemzők | Kvassay zsilip N = 116 | | | Szigethalom N = 66 | | | Tass N = 108 | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----------|---------|-----------------------|--------|--------|-----------------|--------|-------|
| | min. | max. | átlag | min. | max. | átlag | min. | max. | átlag |
| Coliformszám/ 100 mL | 300 | 2 000 000 | 44 250* | 150 | 60 000 | 10 300 | 8 | 12 000 | 1 163 |
| Fekál coliformszám/ 100 mL | 180 | 100 000 | 4 750* | 20 | 6 000 | 1 735 | 0 | 900 | 72 |
| Enterococcus szám/100 mL | 100 | 160 000 | 4 100 | 5 | 5 000 | 699 | 0 | 270 | 60 |
| Pszichrofil CFU/1 mL | 100 | 200 000 | 9 380* | 120 | 20 000 | 3 016 | 50 | 6 000 | 963 |

Jelmagyarázat: N → a minták száma

* → a standard eltérés jelentős

3. táblázat

**Átlagok alakulása a keresztaszelvények 3 pontján (bal part, sodor, jobb part; Duna, budapesti régió)
(1994–2003)**

| Mikrobiológiai jellemzők | bal part | | | sodor | | | jobb part | | |
|-------------------------------|----------|-----------------|----------------|--------|-----------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| | Szob | Budapest felett | Budapest alatt | Szob | Budapest felett | Budapest alatt | Szob | Budapest felett | Budapest alatt |
| Coliformszám/ 100 mL | 9 758 | 8 548 | 30 898 | 15 250 | 10 044 | 47 893 | 13 576 | 16 407 | 36 394 |
| Fekál coliformszám/ 100 mL | 1 895 | 1 544 | 4 399 | 1 780 | 1 179 | 11 336 | 1 660 | 2 095 | 6 146 |
| Enterococcus szám/100 mL | 540 | 536 | 1 290 | 347 | 389 | 3 734 | 366 | 815 | 2 647 |
| Pszichrofil CFU/1 mL | 2 439 | 5 190 | 3 505 | 1 772 | 1 799 | 4 627 | 2 267 | 7 724 | 4 773 |

4. táblázat

**A felszíni vizek bakteriológiai minősége budapesti régió területén az elmúlt 10 évben
(több mint 2000 törzshálózati minta vizsgálata alapján)**

| Mintavételi térség | | Vízminőség a Coliformszám alapján [%] az MSZ 12749:1993 szerint | | | | |
|---------------------------|----------------------|---|--------|--------------|-----------------|-----------------------|
| | | I. kiváló | II. jó | III. tűrhető | IV. szennyezett | V. erősen szennyezett |
| Duna | Szobnál | 0 | 1 | 64 | 34 | 1 |
| | É-i összekötő hídnál | 0 | 0 | 66 | 34 | 0 |
| | Nagytétény-nél | 0 | 0 | 13 | 87 | 6 |
| Ráckevei-Soroksári Dunaág | Kvassay-zsilipnél | 0 | 0 | 30 | 65 | 5 |
| | Szigethalom-nál | 0 | 7 | 61 | 31 | 1 |
| | Tassnál | 7 | 73 | 18 | 2 | 0 |
| Ipoly | Letkésnél | 0 | 10 | 82 | 8 | 0 |
| | Ipolyságnál | 0 | 13 | 79 | 8 | 0 |
| | Ipolytarnóc-nál | 0 | 0 | 21 | 74 | 5 |
| Zagyva | Nemtinél | 0 | 11 | 60 | 27 | 2 |
| | Nagybátony-nál | 0 | 2 | 37 | 57 | 4 |

Megjegyzés: az 1970–1993 közötti időszakban a Budapest szennyvizétől mentes (felső) szakasz mintáinak 44%-a I. – III., míg 56%-a a IV. – V. kategóriába esett. Budapest alatt a minták 78%-a volt IV. – V. osztályú.

5. táblázat Trend-vizsgálatok a Duna allochton és autochton mikroflórájának 4 jellemző paraméterénél (Budapesti régió)

| Trend [%/év] | Szignifikancia szint (p) | keresztzelvény | paraméter |
|--------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| -35,97 | 0,017 | RSD, Szigethalom | Pszichrofil CFU |
| -29,79 | 0,023 | RSD, Tass | Pszichrofil CFU |
| -17,00 | 0,007 | RSD, Tass | Coliformszám |
| -10,90 | 0,004 | Duna, Szob | Coliformszám |
| -15,12 | 0,047 | Duna, Szob | Coliformszám |
| +22,72 | 0,008 | Duna, Budapest felett | Enterococcus szám |
| +19,23 | 0,009 | Duna, Budapest felett | Fekál coliformszám |
| -57,54 | 0,086 | RSD, Kvassay zsilip | Pszichrofil CFU |
| -23,94 | 0,066 | Duna, Budapest alatt | Pszichrofil CFU |

6. táblázat Értékelhető korrelációk a Duna mikrobiológiai paramétereinek között Budapest térségében

| Paraméter-párok | Pearson korreláció (r) | Szignifikancia (p) | Mintavételi pont |
|--|------------------------|--------------------|----------------------------|
| Coliformszám / Fekál coliformszám | 0,984 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,803 | 0,000 | RSD, Szigethalom |
| | 0,712 | 0,000 | RSD, Tass |
| | 0,511 | 0,001 | Duna, Budapest alatt |
| | 0,443 | 0,009 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| Coliformszám / Enterococcus szám | 0,996 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,761 | 0,000 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| | 0,688 | 0,000 | RSD, Szigethalom |
| | 0,566 | 0,000 | RSD, Tass |
| | 0,450 | 0,009 | RSD, Szigethalom/Kvassay |
| Coliformszám / pszichrofil CFU | 0,997 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,762 | 0,000 | Duna, Budapest alatt |
| | 0,593 | 0,000 | RSD, Kvassay/Tass |
| | 0,556 | 0,000 | Duna, Szob |
| | 0,458 | 0,011 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| | 0,379 | 0,000 | Duna, Szob/Budapest alatt |
| Fekál coliformszám / Enterococcus szám | 0,982 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,733 | 0,000 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| | 0,724 | 0,000 | RSD, Tass |
| | 0,713 | 0,000 | Duna, Budapest felett |
| | 0,639 | 0,000 | RSD, Szigethalom |
| | 0,477 | 0,004 | Duna, Szob/Budapest felett |
| Fekál coliformszám / pszichrofil CFU | 0,989 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,603 | 0,000 | RSD, Kvassay/Tass |
| | 0,463 | 0,006 | RSD, Tass |
| Enterococcus szám / pszichrofil CFU | 0,996 | 0,000 | RSD, Kvassay zsilip |
| | 0,753 | 0,000 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| | 0,553 | 0,001 | RSD, Kvassay/Tass |
| | 0,443 | 0,009 | Duna, Budapest alatt |
| | 0,439 | 0,000 | RSD, Tass |
| Enterococcus szám / Enterococcus szám | 0,766 | 0,000 | RSD, Kvassay/Szigethalom |
| Pszichrofil CFU / Pszichrofil CFU | 0,602 | 0,000 | RSD, Kvassay/Tass |

7. táblázat A felszíni vizek minősítése a higiénés bakteriológiai (allochton) mutatók alapján (2003 júliusi állapot)

| Vízminőségi jellemzők | Kategorizálás | | | | | Hivatkozások |
|---|---------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--|
| | I. kiváló | II. jó | III. tűrhető | IV. szennyezett | V. erősen szennyezett | |
| Coliformszám/100 mL szennyvízbírság | <100 | 100 – 1 000 | 1 000 – 10 000 | 10 000 – 100 000 | >100 000 | MSZ 12749:1993 |
| | A1: <100 | A2: 100 – 50 000 | | A3: 50 000 – 200 000 | | 6/2002.(XI.5.) KvVM |
| | Aj: <500 | Mf: 500 – 10 000 | | | | 273/2001.(XII.21.) Korm.r. OTH-837-2/2003 |
| | | <1 000 | | | | 9/2002.(III.22.) KöM-KöViM egy.r. |
| F. coliformszám/100 mL | <20 | 20 – 100 | 100 – 1 000 | 1 000 – 10 000 | >10 000 | MSZ 12749:1993 |
| | A1: <40 | A2: 40 – 20 000 | | A3: 20 000 – 80 000 | | 6/2002.(XI.5.) KvVM |
| Escherichia coli-szám /100 mL | Aj: <100 | Mf: 100 – 2 000 | | | | 273/2001.(XII.21.) Korm.r. OTH-837-2/2003 |
| Enterococcus szám/ 100 mL | <20 | 20 – 100 | 100 – 1 000 | 1 000 – 10 000 | >10 000 | MSZ 12749:1993 |
| | A1: <40 | A2: 40 – 10 000 | | A3: 10 000 – 50 000 | | 6/2002.(XI.5.) KvVM |
| | Aj: <100 | Mf: 100 – 300 | | | | 273/2001.(XII.21.) Korm.r. OTH-837-2/2003 |
| Salmonella és enterovírus 1 ill. 10 L-ben | negatív | negatív | negatív | | | 273/2001.(XII.21.) Korm.r. OTH-837-2/2003 |

Jelmagyarázat:

ivóvízbázis esetén: A1: fizikai kezelés A2: kémiai kezelés A3: összetett kezelés Aj: ajánlott szabad fürdésre Mf: még megfelelő "

8. táblázat Vízhasználati kockázatok az E. coli mennyisége alapján (javaslat) Dr. Némédi László

| Vízminőségi jellemzők | Az MSZ 12749:1993 szerinti kategorizálás | | | | |
|---|--|-------------|----------------|------------------|-----------------------|
| | I. kiváló | II. jó | III. tűrhető | IV. szennyezett | V. erősen szennyezett |
| Coliformszám/100 mL | <100 | 100 – 1 000 | 1 000 – 10 000 | 10 000 – 100 000 | >100 000 |
| Javaslat a CF-szám helyett: E. coli szám/100 mL | <20 | 20 – 100 | 100 – 200 | 200 – 1 000 | >1 000 |
| A bakteriológiai szennyezettség fokozatai | 0 – 1 | 2 – 3 | 4 | 5 – 6 | 7 – 8 – 9 |
| Szennyvízzel való terheltség | alig | kissé | közepesen | erősen | szennyvíz |
| KÖZEGÉSZSÉGÜGYI KOCKÁZAT | | | | | |
| – ivóvízkivétel | csekély | közepes | nagy | igen nagy | kizárt |
| – természetes fürdő | nincs | csekély | tűrhető | nagy | kizárt |
| – vízisport, rekreáció | nincs | alig | csekély | közepes | nagy |
| – öntözés | nincs | nincs | alig | közepes | nagy |

9. táblázat

Az E. coli vízminőségi paraméter előnye az ún. Coliformszámmal szemben (2003.)

| A CF/E. coli számarányának intervallumai (Endo/MUG) | %-os előfordulás |
|---|------------------|
| 0,6 – 0,99 | 6 |
| 1 – 3-szoros | 39 |
| 3 – 5-szörös | 16 |
| 6 – 10-szeres | 17 |
| 10 – 50-szörös | 9 |
| 50 – 100-szoros | 3 |
| 100 – 1000-szeres | 7 |
| >1000-szeres | 2 |

Értelmezés:

- A CF-paraméter bizonytalanságát jelzi az a tapasztalat, hogy 6%-ban találtunk olyan együtállást, hogy a CF-szám < E. coli szám
- A CF/E. coli arány az esetek 61%-ában közeli
- Az E. coli erős indikatív értékét jelzi az a tapasztalat is, hogy a kommunális szennyvíz-bevezetéstől mentes, CF-pozitív befogadókából E. coli nem mutatható ki.

Az Enterococcusok két módszerrel vizsgálva

| A számarányok intervallumai (Slanetz/MUD) | %-os előfordulás |
|---|------------------|
| 0,6 – 0,99 | 39 |
| 1 – 3-szoros | 58 |
| 3 – 5-szörös | 3 |
| >5-szörös | – |

Értelmezés:

- Az Enterococcus két módszerrel vizsgálva igen közeli arányokat mutatott, egy nagyságrenden belüli volt a számszerű eltérés.