



## **Dr. Laky Dóra – Souha Neguez**

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
Víz tudományi és vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium**

**Klorát ion az ivóvízben – K+F feladatok  
a 2020/2184 EU irányelv kapcsán**

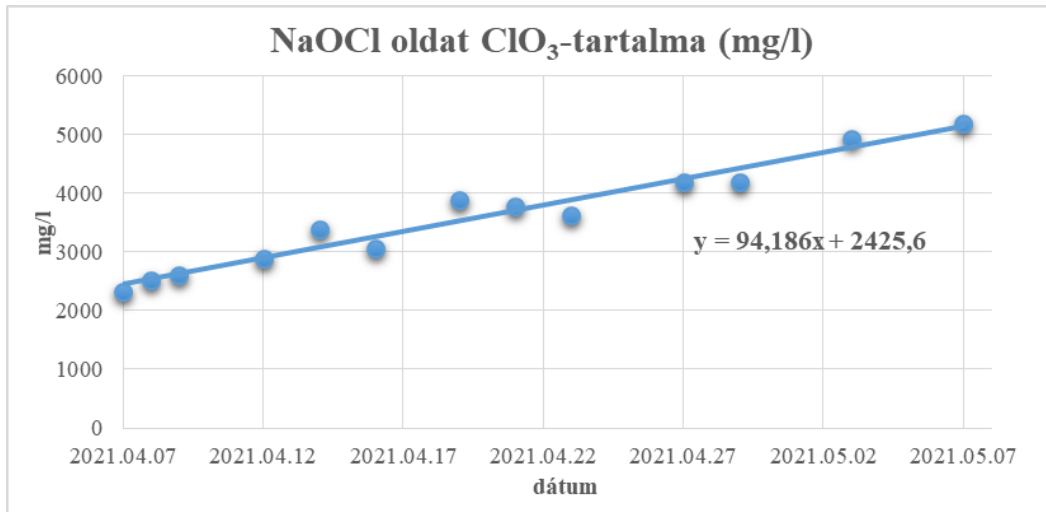
# Klorit és klorát az ivóvízben – egészségügyi hatások, határértékek

Komponens	Egészségügyi hatás (krónikus hatások)	Határérték		
		201/2001. Kormányrendelet	2020/2184 EU Irányelv	WHO Guidelines (4. kiadás)
Klorit	<ul style="list-style-type: none"><li>• vérképzési zavarok kialakulásáért felelős</li></ul>	0,2 mg/L	0,25 mg/L (0,7 mg/L)	0,7 mg/L
Klorát	<ul style="list-style-type: none"><li>• vérképzési zavarok kialakulásáért felelős</li><li>• a jód felvételét gátolja (hormonháztartást befolyásolja)</li><li>• a 0,7 mg/L-es érték csecsemők és kisgyermekes esetében túlzott klorátexpozíciókhoz vezethet</li></ul>	-	0,25 mg/L (0,7 mg/L)	0,7 mg/L

## Miért található klorit és klorát a kezelt vízben?

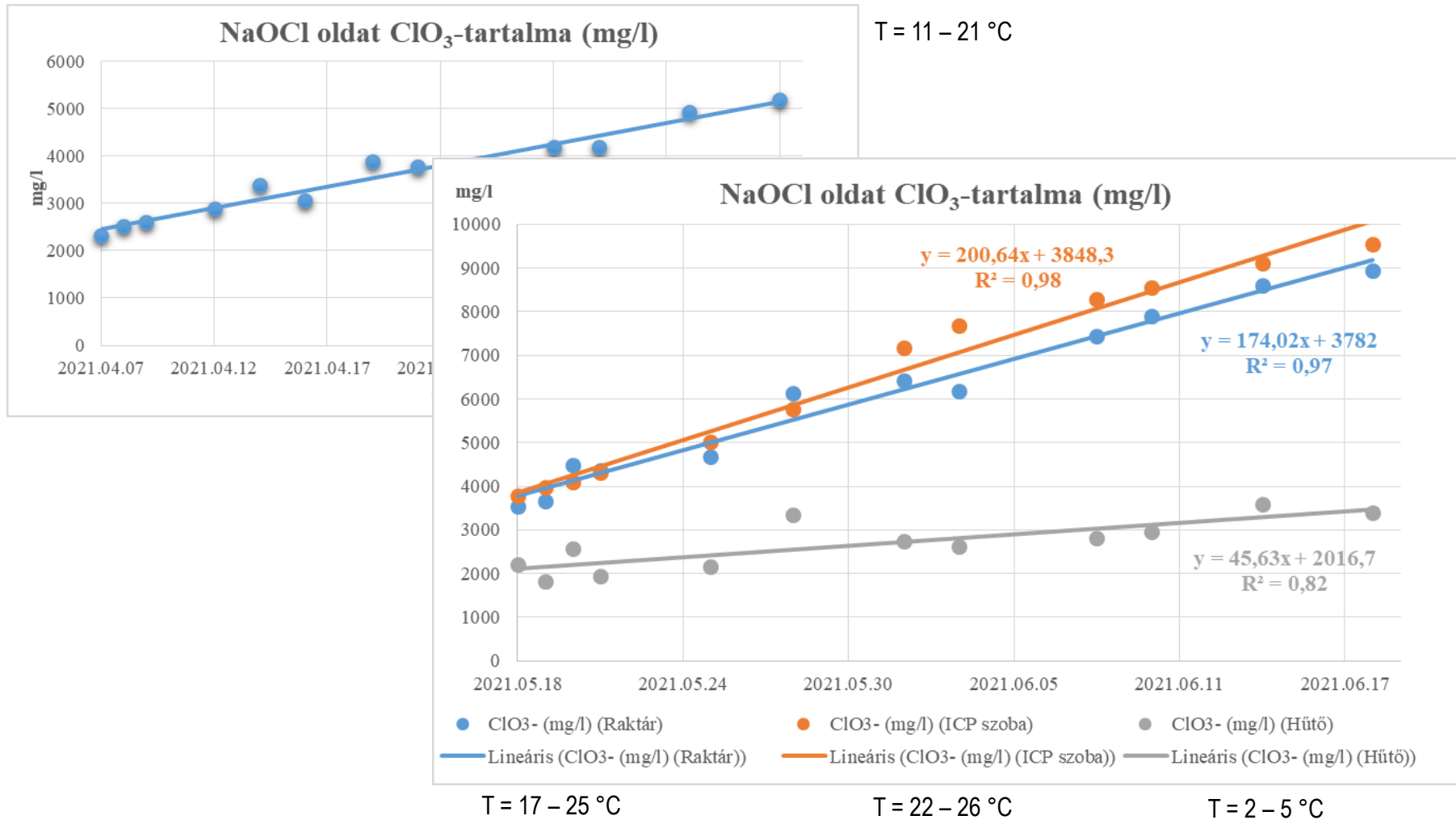
- Klorit
  - A klór-dioxiddal történő fertőtlenítés következményeként
- Klorát
  - Klorit ion és aktív klór reakciója eredményeképpen (pl. kétlépcsős; klór-dioxiddal és hipoklóros-savval történő fertőtlenítés esetén)
  - Klórozott vizek ózonizálása / UV fénnel kezelése következtében
  - Elsődleges forrása: a hosszú ideig tárolt nátrium-hipoklorit oldatok
  - A bomlást befolyásoló fő tényezők (Vozik D., WHO):
    - hőmérséklet
    - pH
    - az oldat koncentrációja
    - az átmeneti fémek, például vas, réz vagy nikkel által okozott szennyeződés katalizálhatja a bomlást

# 90 g/L NaOCl oldat klorát tartalmának változása (Vozik D., 2021)



T = 11 – 21 °C

# 90 g/L NaOCl oldat klorát tartalmának változása (Vozik D., 2021)

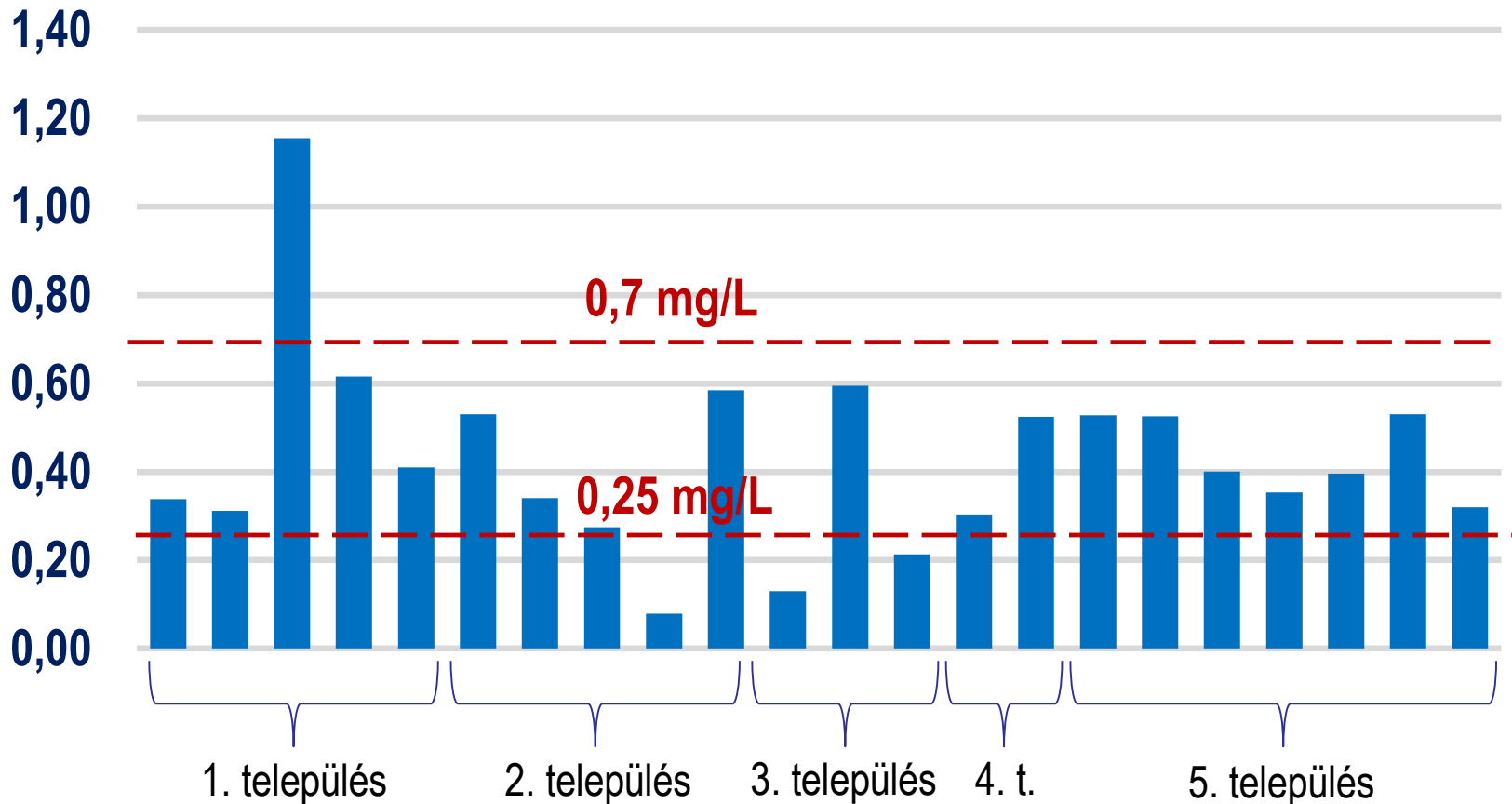


## Törésponti technológiák vizsgálata (Stefán és mtsai, 2019)

Vizsgált törésponti technológiák	Klorát koncentráció tartomány [mg/L]	Klorát koncentráció átlag [mg/L]
Összes technológia (12 db)	mha – 2,0	0,57
Nátrium-hipokloritot alkalmazó technológiák (törésponti klórozásra és utófertőtlenítésre egyaránt)	0,66 – 2,0	
Klór gázt alkalmazó technológiák	mha	
Klór gázos $\text{NH}_4$ eltávolítás, nátrium- hipokloritos fertőtlenítés	mha	

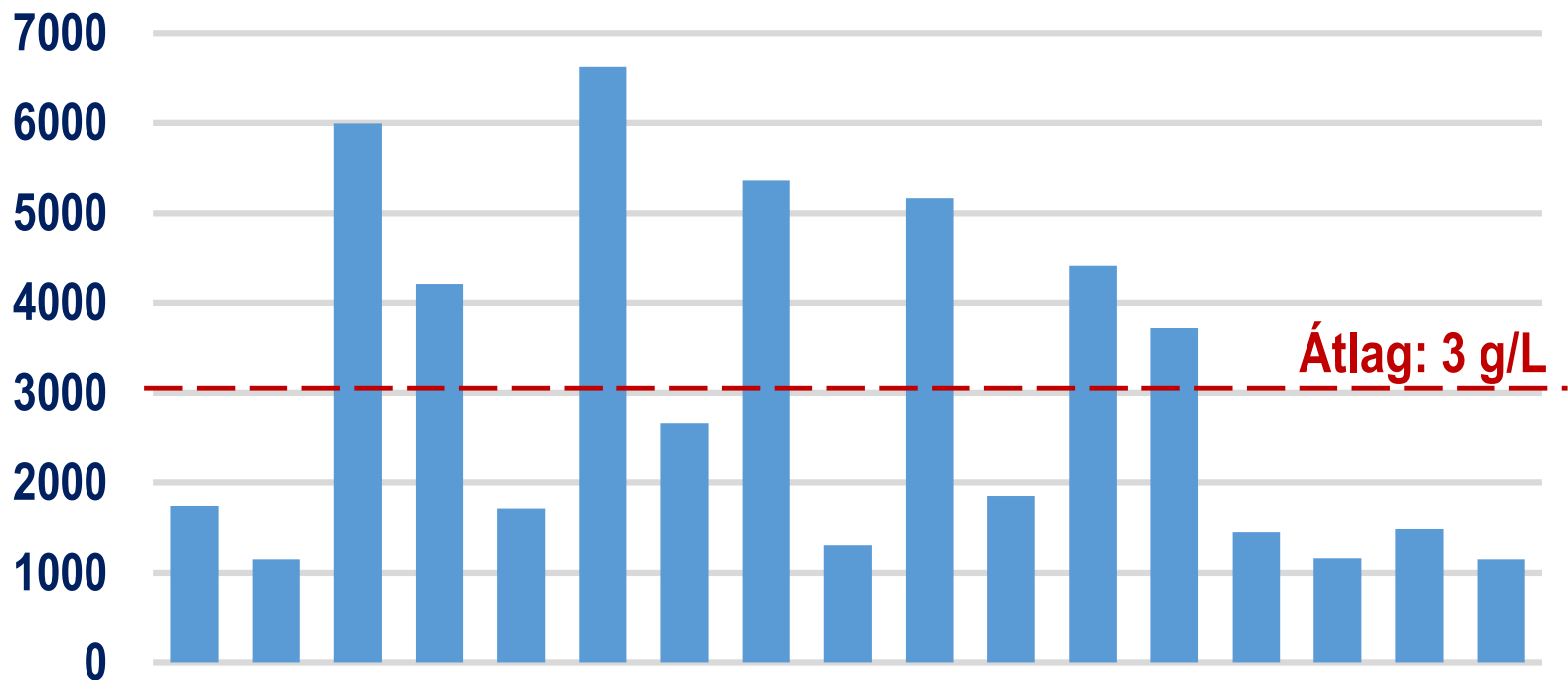
# Nátrium-hipokloritot alkalmazó törésponti technológiák

## Klorát ion koncentrációk az egyes mintaterületeken [mg/L]



# Nátrium-hipokloritot alkalmazó törésponti technológiák

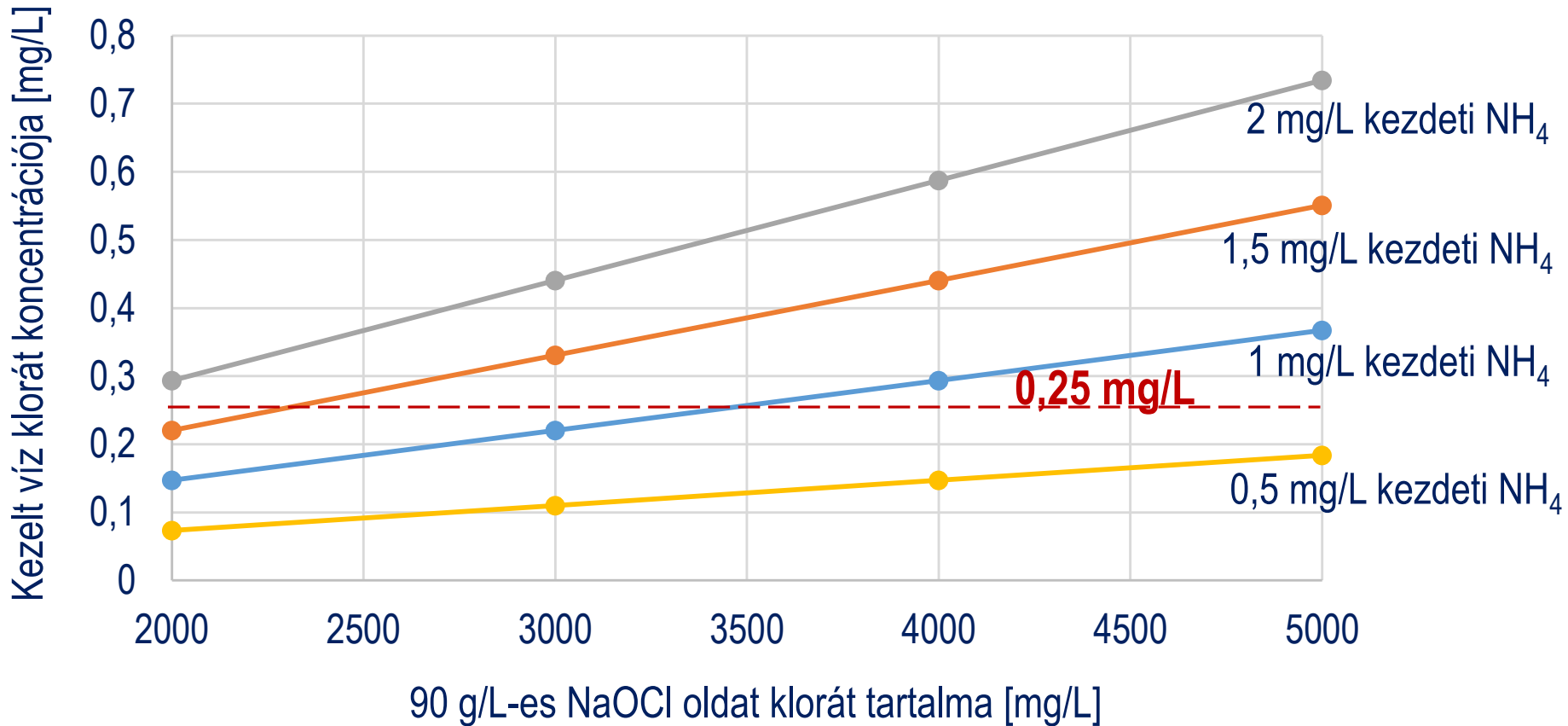
## Tömény nátrium-hipoklorit oldat klorát koncentrációja [mg/L]





# Kezelt víz klorát ion koncentrációja (Cl:N = 8,5 feltételezésével)

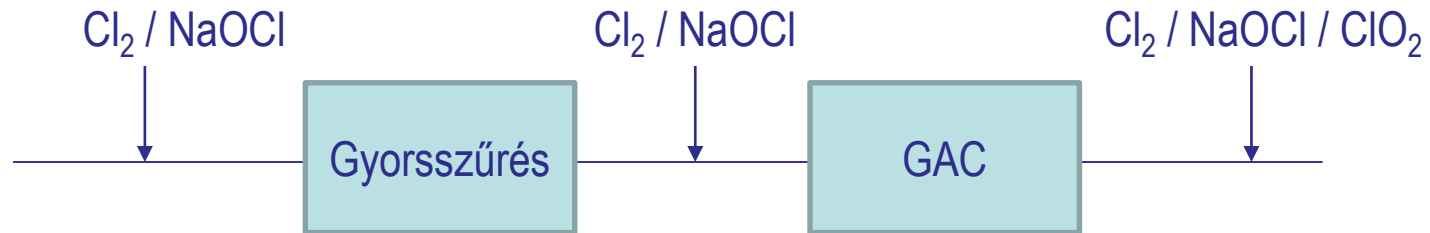
## Törésponti klórozást követően kialakuló klorát koncentrációk a kezelt vízben



## Klorát ion – a vízkezelés lehetőségei

- Klorát
  - ioncsere
  - fordított ozmózis
- Klorát eltávolítására a gyakorlatban gazdaságosan üzemeltethető megoldás jelenleg nem áll rendelkezésre → a vízbe kerülő klorát mennyiségének minimalizálása a cél
- A nagy mennyiségű nátrium-hipoklorit alkalmazásával járó vízkezelési eljárások (törésponti klórozás) optimalizálása kulcsfontosságú kérdés

## Törésponti technológiák alkalmazása az IMJP-ban





# Törésponti technológiák optimalizálása

- **Hatékony ammónium ion eltávolítás**
  - Kontaktidő – hipoklóros-sav koncentráció optimum
- **Klórozott szerves melléktermékek mennyiségének minimalizálása**
  - Kontaktidő – hipoklóros-sav koncentráció optimum
  - GAC üzemeltetés optimalizálása
  - Utófertőtlenítés melléktermék képző hatása

## Törésponti technológiák optimalizálása

A helyszíni törésponti kísérletek eredményei	NaOCl-Cl: NH <sub>4</sub> -N arány	Tartózkodási idő [min]	THM [µg/L]
1. esettanulmány terület	8,5	30	mha
	10,8	10	mha
2. esettanulmány terület	8,5	30	20
	10,3	15	19
3. esettanulmány terület	7,6	30	2,9
	9,0	10	3,7
4. esettanulmány terület	7,6	30	11
	9,0	10	11

## Törésponti technológiák optimalizálása

A helyszíni törésponti kísérletek eredményei	NaOCl-Cl: NH <sub>4</sub> -N arány	Tartózkodási idő [min]	THM [µg/L]
1. esettanulmány terület	8,5	30	mha
	10,8	10	mha
2. esettanulmány terület	8,5	30	20
	10,3	15	19
3. esettanulmány terület	7,6	30	2,9
	9,0	10	3,7

A vizsgált négy víztípus esetén THM képződés szempontjából nem volt különbség a kis klórdózis (NaOCl) – nagy tartózkodási idő és a nagy klórdózis (NaOCl) – kis tartózkodási idő stratégia között

# Törésponti technológiák optimalizálása

- **Hatékony ammónium ion eltávolítás**
  - Kontaktidő – hipoklóros-sav koncentráció optimum
- **Klórozott szerves melléktermékek mennyiségének minimalizálása**
  - Kontaktidő – hipoklóros-sav koncentráció optimum
  - GAC üzemeltetés optimalizálása
  - Utófertőtlenítés melléktermék képző hatása
- **Klorát mennyiségének minimalizálása a kezelt vízben**
  - Nátrium-hipoklorit alkalmazása esetén
  - Kontaktidő – hipoklóros-sav koncentráció optimum
  - Nátrium-hipoklorit oldat klorát tartalmának változása a tárolás során
  - Technológia változtatás (pl. klórgáz)



# Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium

- Projekt időtartama: 2022.06.01 – 2026.02.28.
- Konzorciumvezető: Pannon Egyetem
- Konzorciumi tagok:
  - Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
  - Nemzeti Közsolgálati Egyetem
  - Debreceni Egyetem
  - Miskolci Egyetem
  - Balatoni Limnológiai Kutatóintézet
  - Agrártudományi Kutatóközpont
  - Országos Meteorológiai Szolgálat
  - Széchenyi István Egyetem
  - Országos Vízügyi Főigazgatóság
  - Ökológiai Kutatóközpont





## A projekt pillérei

- I. pillér: Folyók és árterek
- II. pillér: Nagy, sekély tavak
- III. pillér: Felszín alatti vízgazdálkodás
- IV. pillér: Regionális és mezőgazdasági vízgazdálkodás
- V. pillér: Városi vízgazdálkodás és szennyvízelvezetés
- VI. pillér: Vízyűjtő-gazdálkodás

## Ivóvíztechnológiai K+F feladatok a 2020/2184 Irányelv előírásainak biztosítására

- Összesen 40 alprojekt, mely közül az egyik ivóvíztechnológiai kutatásokkal foglalkozik
- Vizsgálandó komponensek: klorát ion és az ólom
- A klorát ionnal kapcsolatos kutatások
  - 1. mérőföldkő: -
  - 2. mérőföldkő: klorát ion mérési módszer beállítása, kapcsolatfelvétel vízi közmű vállalatokkal és egyéb lehetséges partnerekkel (elsősorban a nátrium-hipokloritot alkalmazó technológiák, illetve kombinált eljárások vizsgálata)
  - 3. mérőföldkő: nátrium-hipoklorit oldat bomlását befolyásoló környezeti tényezők vizsgálata laboratóriumban, mintaterületek vízminőségi adatainak elemzése
  - 4. mérőföldkő: helyszíni vizsgálatok (technológia-közi és hálózati mérések)
  - 5. mérőföldkő: klorát ion mennyiségének minimalizálására alkalmas javaslatok kidolgozása



# Köszönjük megtisztelő figyelmüket!

[laky.dora@emk.bme.hu](mailto:laky.dora@emk.bme.hu)

Az előadás a Széchenyi Terv Plusz program keretében  
az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt  
(Víz tudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium)  
támogatásával valósult meg