



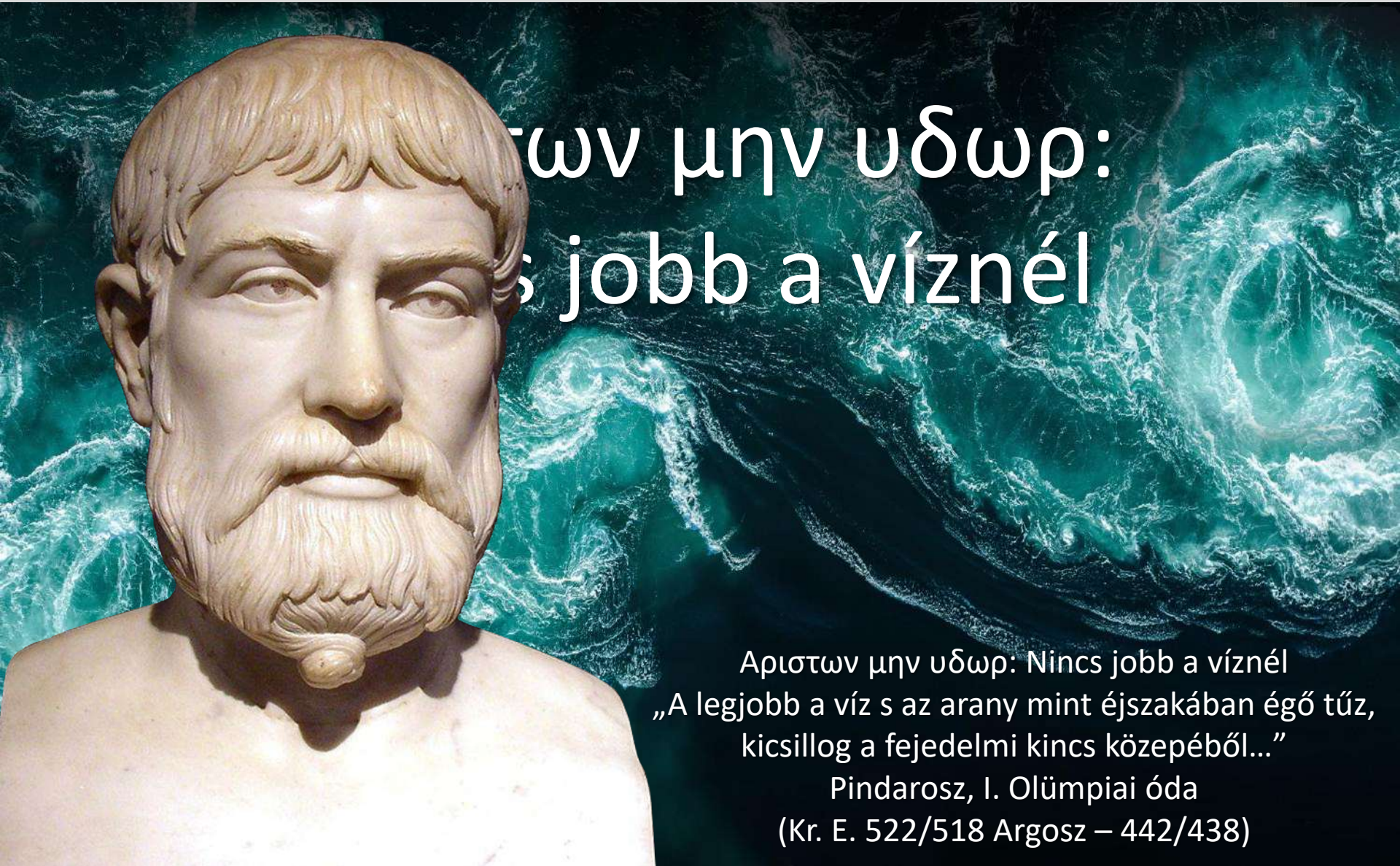
Mikroszennyezők előfordulása felszíni és felszín alatti vizeinkben; Analitikai lehetőségek, dilemmák a nullához közeli mérési eredmények értékelése során

Dr. Szigeti Tamás János

2025. SZEPTEMBER 11., 10:00

KSZGYSZ TÁRGYALÓ (1024 BUDAPEST,
KELETI KÁROLY U. 11/A.)

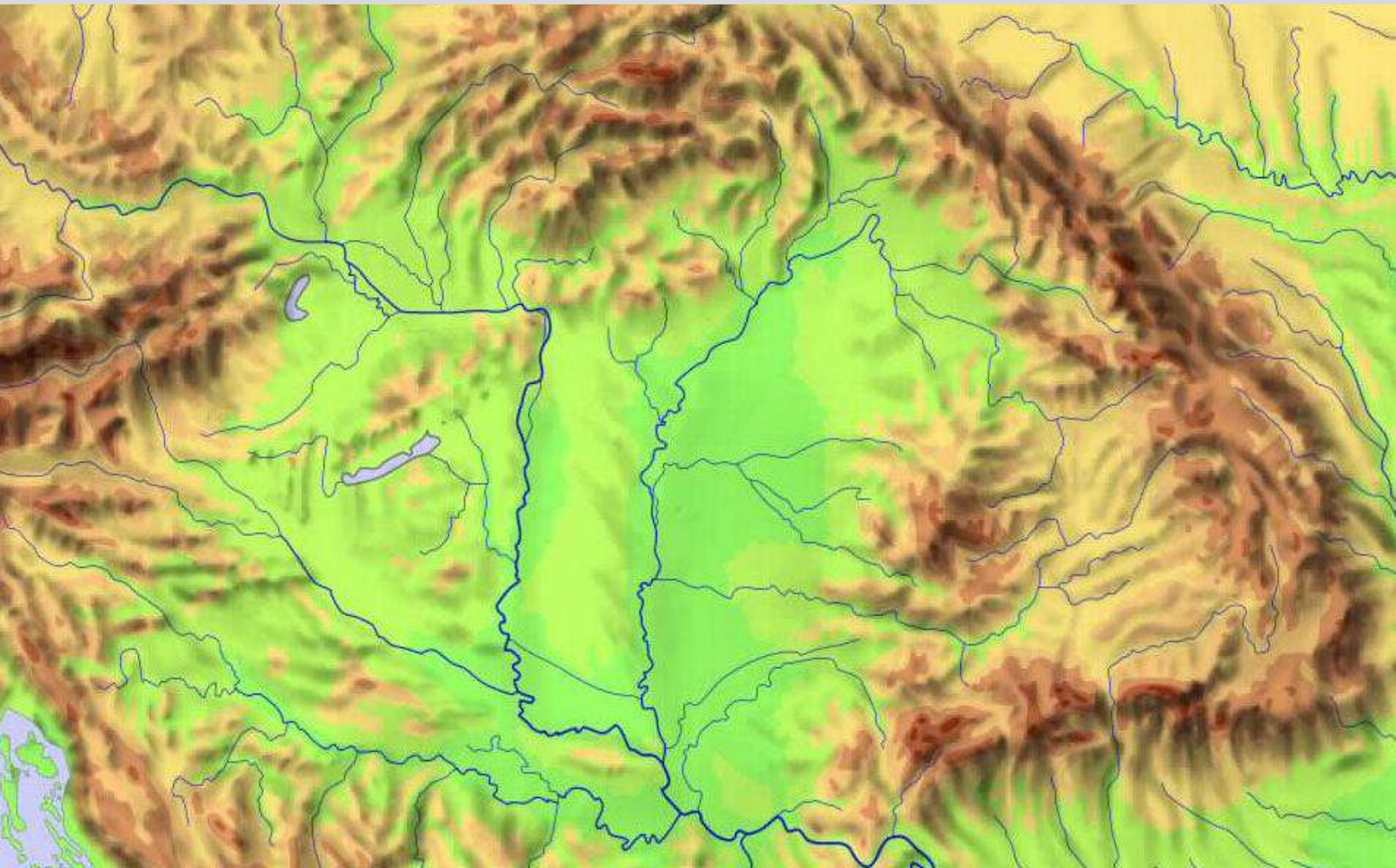




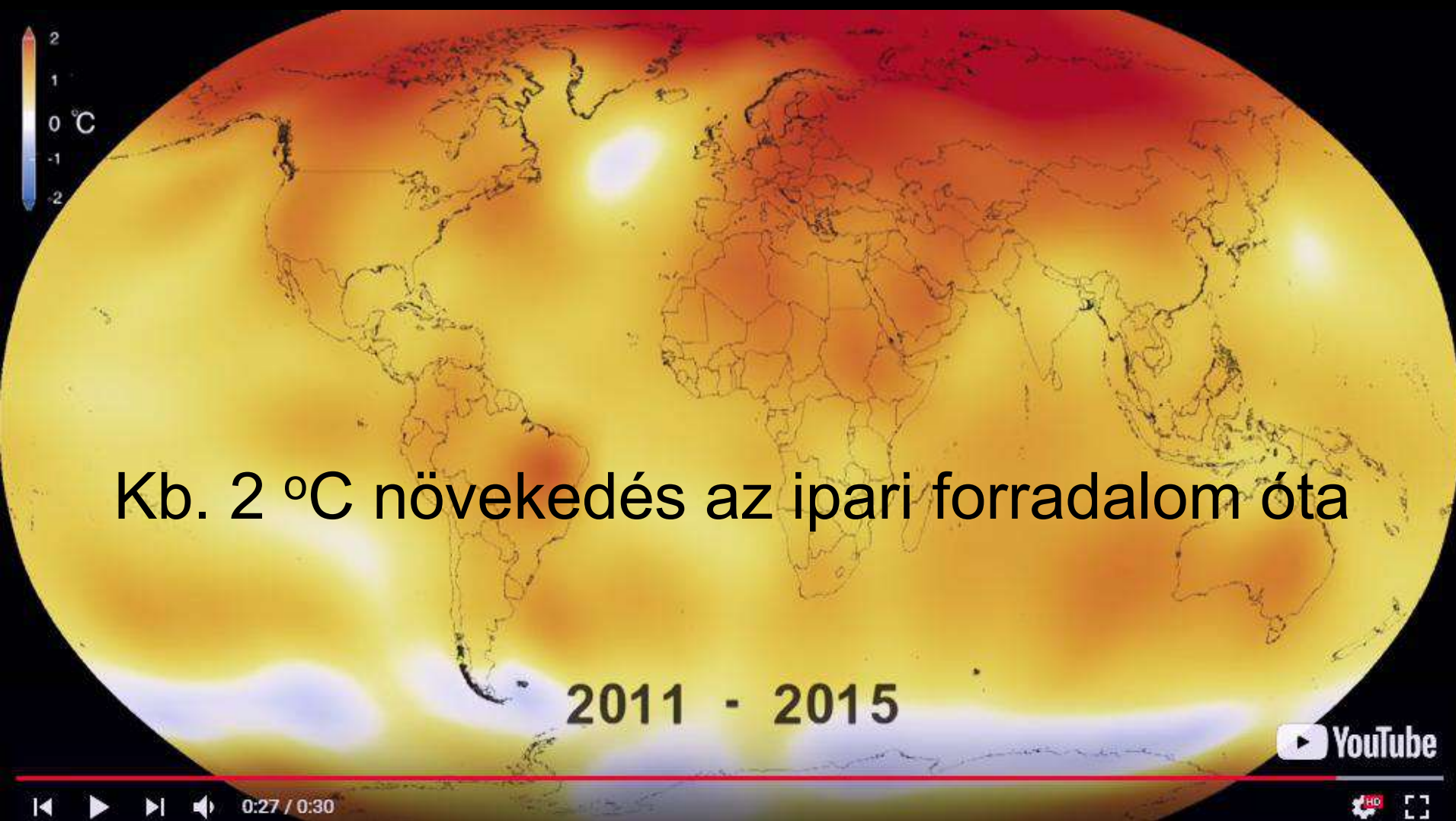
ἄριστων μὴν ὕδωρ:
Nincs jobb a víznél

Ἀριστων μὴν ὕδωρ: Nincs jobb a víznél
„A legjobb a víz s az arany mint éjszakában égő tűz,
kicsillog a fejedelmi kincs közepéből...”

Pindarosz, I. Olümpiai óda
(Kr. E. 522/518 Argosz – 442/438)



A Föld középhőmérsékletének változása 1881-től 2015-ig



https://www.mclimateaction.org/what_is_climate_change

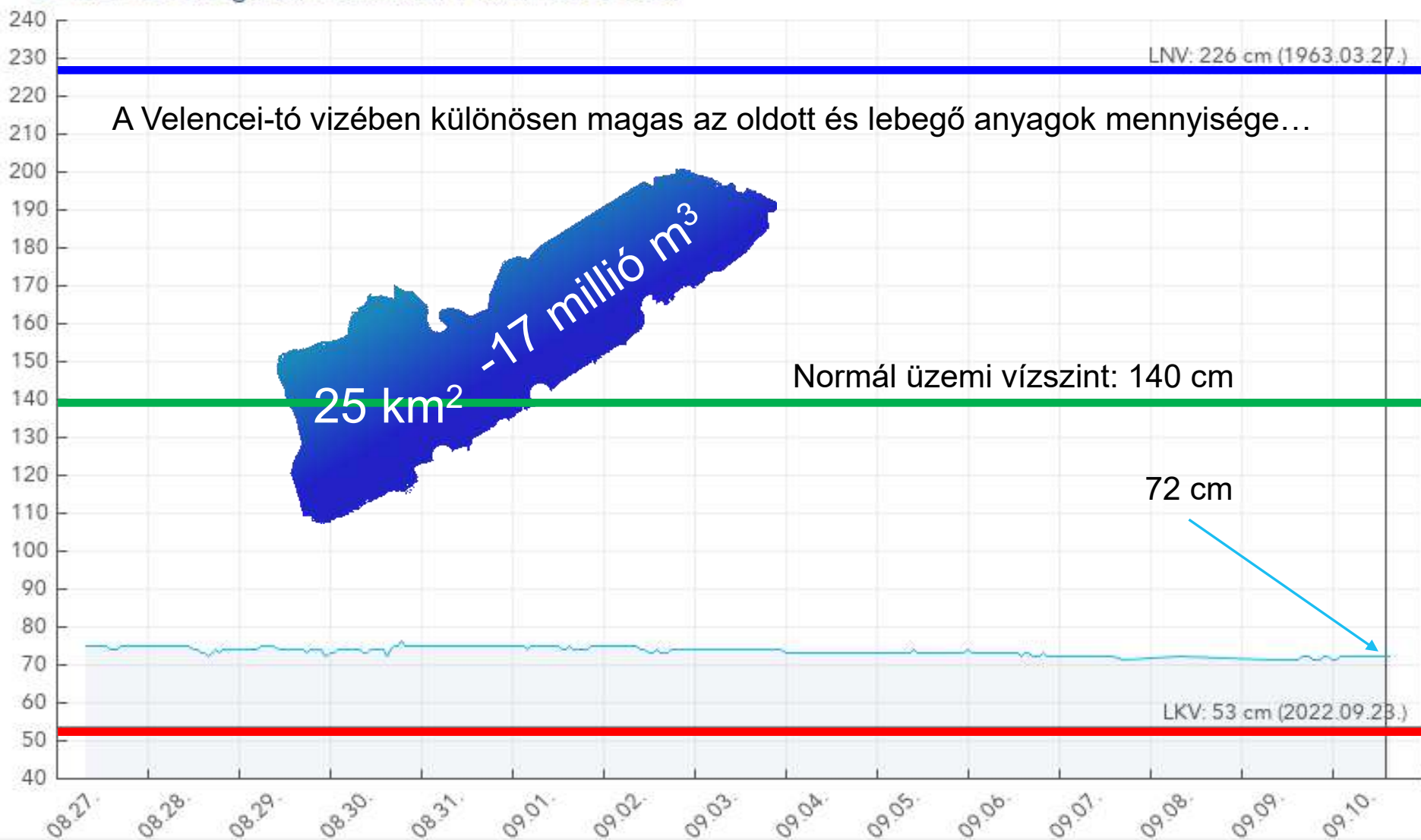
Fogy a víz...



Velencei-tó, madárrezervátum, Dinnyés...

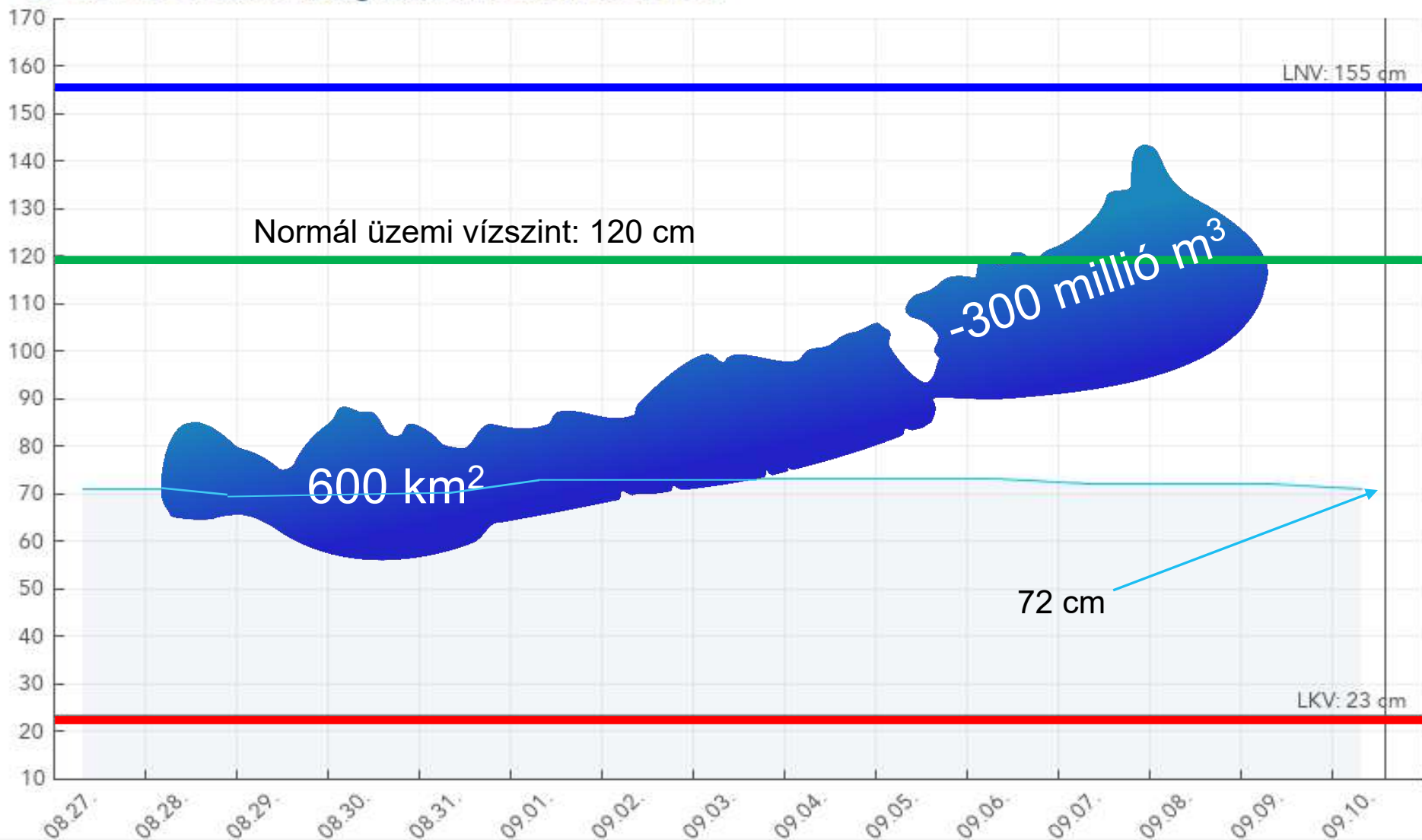
A Velencei-tóból hiányzó vízmennyiség (vízállás 2025.09.10.: 72 cm)

KDTVIZIG, Agárd (Velencei-tó, 1 fkm, 102.62 mBf)

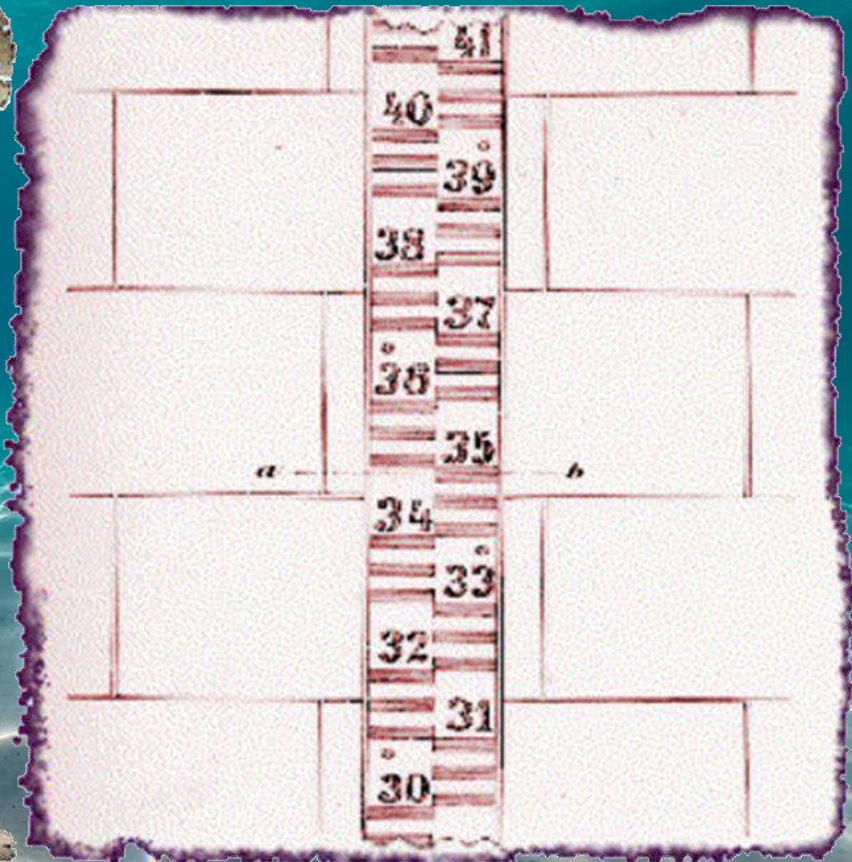


A Balatonból hiányzó vízmennyiség (vízállás 2025.09.10.: 71 cm)

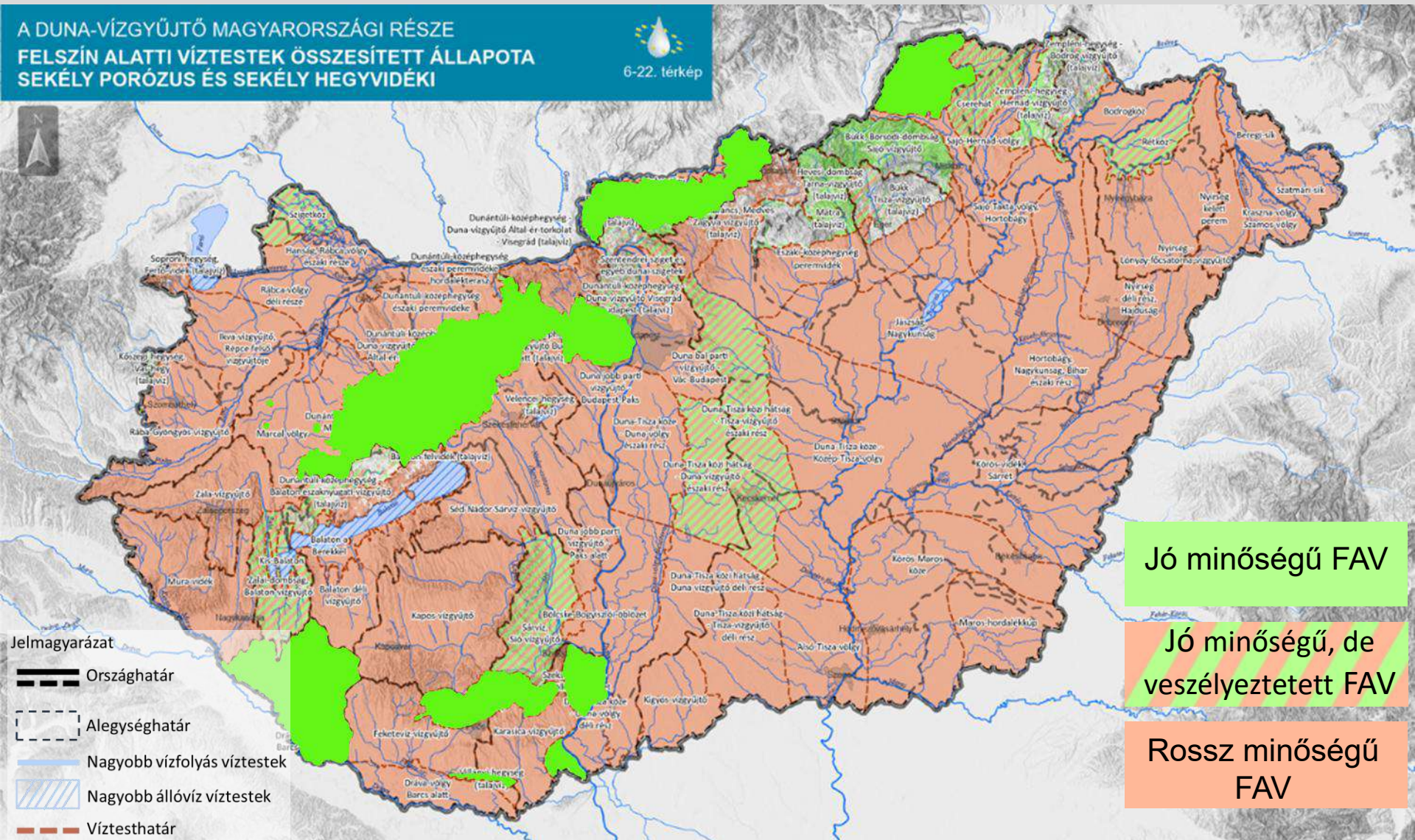
KDTVIZIG, Balaton átlag (Balaton, 0 fkm, 103.42 mBf)



Központi Hidrológiai Adattár ARCHIVUM



Felszín alatti víztestek minősége Magyarországon



[chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2022/10/VGT3/terkepmelletek/orsz_0622.pdf](https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2022/10/VGT3/terkepmelletek/orsz_0622.pdf)

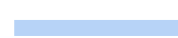
Jelmagyarázat



Országhatár



Alegységhatár



Nagyobb vízfolyás víztestek



Nagyobb állóvíz víztestek



Víztesthatár

Panta rhei (πάντα ῥεῖ)

Felszíni és felszín
alatti vizekből ismételt
méréseknél hasonló
eredményt kapni?





Nemzeti
Köszolgálati
Egyetem
Vízudományi Kar

Szerkesztette
Knisz Judit

SZERVES MIKROSZENNYEZŐK A VIZEK BEN



SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

7. Mikroszennyezők jogi szabályozása (Vas László, Vadkerti Edit)

7.1. Jogszabályi hierarchia Magyarországon	156
7.2. A környezeti elemek védelmére vonatkozó jogszabályok	157
7.3. Nemzetközi környezet- és vízjog	159
7.4. Nemzetközi szabályozás	160
7.5. EU-s szabályozás	164
7.6. Magyar szabályozás	172
Bibliográfia	176

8. Szerves mikroszennyezők kimutatása a környezetből (Salamon Endre)

8.1. A mérési módszerek minősítéséről általában	181
8.2. Spektroszkópiai módszerek	183
8.3. Termóanalitikai módszerek	194
8.4. Elektrokémiai módszerek	194
8.5. Tömegspektrometria	196
8.6. Kromatográfiás módszerek	200
8.7. Minták előkészítése	210
Bibliográfia	214

9. A szerves mikroszennyező csoportok részletes bemutatása (Knisz Judit, Vadkerti Edit, Mátrai Ildikó, Goda Zoltán)

9.1. Gyógyszermaradványok	217
9.2. Illegális pszichoaktív szerek	225
9.3. Kozmetikai és testápoló szerek	229
9.4. Rezisztenciagének	235
9.5. Peszticidek	244
9.6. Életviteli termékek, élelmiszer-adalékanyagok	264
9.7. Felületaktív anyagok	271
9.8. Szerves fertőtlenítési melléktermékek	281
9.9. Égési melléktermékek	289
9.10. Egyéb ipari kemikáliák	301
9.11. Toxinok	332
9.12. Fémorganikus vegyületek	335
9.13. Mikro- és nanoműanyagok mint új szennyezők	340
Bibliográfia	351

ξένος = Xenos = idegen



- Gyógyszerek vénykötelezettség nélkül
- Gyógyszerek, vénykötelezettek
 - Antibiotikumok
 - Szteroidok és hormonok (fogamzásgátló szerek)
 - Nem szteroid típusú gyulladáscsökkentők (pl. aszpirin)
 - Fájdalomcsillapítók (pl. diklofenák)
 - Pszichotróp készítmények (antidepresszánsok, altató szerek, kábítószeres stb.)
 - Diagnosztikumok
- Kozmetikai termékek illatanyagai
- Foto-stabilizátorok
- Tartósító szerek kozmetikumokból (pl. különböző parabének)
- Növényvédő szerek maradékai és bomlástermékei (glifozát, AMPA stb.)
- Ipari termelésből származó hulladékok, bomlástermékek (pl. PFAS vegyületek, toxikus fémek, oldószerek, reagensek stb.)
- Mikroműanyagok migráló komponensei

Temperature-driven and discharge-driven variability of organic micropollutants in a large urban river and its implications for risk-based monitoring

Norbert Erdélyi, Dóra Gere, Attila Engloner, Márta Vargha

PMID: 38986789 DOI: 10.1016/j.chemosphere.2024.142803

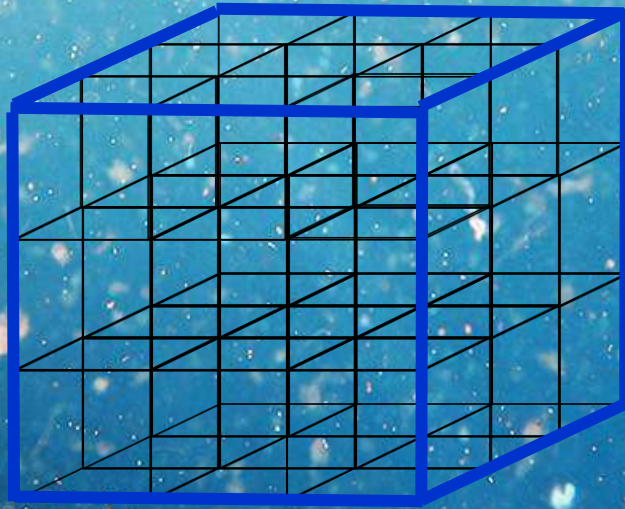
2024 Sep;363:142803. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.142803. Epub 2024 Jul 8.

Két héten keresztül összesen 336 mintában a **medián értékek 1 – 26 ng/L** közé estek, de számos szennyező koncentrációja megközelítette a **100 ng/L értéket**

- Nem-szteroid gyulladáscsökkentők (NSAID: Non-Steroid Anti-Inflammatory Drugs): ibuprofen, diklofenak stb.
- Hormonok, fogamzásgátlók
- Fájdalomcsillapítók, pl. Metamizol és bomlástermékei
- Vérnyomáscsökkentők
- Anti-epileptikumok
- Diabétesz elleni szerek
- Antibiotikumok
- Jódzott kontrasztanyagok (ICM: Iodinated Contrast Media), pl. iohexol, iopamidol stb.
- Korrozógátlók, pl. benzotriazolok
- Növényvédő szerek (pl. 2019-ben a **felszíni vizek mintáinak 75%-a tartalmazott glifozátot**, vagy AMPA-t

Mikroműanyagok (mg/m³, vagy db/m³?)





3x3x3 mm kockát feldarabolva

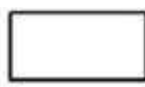
$54 \text{ mm}^2 \rightarrow 162 \text{ mm}^2$

A felület növekedése által exponenciálisan növekszik a kioldódás
intenzitása

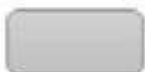
Mennyire toxikusak a vizekben található mikroszennyezők?



Cramer-osztályozás (33 kérdés: I., II. és III osztályú vegyületek)

 Direkt osztályozás

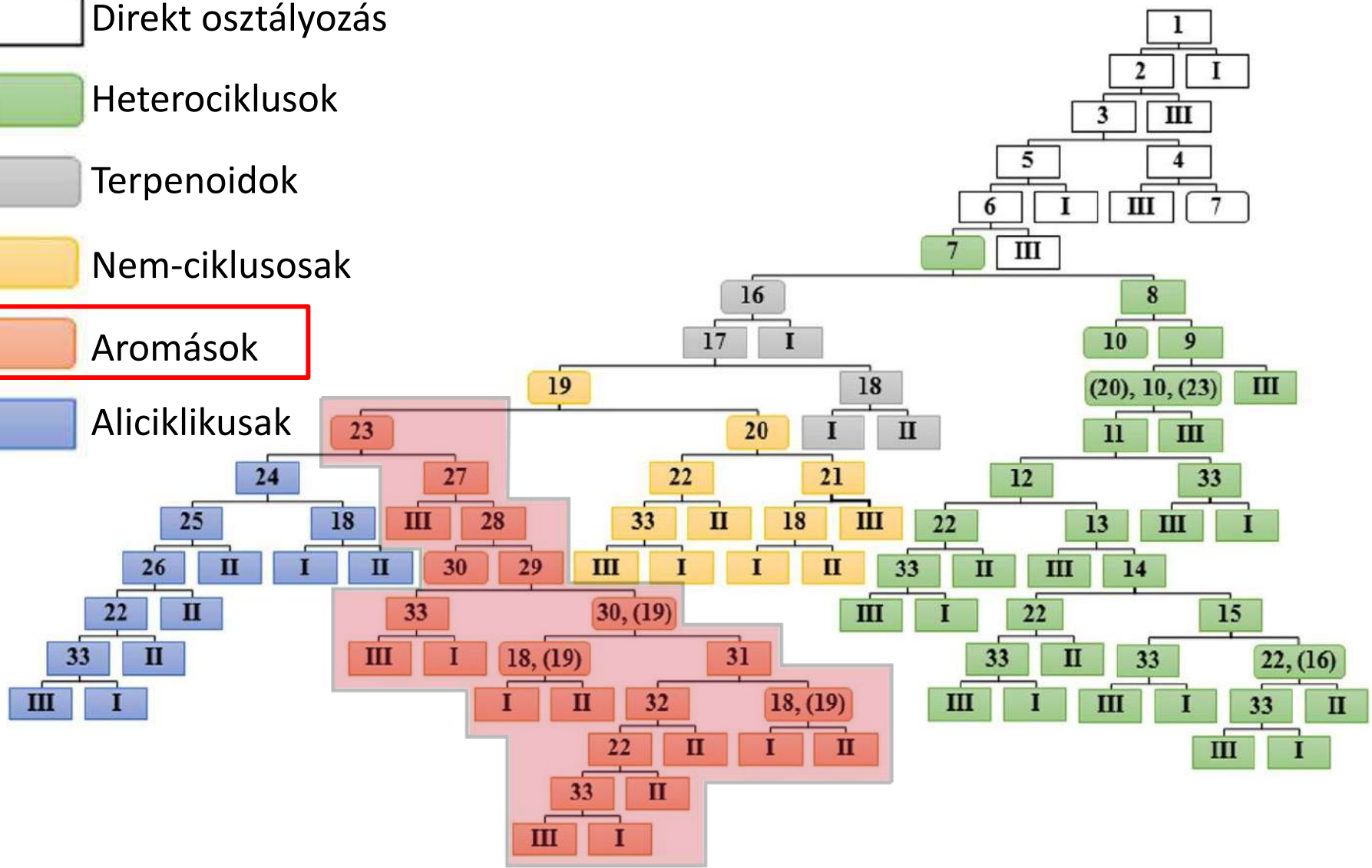
 Heterociklusok

 Terpenoidok

 Nem-ciklusosak

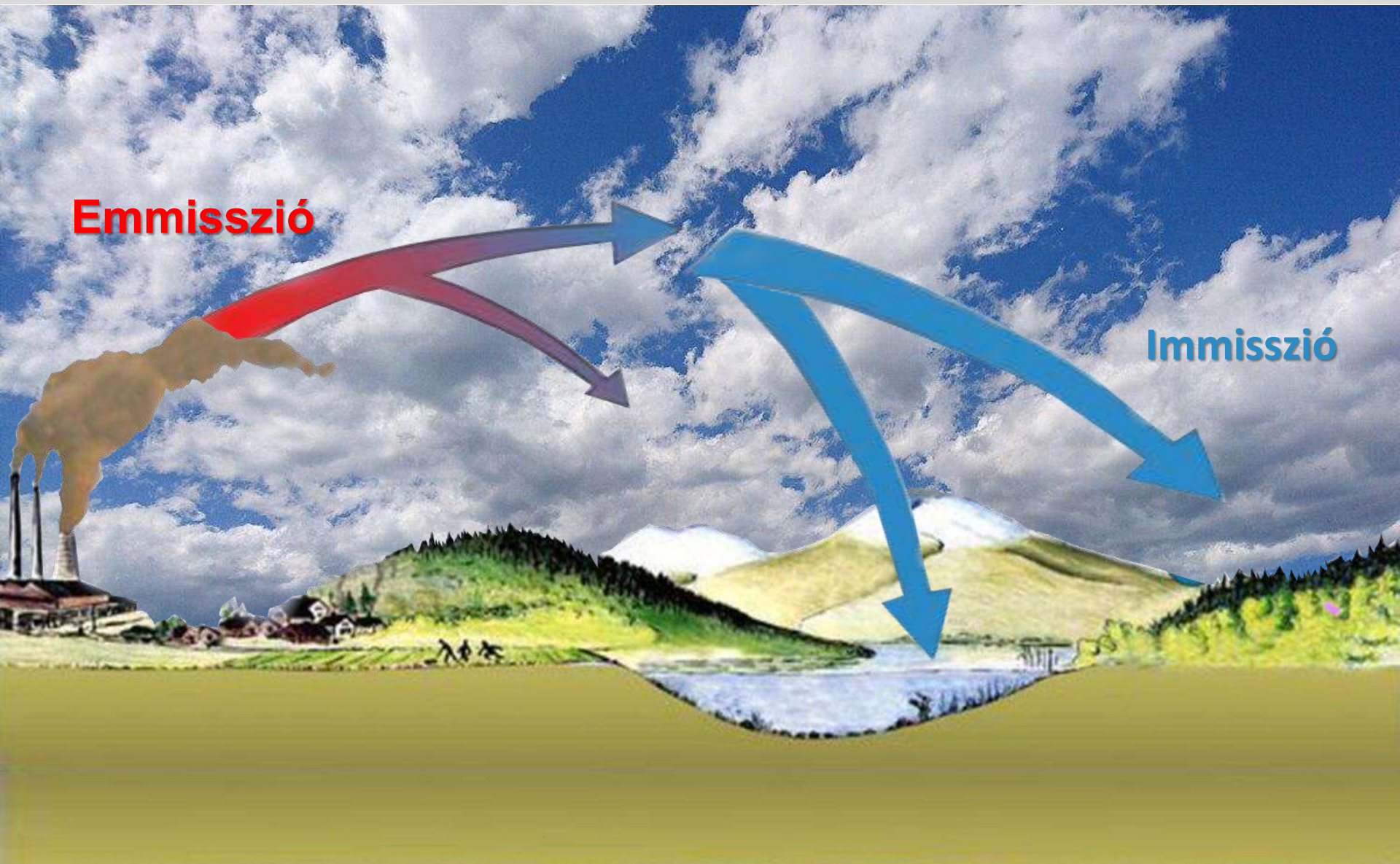
 Aromások

 Aliciklikusak



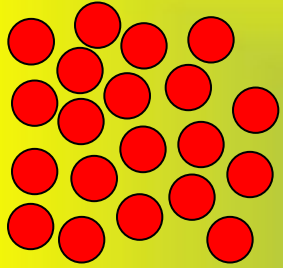


Az antropogén szennyezés a levegővel is terjed

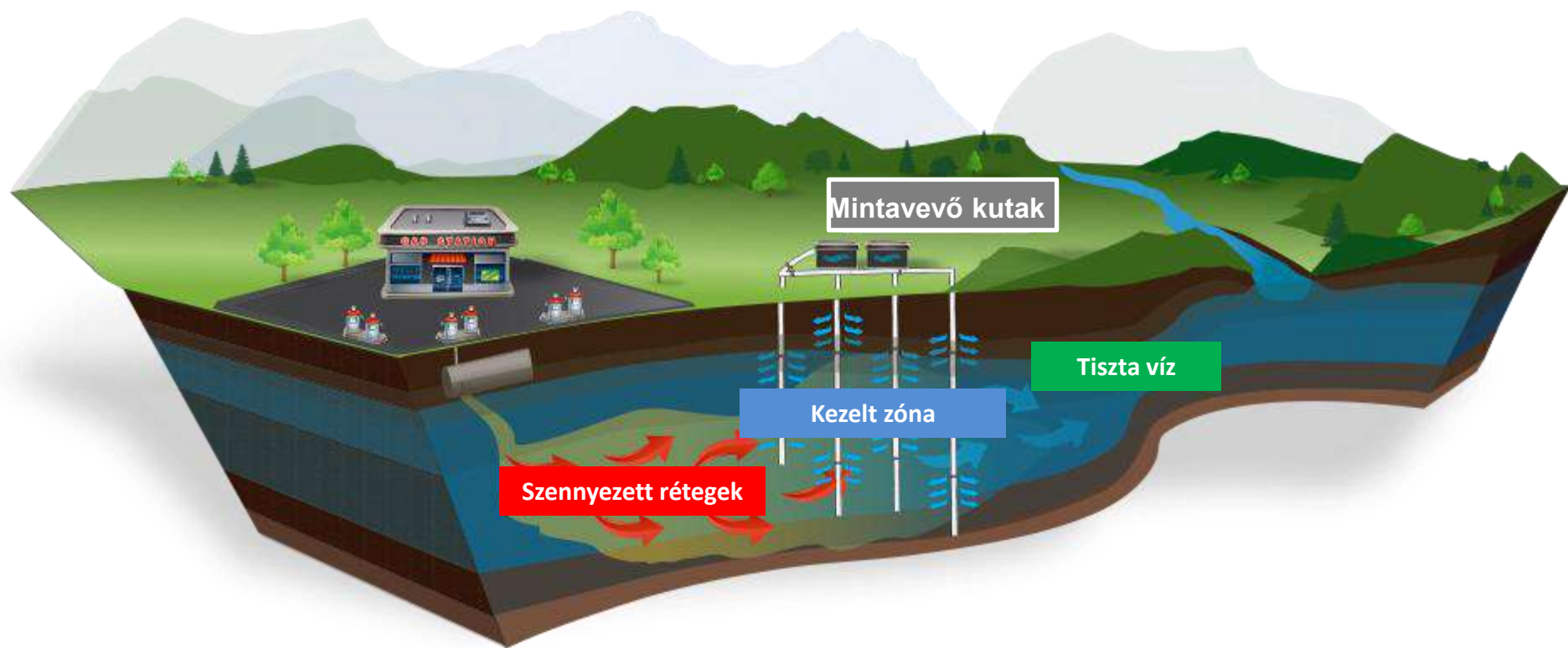


**Budapesten kb. 212
millió m³ tisztított
szennyvíz keletkezik
évente (KSH)**





Diffúzió (Fick-törvények), koncentráció-gradiens, entrópia





Felszín alatti vizek nem reprezentatív vizsgálata

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
7440–47–3	Króm	50	µg/l	K2	Fémek, félfémek
x	Króm VI.	10	µg/l	K1	Fémek, félfémek
7440–48–4	Kobalt	20	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–02–0	Nikkel	20	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–50–8	Réz	200	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–66–6	Cink	200	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–38–2	Arzén	10	µg/l	K1	Fémek, félfémek
7439–98–7	Molibdén	20	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7782–49–2	Szelén	10	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–43–9	Kadmium	5	µg/l	K1	Fémek, félfémek
7440–31–5	Ón	10	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–39–3	Bárium	700	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7439–97–8	Higany	1	µg/l	K1	Fémek, félfémek
7439–92–1	Ólom	10	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–42–8	Bór (B)	500	µg/l	K2	Fémek, félfémek
7440–22–4	Ezüst	10	µg/l	K2	Fémek, félfémek



CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
x	Cianid 4,5 pH	50	µg/l	K1	Szervetlen vegyületek
x	Cianid összes	100	µg/l	K1	Szervetlen vegyületek
x	Tiocianátok	50	µg/l	K1	Szervetlen vegyületek
x	Fluorid	1500	µg/l	K2	Szervetlen vegyületek
x	Szulfát	250	µg/l	K2	Szervetlen vegyületek
x	Foszfát (PO ₄ ³⁻)	500	µg/l	K2	Szervetlen vegyületek
x	Nitrát talajvízre	50	mg/L	K2	Szervetlen vegyületek
x	Nitrát felszín alatti vízre a talajvizen kívül	25	mg/L	K2	Szervetlen vegyületek
x	Ammónium	500	mg/L	K2	Szervetlen vegyületek



6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
71–43–2	Benzol	1	µg/l	K1	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
108–88–3	Toluol	20	µg/l	K1	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
100–41–4	Etil-benzol	20	µg/l	K1	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
1330–20–7	Xilolok	20	µg/l	K1	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
98–82–8	i-Propil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
103–65–1	n-Propil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
108–67–8	1,3,5-Trimetil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
98–06–6	terc. Butil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
95–63–6	1,2,4-Trimetil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
135–98–8	sec. Butil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
526–73–8	1,2,3-Trimetil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
99–87–6	i-Propil-toluol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
141–93–5	m-Dietil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
105–05–5	p-Dietil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
104–51–8	n-Butil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
99–62–7	1,3-Diizopropil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
102–25–0	1,3,5-Trietil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
611–14–3	1,2-Metil-etil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
620–14–4	1,3-Metil-etil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
622–96–8	1,4-Metil-etil-benzol	x	µg/l	x	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)
x	Összes (egyéb) alkilbenzol	20	µg/l	K1	Benzol és alkilbenzolok (BTEX)

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
5–2	Fenol	20	µg/l	K1	Fenolok
1319–77–3	Krezol	5	µg/l	K1	Fenolok
120–80–9	Pirokatekol	5	µg/l	K1	Fenolok
108–46–3	Rezorcín	5	µg/l	K1	Fenolok
x	Fenolok összesen	20	µg/l	K1	Fenolok



6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
91–20–3	Naftalinok*	2	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
208–96–8	Acenaftilén	0,2	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
83–32–9	Acenaftén	0,05	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
86–73–7	Fluorén	0,05	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
85–01–8	Fenantrén	0,1	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
120–12–7	Antracén	0,05	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
206–44–0	Fluorantén	0,1	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
129–00–0	Pirén	0,1	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
56–55–3	benz(a)antracén	0,02	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
218–01–9	Krizén	0,02	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
205–99–2	Benz(b)fluorantén	0,03	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
207–08–9	Benz(k)fluorantén	0,03	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
192–97–2	Benz(e)pirén	0,01	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
50–32–8	Benz(a)pirén	0,01	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
193–39–5	Indeno(1,2,3-cd)pirén	0,01	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
53–70–3	Dibenz(a,h)antracén	0,02	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
191–24–2	Benz(g,h,i)perilén	0,02	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)
x	PAH-ok összesen a naftalin(ok) nélkül	2	µg/l	K1	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)

6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
108–90–7	Klórbenzol	1	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
x	Diklórbenzolak	0,5	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
95–50–1	1,2-Diklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
541–73–1	1,3-Diklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
106–46–7	1,4-Diklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
x	Triklórbenzolak	0,1	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
120–82–1	1,2,4-Triklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
87–61–6	1,2,3-Triklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
x	1,3,5-Triklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
634–66–2	Tetraklórbenzolak	0,1	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
634–66–2	1,2,3,4-Tetraklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
634–90–2	1,2,3,5-Tetraklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
95–94–3	1,2,4,5-Tetraklórbenzol	x	µg/l	x	Halogénezett aromás szénhidrogének
608–93–5	Pentaklórbenzol	0,05	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
118–74–1	Hexaklórbenzol	0,05	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
90–13–1	Klórnaftalinok	0,1	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
108–86–1	Bróm-benzol	0,1	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének
x	Halogénezett aromás szénhidrogének összesen	2	µg/l	K1	Halogénezett aromás szénhidrogének

6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
x	Diklór-etilének	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
75–35–4	1,1-Diklór-etilén	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
540–59–0	1,2-Diklór-etilén	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
75–09–2	Diklór-metán	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
76–13–1	1,1,2-Triklór-trifluor-etán	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
x	Diklór-etánok	1	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
75–34–3	1,1-Diklóretán	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
107–06–2	1,2-Diklóretán	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
67–66–3	Kloroform	5	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
107–07–3	2-Klór-etanol	5	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
56–23–5	Széntetraklorid	2	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
78–87–5	1,2-Diklór-propán	20	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
78–88–6	2,3-Diklór-propilén	20	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
75–27–4	Bróm-diklór-metán	30	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
79–01–6	Triklór-etilén	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
106–89–8	Epiklórhidrin	0,1	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
110–75–8	2-Klóretil-vinil-éter	5	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
542–75–6	1,3-Diklór-propilén	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
10061–01–5	cisz-1,3-Diklór-propilén	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
10061–02–6	transz-1,3-Diklór-propilén	x	µg/l	x	Halogénezett alifás szénhidrogének
79–00–5	1,1,2-Triklór-etán	30	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
124–48–1	Dibróm-klórmetán	30	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
106–93–4	1,2-Dibróm-etán	0.3	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
127–18–4	Tetraklór-etilén	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
79–34–5	1,1,2,2-Tetraklóretán	10	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
x	Halogénezett alifás szénhidrogének összesen	40	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének
75–01–4	Vinil-klorid	0,5	µg/l	K1	Halogénezett alifás szénhidrogének

6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
8	2-Klórfenol	x	µg/l	x	Monoklórfenolok
108–43–0	3-Klórfenol	x	µg/l	x	Monoklórfenolok
106–48–9	4-Klórfenol	x	µg/l	x	Monoklórfenolok
x	Monoklórfenolok összesen	5	µg/l	K1	Monoklórfenolok
120–83–2	2,4-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
576–24–9	2,3-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
583–78–8	2,5-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
87–65–0	2,6-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
95–77–2	3,4-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
591–35–5	3,5-Diklórfenol	x	µg/l	x	Diklórfenolok
x	Diklórfenolok összesen	1	µg/l	K1	Diklórfenolok
933–78–8	2,3,5-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
933–75–5	2,3,6-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
95–95–4	2,4,5-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
88–66–2	2,4,6-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
609–19–8	3,4,5-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
17700–93–3	2,3,4-Triklórfenol	x	µg/l	x	Triklórfenolok
x	Triklórfenolok összesen	1	µg/l	K1	Triklórfenolok
58–90–2	2,3,4,6-Tetraklórfenol	x	µg/l	x	Tetraklórfenolok
935–95–5	2,3,5,6-Tetraklórfenol	x	µg/l	x	Tetraklórfenolok
4901–51–3	2,3,4,5-Tetraklórfenol	x	µg/l	x	Tetraklórfenolok
x	Tetraklórfenolok összesen	1	µg/l	K1	Tetraklórfenolok
87–86–5	Pentaklórfenol	0,5	µg/l	K1	Pentaklórfenol
x	Klórfenolok összesen	6	µg/l	K1	Klórfenolok

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
1336–36–3	PCB28	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB52	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB101	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB118	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB138	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB153	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
1336–36–3	PCB180	x	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)
x	Összes PCB (7 molekula)	0,3	µg/l	K1	Poliklórozott-bifenilek (PCB)



6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet 2. Melléklete

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
50–29–3	DDT	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
53–19–0	o,p'-DDD	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
72–54–8	p,p'-DDD	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
72–55–9	DDE	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes DDT (DDT/DDD/DDE)	0,001	µg/l	K1	Növényvédő szerek
309–00–2	Aldrin	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
57–74–9	Klórdán	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
60–57–1	Dieldrin	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
72–20–8	Endrin	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes drin	0,03	µg/l	K1	Növényvédő szerek
319–84–6	α-HCH	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
319–85–7	β-HCH	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
319–86–8	δ-HCH	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
58–89–9	γ-HCH	x	µg/l	K1	Növényvédő szerek
608–73–1	Összes HCH	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes triazin	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes foszforsavészter	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes fenoxi karbonsav származék	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes karbamát	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	Összes egyéb növényvédő szer	0,1	µg/l	K1	Növényvédő szerek
x	* Növényvédő szerek aktív hatóanyagai	x	µg/l	x	Növényvédő szerek
x	** Növényvédő szerek aktív hatóanyagai, reakciótermékei	0,5	µg/l	K1	Növényvédő szerek

CAS	Szennyező	Konc. értéke	Mérték- egység	Veszély- esség	Anyagcsoport
x	Kémhatás (pH>7)	9	Egység	x	Kémhatás
x	Kémhatás (pH<7)	6,5	Egység	x	Kémhatás
67–56–1	Metanol	1	mg/l	K2	Egyéb vegyületek
67–63–0	Izopropil-alkohol	1	mg/l	K2	Egyéb vegyületek
	Glikolok	1	mg/l	K2	Egyéb vegyületek
110–86–1	Piridin	0,75	µg/l	K2	Egyéb vegyületek
109–99–9	Tetrahidro-furán	1	µg/l	K2	Egyéb vegyületek
110–01–0	Tetrahidro-tiofén	1	µg/l	K2	Egyéb vegyületek







1. melléklet a 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelethez

Szűrővizsgálat során a **felszín alatti vízmintából** vizsgálandó szennyező anyagok, tulajdonságok

1. Szervetlen szennyezők

	A	B	C
1	Szennyező anyagok és tulajdonságok	Javasolt vizsgálati módszer elve	Javasolt vizsgálati szabvány, mérési módszer
2	pH	potenciometria	MSZ 448-22:1985, MSZ ISO 10523:2003
3	elektromos vezetőképesség	konduktometria	MSZ EN 27888:1998, MSZ 448-32:1977
4	fluorid	potenciometria vagy ionkromatográfia vagy spektrofotometria	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ 448-17:1986
5	klorid	ionkromatográfia vagy titrimetria	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ 448-15:1982, MSZ ISO 9297:2003
6	nitrit	fotometria vagy ionkromatográfia	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ EN 26777:1998, MSZ 448-12:1982, MSZ EN ISO 13395:1999
7	nitrát	fotometria vagy ionkromatográfia	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ 448-12:1982, MSZ EN ISO 13395:1999
8	szulfát	fotometria vagy ionkromatográfia	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ 448-13:1983
9	foszfát	fotometria vagy ionkromatográfia	MSZ EN ISO 10304-1:1998, MSZ 448-18:1977, MSZ EN ISO 6878:2004
10	ammónium-ion	fotometria	MSZ EN ISO 11732:1999, MSZ ISO 7150-1:1992
11	króm, kobalt, nikkel, réz, cink, molibdén, szelén, kadmium, ón, bárium, ólom, ezüst (kivéve: krómVI)	ICP-MS vagy ICP-OES vagy AAS vagy AAS-ETA vagy GF-AAS	MSZ 1484-3:1998, ISO 17294-1:2004, MSZ EN ISO 17294-2:2005, EPA-6010, EPA-6020, MSZ EN ISO 11885:2000
12	arzén	ICP-MS vagy hidrid-AAS vagy ICP-OES	MSZ 1484-3:1998, MSZ EN ISO 11969:1998, ISO 17294-1:2004, MSZ EN ISO 17294-2:2005, EPA-6010, EPA-6020
13	higany	ICP-MS vagy hideggőzős AAS vagy hidrid-AAS vagy ICP-OES	ISO 17294-1:2004, MSZ EN ISO 17294-2:2005, EPA-6010, EPA-6020, MSZ 1484-3:1998

1. melléklet a 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelethez

Szűrővizsgálat során a **felszín alatti vízmintából** vizsgálandó szennyező anyagok, tulajdonságok

2. Szerves szennyezők

	A	B	C	D
	Szennyező anyagok		Javasolt vizsgálati módszer elve	Javasolt vizsgálati szabvány, mérési módszer
2	Illékony szerves vegyületek	alifás szénhidrogének C ₅ -C ₉	GC-FID vagy GC-ECD vagy GC-MS-SCAN vagy GC-MS-SIR	MSZ 1484-4:1998, MSZ 1484-5:1998, EPA 8260
3		benzol és alkil benzolok		
4		aromás halogénezett szénhidrogének (klórbenzol, diklórbenzol, triklórbenzol, brómbenzol, klórnaftalinok)		
5		halogénezett alifás szénhidrogének (kivéve: vinil-klorid)		
6		egyéb vegyületek körében: izopropil-alkohol, glikolok, piridin, tetrahidro-furán és tetrahidro-tiofén		
7	Nem illékony szerves vegyületek	alifás szénhidrogének C ₁₀ -C ₄₀	GC-FID vagy GC-ECD vagy GC-NDP vagy GC-MS-SCAN vagy GC-MS-SIR	MSZ 1484-6:2003, EPA 8270 (A minta lúgos/semleges/ savas, egymást követő extrakciója diklór-metánnal. A vizsgálat lehet extraktumonként vagy az egyesített extraktumból.)
8		fenolok		
9		policiklikus aromás szénhidrogének (kivéve: benz-a-pirén)		
10		klórozott aromás szénhidrogének (tetra, penta, hexa)		
11		klórfenolok		
12		gázkromatográfiás módszerrel mérhető növényvédő szerek		



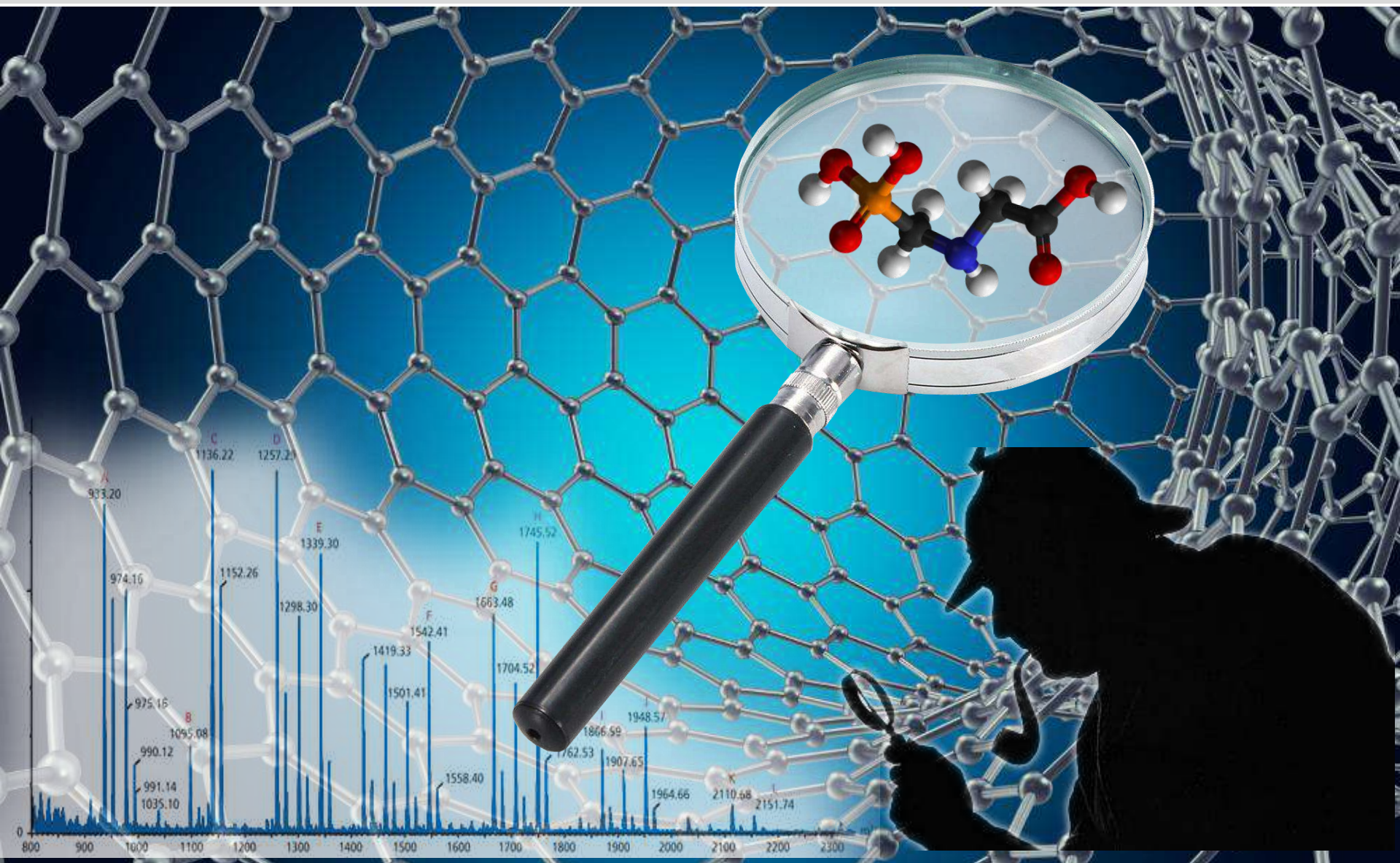
Toxikus fémek, szerves szennyezők



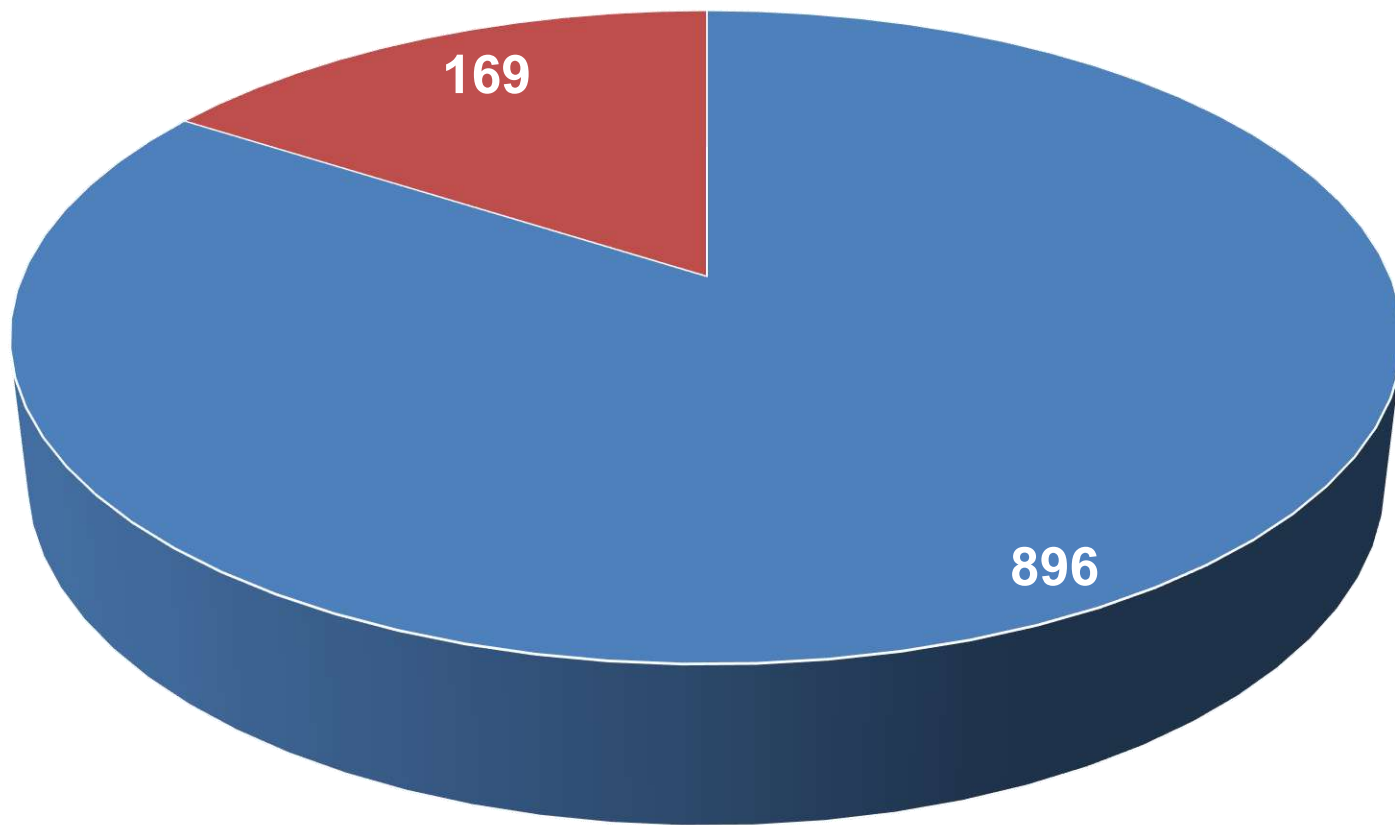
Milyen vízszennyezőkkel kell számolnunk?



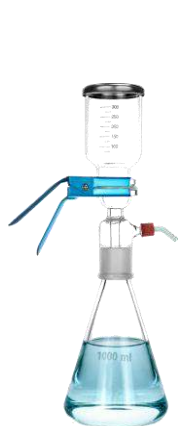
Az analitikai zsargonban „Non target analysis” felszíni vizek esetén...



1065 pozitív (>LOQ) FAV-eredményből 896 vizsgálati eredményre vonatkoztak jogszabályi határértékek (84%)



A vízminták vizsgálata elválasztástechnikai eszközökkel



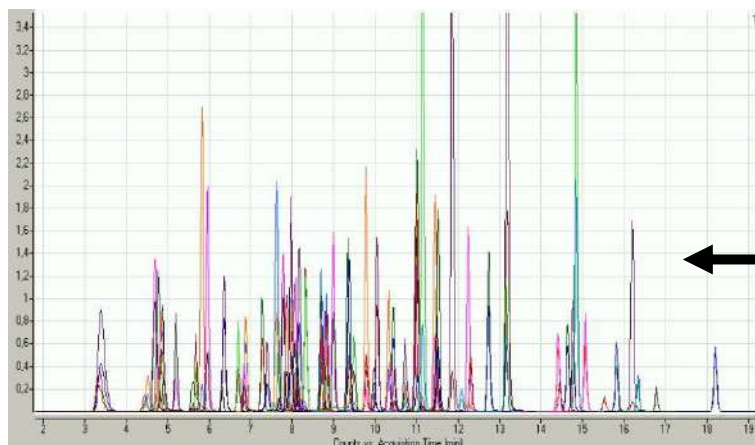
A minta szűrése



Koncentrálás



Oldószercsere



Kromatogram kiértékelése



GC, vagy LC elválasztás, MS/MS detektálás

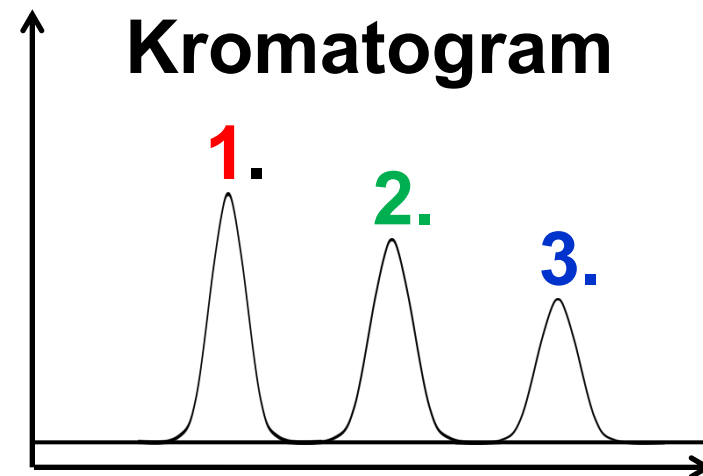


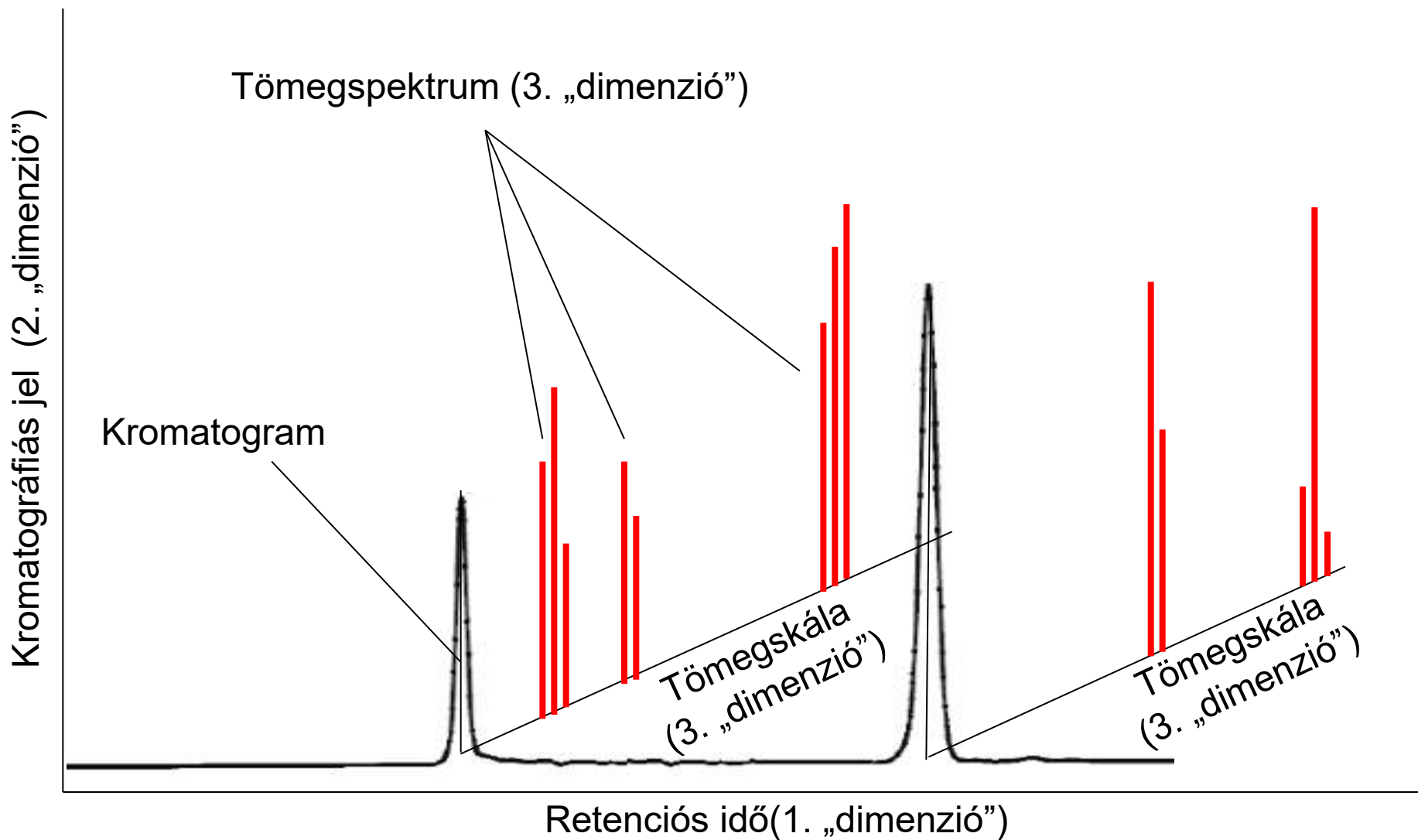
Az elemzés eredménye:

1. szennyező ($\mu\text{g/l}$)

2. szennyező ($\mu\text{g/l}$)

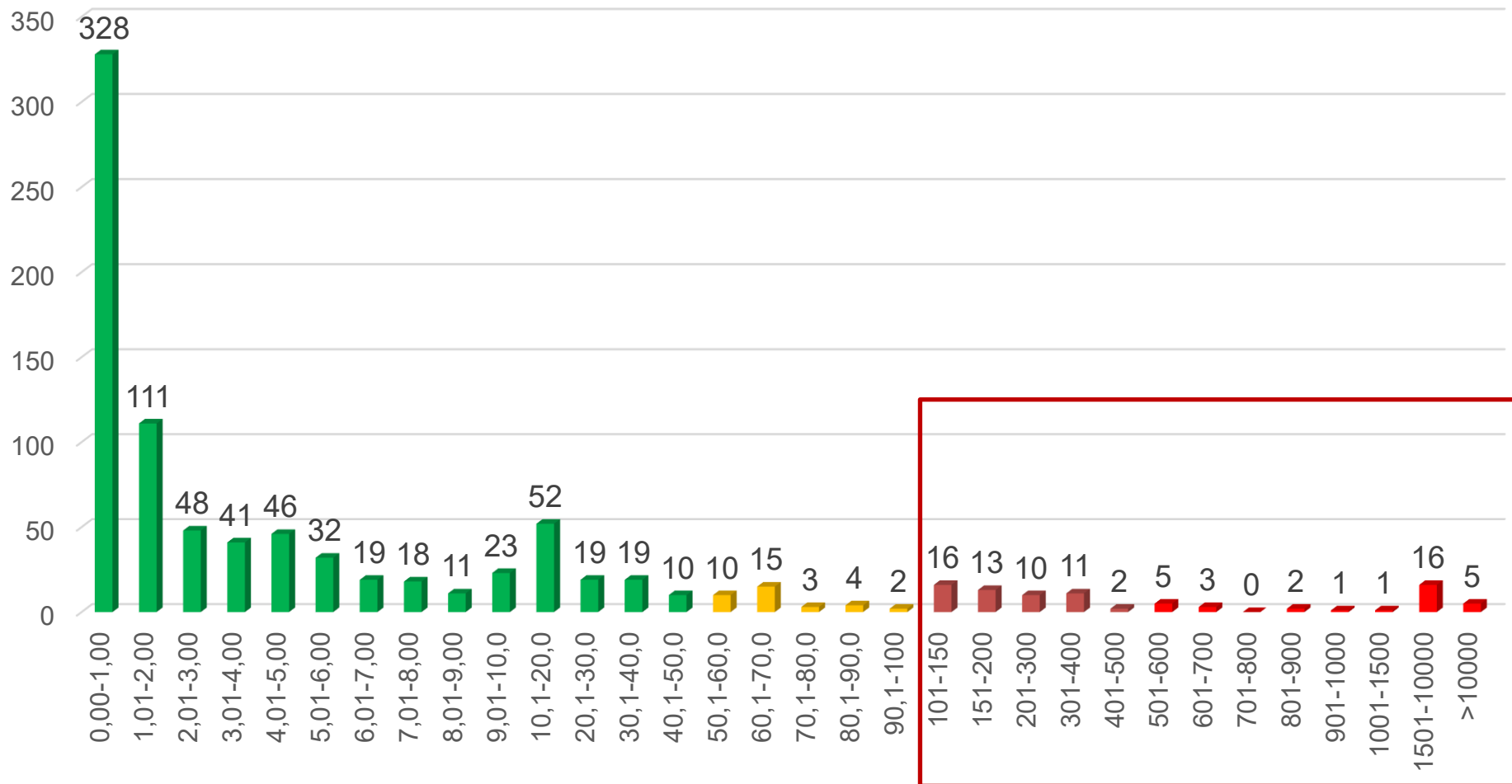
3. szennyező ($\mu\text{g/l}$)





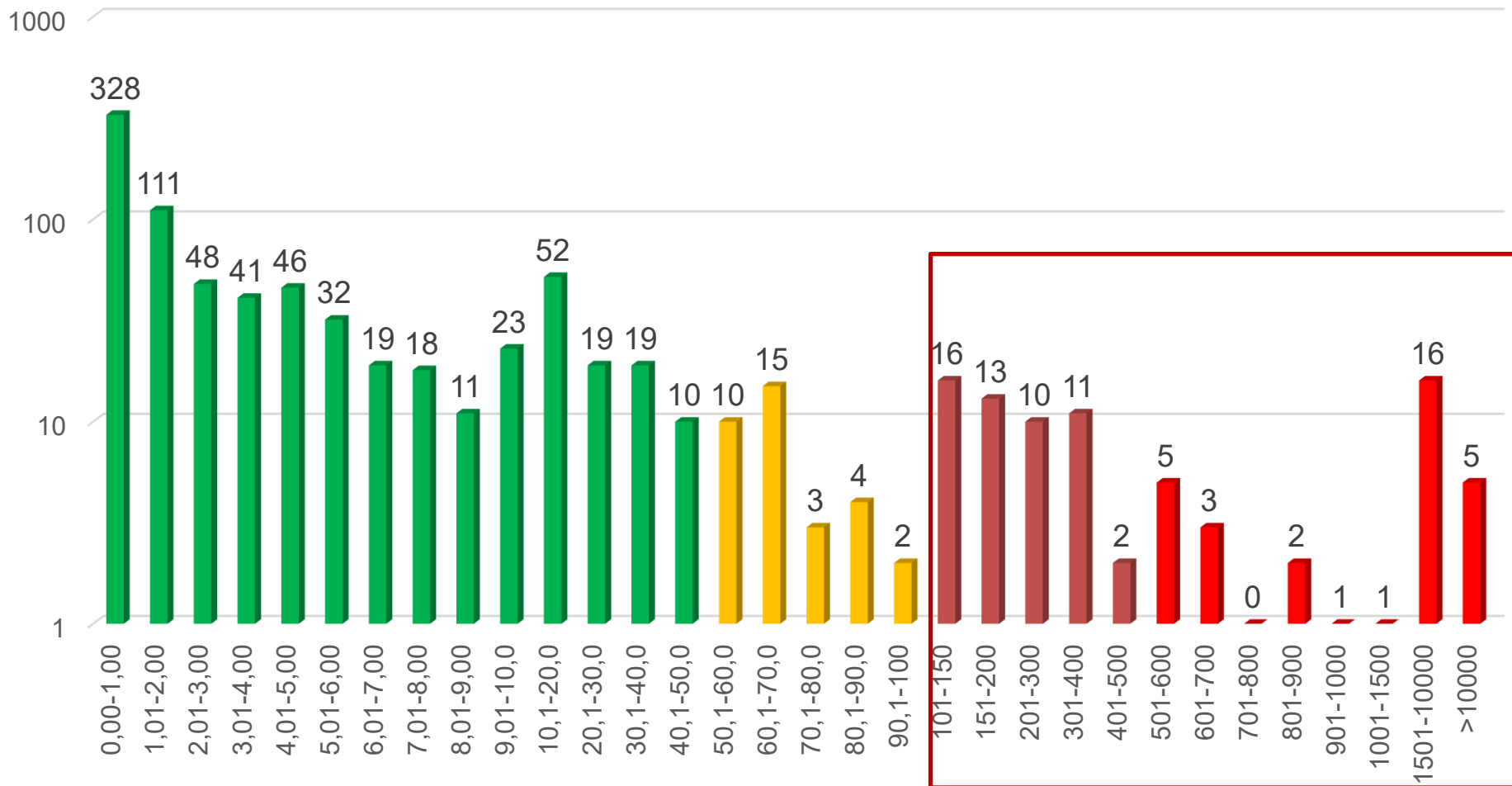
Néhány, FAV alatti vízminta mérési eredményének elemzése (2025)

Határértékekhez viszonyított %-os koncentráció-tartományokhoz
tartozó elemi eredmények számai
(összesen 896 FAV eredményből számolva) lineáris Y-skálán

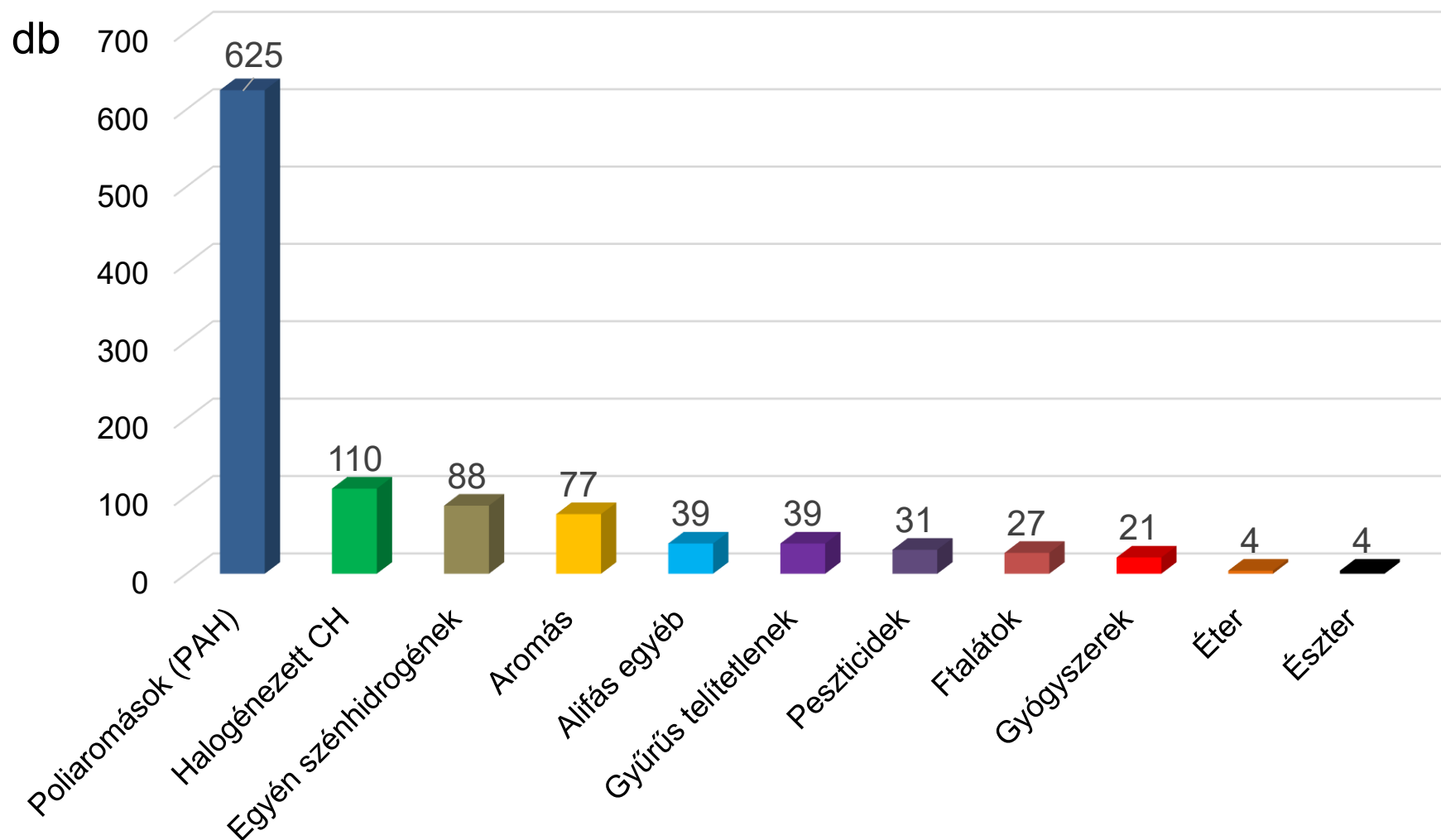


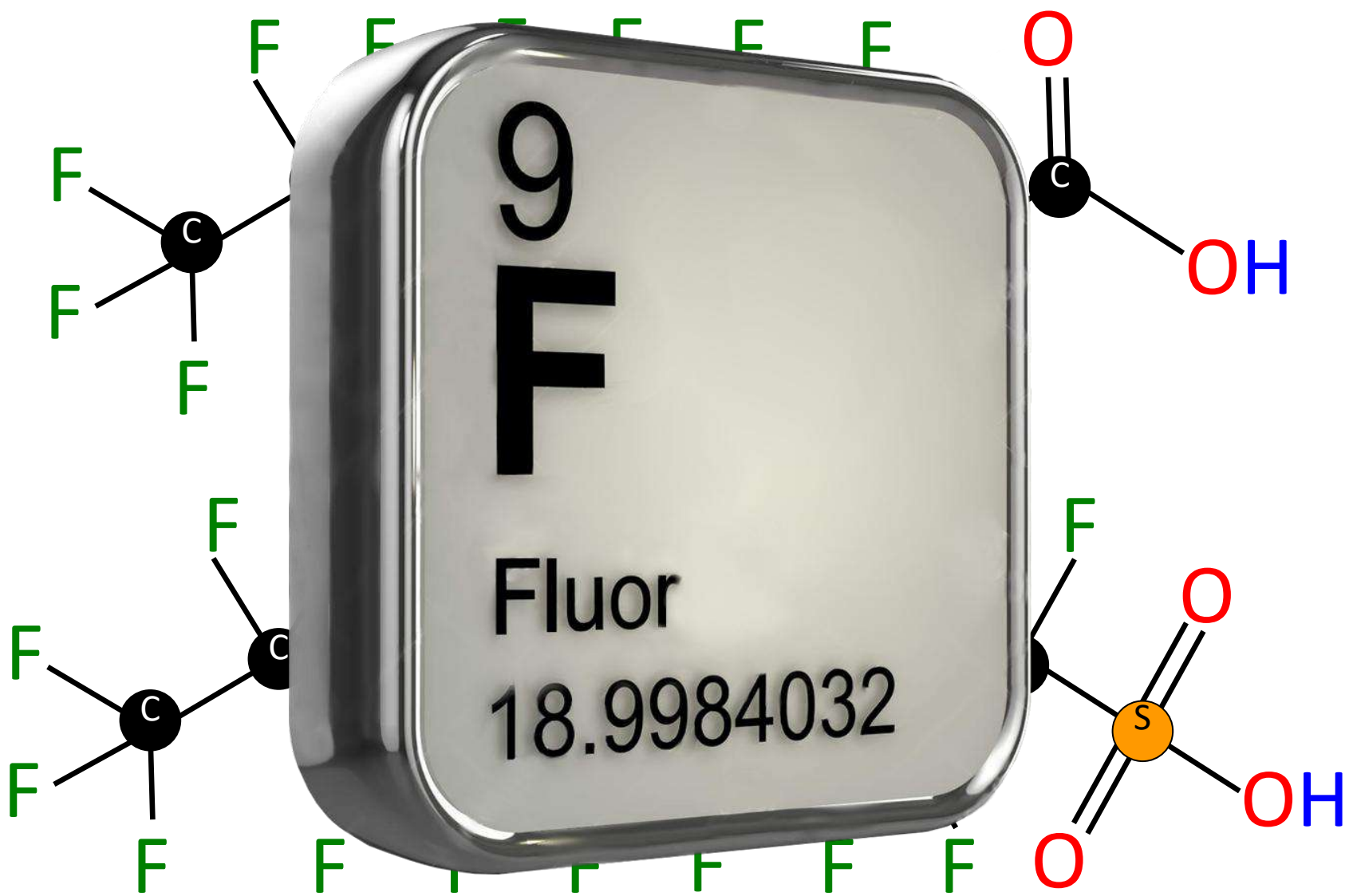
Néhány, FAV vízminta mérési eredményének elemzése (2025)

Határértékekhez viszonyított %-os koncentráció-tartományokhoz
tartozó elemi eredmények számai
(összesen 896 FAV eredményből számolva) logaritmikus Y-skálán

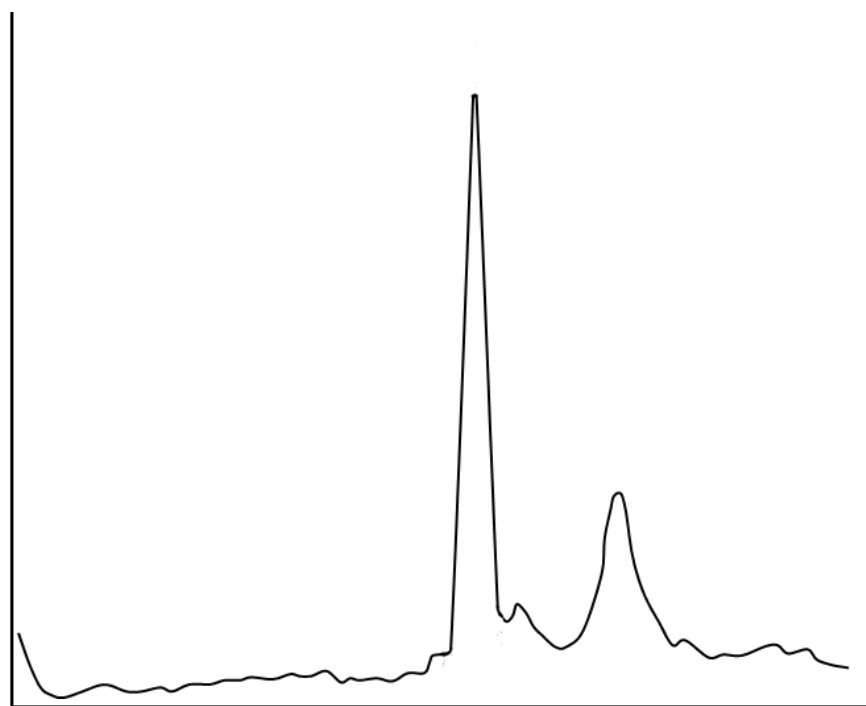


FAV pozitív vizsgálati eredmények db-száma vegyülettípusok szerint

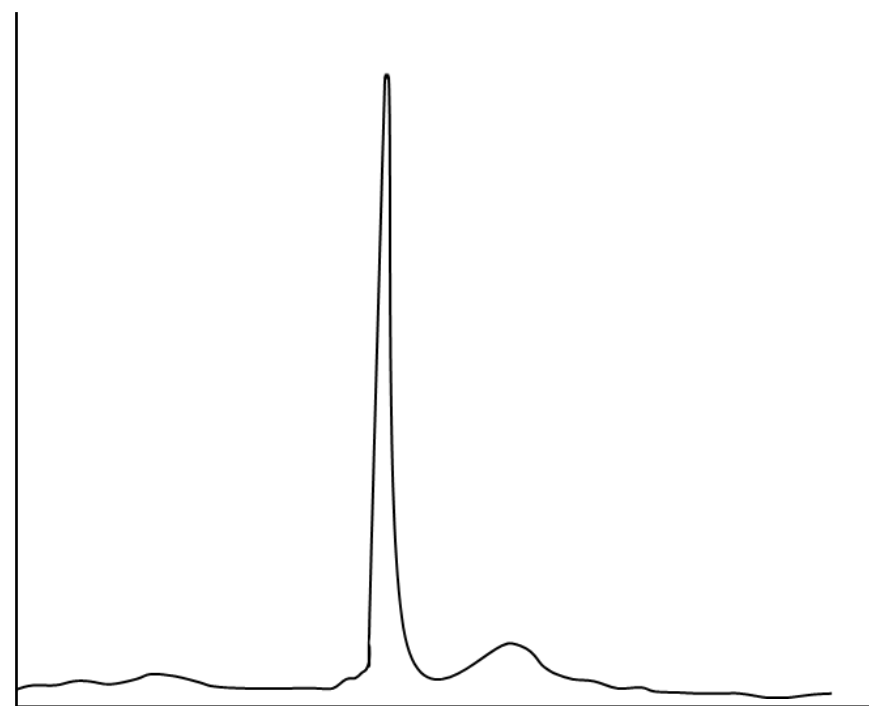




$\text{C}_8\text{F}_{17}\text{COOH}$
Perfluoro-octilsav (PFOA)

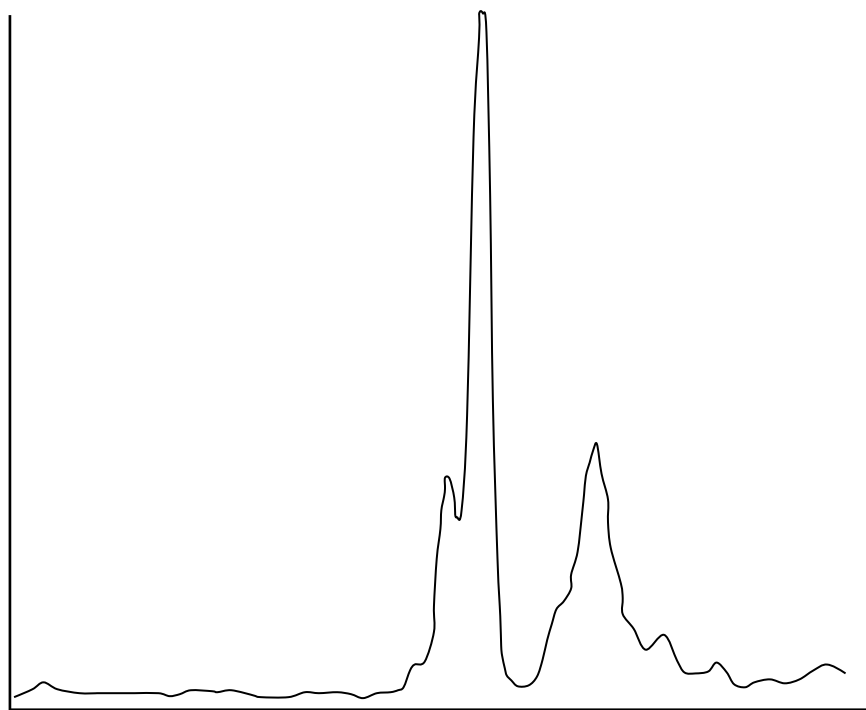


0,01 ng/ml kalibrációs pont S/N=20,3

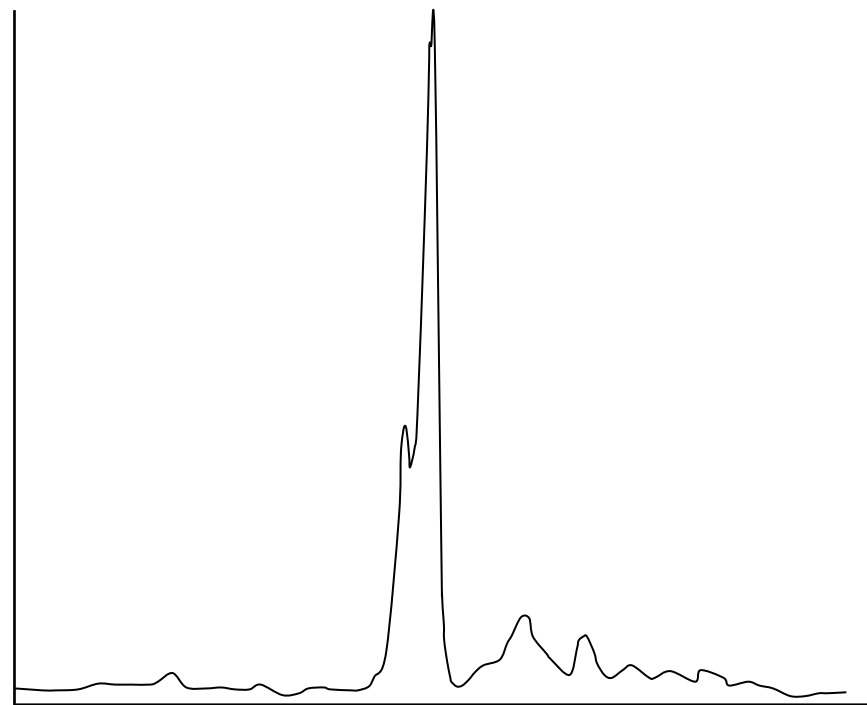


LOQ szinten spike-olt minta S/N=36,4

$\text{C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_2\text{OH}$
perfluoro-octil-szulfonsav (PFOS)



0,01 ng/ml kalibrációs pont S/N=85,1



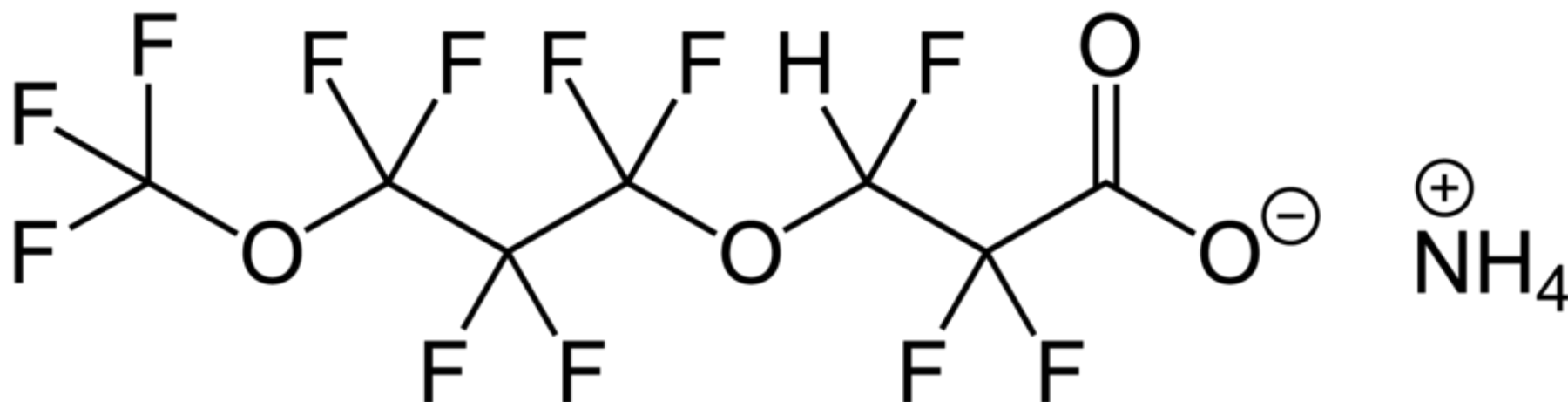
LOQ szinten spike-olt minta S/N=32,7

Néhány, felszín alatti vízminta PFAS-tartalmának mérési eredményei

PFAS vegyület neve	Koncentráció	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
Perfluor-butánsav (PFBA) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-pentánsav (PFPA) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-hexánsav (PFHxA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-heptánsav (PFHpA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-oktánsav (PFOA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-nonánsav (PFNA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-dekánsav (PFDA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-undekánsav (PFUnDA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-dodekánsav (PFDoDA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluor-tridekánsav (PFTrDA)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluorbután-szulfonsav (PFBS)	µg/l	<0,0015	<0,0015	0,011	0,0023	0,0070
Perfluorpentán-szulfonsav (PFPS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluorhexán-szulfonsav (PFHxS)	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluorheptán-szulfonsav (PFHpS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluoroktán-szulfonsav (PFOS)	µg/l	0,0022	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluornonán-szulfonsav (PFNS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	0,0038	<0,0015	<0,0015
Perfluordekán-szulfonsav (PFDS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluorundekán-szulfonsav (PFUnDS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluordodekán-szulfonsav (PFDoDS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Perfluortridekán-szulfonsav (PFTrDS) ^{NA}	µg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015

ADONA

(4,8-Dioxa-3H-perfluorononanoic acid: $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{COOH}$) CAS: 102961-72-8





9896 mérési eredményünk közül 251 db volt a nulla, illetve az alsó
mérés határok közelében...

(**LOQ:** 0,001-0,005 $\mu\text{g/L}$, azaz **1-5 ng/L**)

Egy nehezen megválaszolható kérdés: mennyi a „sok” és mi a „kevés”

Homeopátia: $C \rightarrow 0,0000...00$,
vagy több tízezer kilogramm...



Döntéseink alapja általában valamilyen mérési eredmény



$$\sigma_x \sigma_p \geq h/2$$

- Bizonyos fizikai mennyiségek egyszerre, teljes pontossággal való megismerhetőségének **alapvető elméleti határa**.
- **Nem a megfigyelői hatás**: a kvantumoz rendszerek alapvető tulajdonsága, nem pedig a mérőberendezések technikai korlátja.
- **A valószínűségi eloszlás** elve áthatja a méréselméletet.
- A bizonytalanság (határozatlanság) a fizikai megfigyelés **eloszlási függvényének** relatív szélességét vagy keskenységét jelenti.

- A kémiai analitikai körvizsgálatok eredményei az elemzendő anyagtól és a vizsgálati mintától, illetve a mérési módszer alapját képező **fizikai elvtől függetlenül** követni látszottak az általa leírt függvény értékeit...
- Emellett a pontosság az idők folyamán nem javult, dacára az analitikai technikák hatalmas fejlődésének: sőt ellenkezőleg, azóta kiderült, hogy az **1920-as években végzett körvizsgálatok szórása kisebb** volt, mint az 1990-es években végzett körvizsgálatoké.



Koncentráció, C	Tömegfrakció, C	PRSD(R) (%)
100 %	1,0	2
1 %	0,01	4
0.01 %	0,0001	8
1 ppm	0,000001	16
10 ppb	0,000000001	32
1 ppb	0,0000000001	45

$$\frac{RSD_{(R)}}{PRSD_{(R)}} = \text{HorRat}$$

A laboratórium saját mérési sorozatából származó tapasztalati szórás és a Horwitz egyenletből számítható elméleti (előre jelezhető) tapasztalati szórás hányadosa

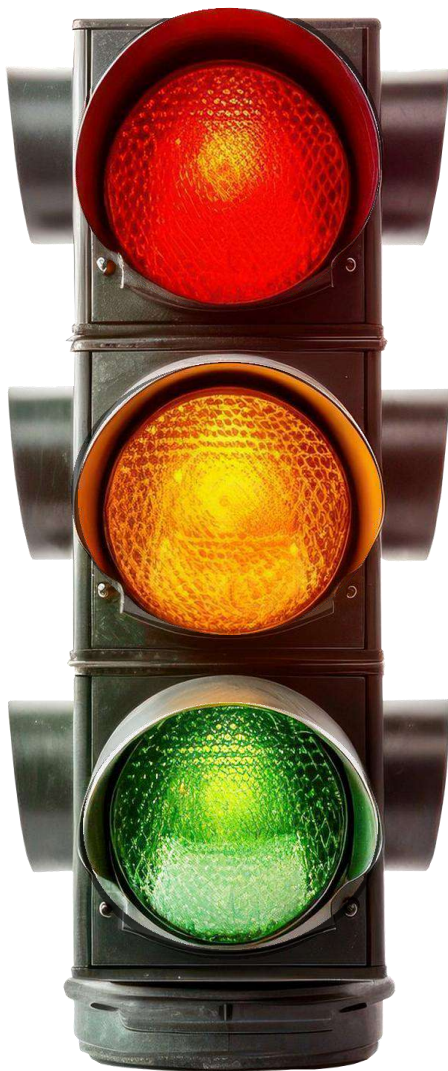
Kétféle HorRat arányt lehet értelmezni:

$$\frac{RSD_{(R)}}{PRSD_{(R)}} = \text{HorRat}_{(R)}$$

Laboratóriumok között

$$\frac{RSD_{(r)}}{PRSD_{(r)}} = \text{HorRat}_{(r)}$$

Laboratóriumon belül



$2,0 < \text{HorRat}$

Nem elfogadható tartomány
(nagy az inhomogenitás)

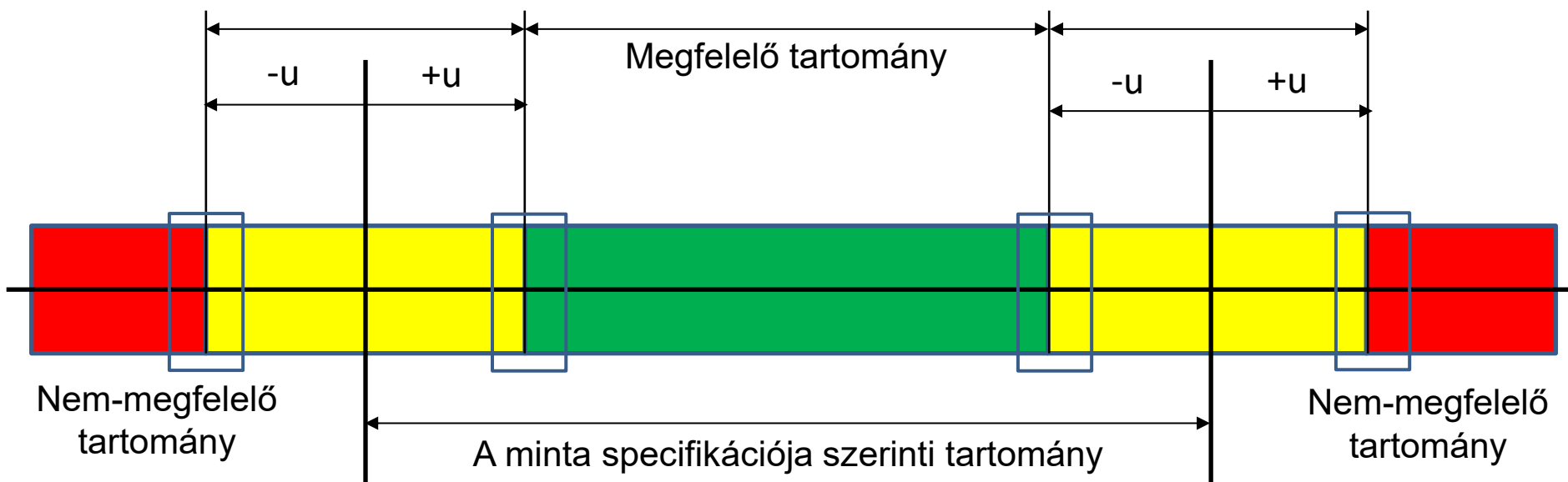
$1,0 \leq \text{HorRat} \leq 2,0$

Elfogadható, de ellenőrzésre
szoruló tartomány

$0,3 \leq \text{HorRat} \leq 1,0$

Teljesen elfogadható, ajánlott
tartomány

$$u = \frac{\pm s^* t}{\sqrt{n-1}}$$



A téglalapokkal bekeretezett tartományok értelmezése igényel alapos szakmai gyakorlatot, hozzáértést, esetenként intuíciót

A wide-angle photograph of a calm body of water at sunset. The sky transitions from a deep blue at the top to a bright orange near the horizon. The water reflects the colors of the sky. In the distance, there are dark silhouettes of hills or mountains. Several small, dark buoys are visible in the water.

Köszönöm a megtisztelő türelmet és figyelmet!



