

# ANALÝZA VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ ÚPRAVY VOD

Marie Suchanová, Ivan Trešl



## ÚVOD

### CHLORISTANY A HALOGENOCTOVÉ KYSELINY

Poslední fází konvenční úpravy vod je zpravidla jejich dezinfekce. Pro tyto účely se využívá oxidačních činidel, jejichž aplikace je spojena s výskytem nežádoucích vedlejších produktů v pitné vodě. Mezi takové vedlejší produkty s toxikologicky rizikovými vlastnostmi patří chloristany a halogenoctové kyseliny (HAA).

### Toxikologie

- Chloristany - inhibice funkce štítné žlázy (vliv na normální růst, vývoj a metabolismus u lidí, zejména u kojenců)
- HAA - nepříznivý vliv na lidskou reprodukci, zvýšené riziko výskytu rakoviny a vývojových vad
- Podle metodiky IARC jsou kyseliny dichloroctová (DCAA), trichloroctová (TCAA), bromchloroctová (BCAA) a dibromoctová (DBAA) klasifikovány jako potenciální lidské karcinogeny.

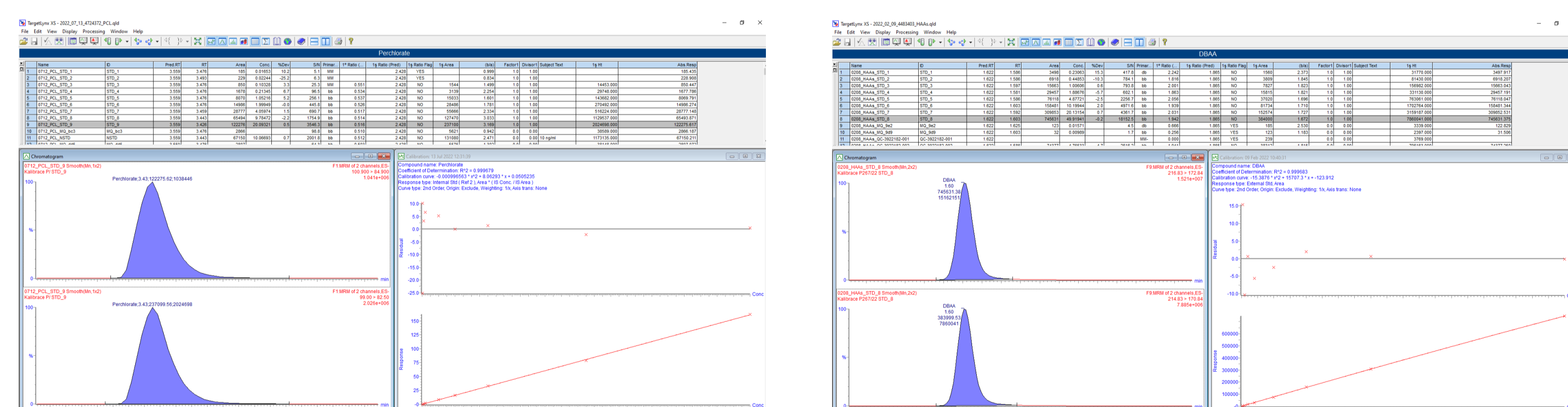
### Legislativa

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2020/2184: členské státy musí přijmout do 12. ledna 2026 nezbytná opatření k zajištění monitorování HAA v dezinfikovaných vodách určených pro lidskou spotřebu.
- Vyhláška č. 252/2004 Sb. v platném znění: nenařizuje sledovat ukazatele HAA ani chloristany.
- Slovensko: vyhláška č. 247/2017 ukládá povinnost monitorovat ukazatele HAA v pitné vodě po dezinfekci a chemické úpravě. Je stanovena limitní hodnota 60 µg/l pro součet pěti vybraných kyselin: MCAA, DCAA, TCAA, MBAA a DBAA.
- World Health Organization (WHO) - doporučený limit pro chloristany 70 µg/l pitné vody.
- V České republice bylo prozatím vydáno doporučení Komise EU 2015/682 ze dne 29. dubna 2015 o monitorování přítomnosti chloristanů v potravinách, v rámci kterého je doporučen i monitoring pitných vod.

## ANALYTICKÁ METODA

Laboratoře ALS Czech Republic vyvinuly spolehlivé metody pro rychlé a citlivé stanovení chloristanů a halogenoctových kyselin ve vzorcích vod. Jejich stanovení je prováděno pomocí metody ultra-účinné kapalinové chromatografie ve spojení s tandemovou hmotnostní detekcí (UHPLC-MS/MS). Metody jsou validovány a akreditovány Českým institutem pro akreditaci (ČIA).

Podmínky měření	
Příprava vzorku	Přidavek isotopově značených standardů, okyselení, filtrace / odstředění
Typ LC/MS	UHPLC Acquity I-class s detektorem Xevo TQ-XS
Kolona	InfinityLab Poroshell 120 PFP (Agilent Technologies) / Acquity UPLC HSS-T3 (Waters)
Eluce	Gradientová
Nastavení MS	MRM; ESI-



Analyt	Zkratka	Limit stanovitelnosti [µg/l]
Chloristany	PCL	0,2
Monochloroctová kyselina	MCAA	1,0
Dichloroctová kyselina	DCAA	0,5
Trichloroctová kyselina	TCAA	0,5
Monobromoctová kyselina	MBAA	1,0
Dibromoctová kyselina	DBAA	0,5
Tribromoctová kyselina	TBAA	5,0
Bromchloroctová kyselina	BCAA	2,0
Dibromchloroctová kyselina	DBCAA	0,5
Bromdichloroctová kyselina	BDCAA	0,5
Suma pěti HAA (dle vyhlášky č. 247/2017)	MCAA, DCAA, TCAA, MBAA, DBAA	1,0

### REFERENCE

- [1] Pitter, P.: Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT, 5. vydání, Praha, 2015. (ISBN 978-80-7080-928-0)
- [2] United States Environmental Protection Agency: Fact Sheet - Reductions of Perchlorate in Drinking Water. EPA, 2020. (EPA-815-F-20-002)
- [3] Janda, V., Kastl, G., Pivokonský, M., Jelínek, L.: Oxyanionty halogenů v pitné vodě. Chemické Listy, 109(5), 360-363, 2015.
- [4] World Health Organization: Guidelines for drinking-water quality - fourth edition incorporating the first addendum. WHO, Geneva, 2017. (ISBN 978-92-4154995-0)
- [5] Doporučení Komise EU 2015/682 ze dne 29. dubna 2015 o monitorování přítomnosti chloristanů v potravinách.
- [6] Janda, V., Pech, P., Pechová, M.: Dezinfekce vody a její nežádoucí vedlejší produkty. Kvasný Průmysl, 50(11-12), 335-340, 2004.
- [7] International Agency for Research on Cancer: Chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC, 101, Lyon, 2013. (ISBN 978-92-832-1324-6)
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.
- [9] Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody (ve znění novely č. 70/2018 Sb.).
- [10] Vyhláška č. 247/2017 Z. z., kterou se ustanovují podrobnosti o kvalitě pitné vody, kontrole pitné vody, programe monitorovania a manažmente rizik pri zásobovaní pitnou vodou (v znení č. 97/2018 Z. z.).

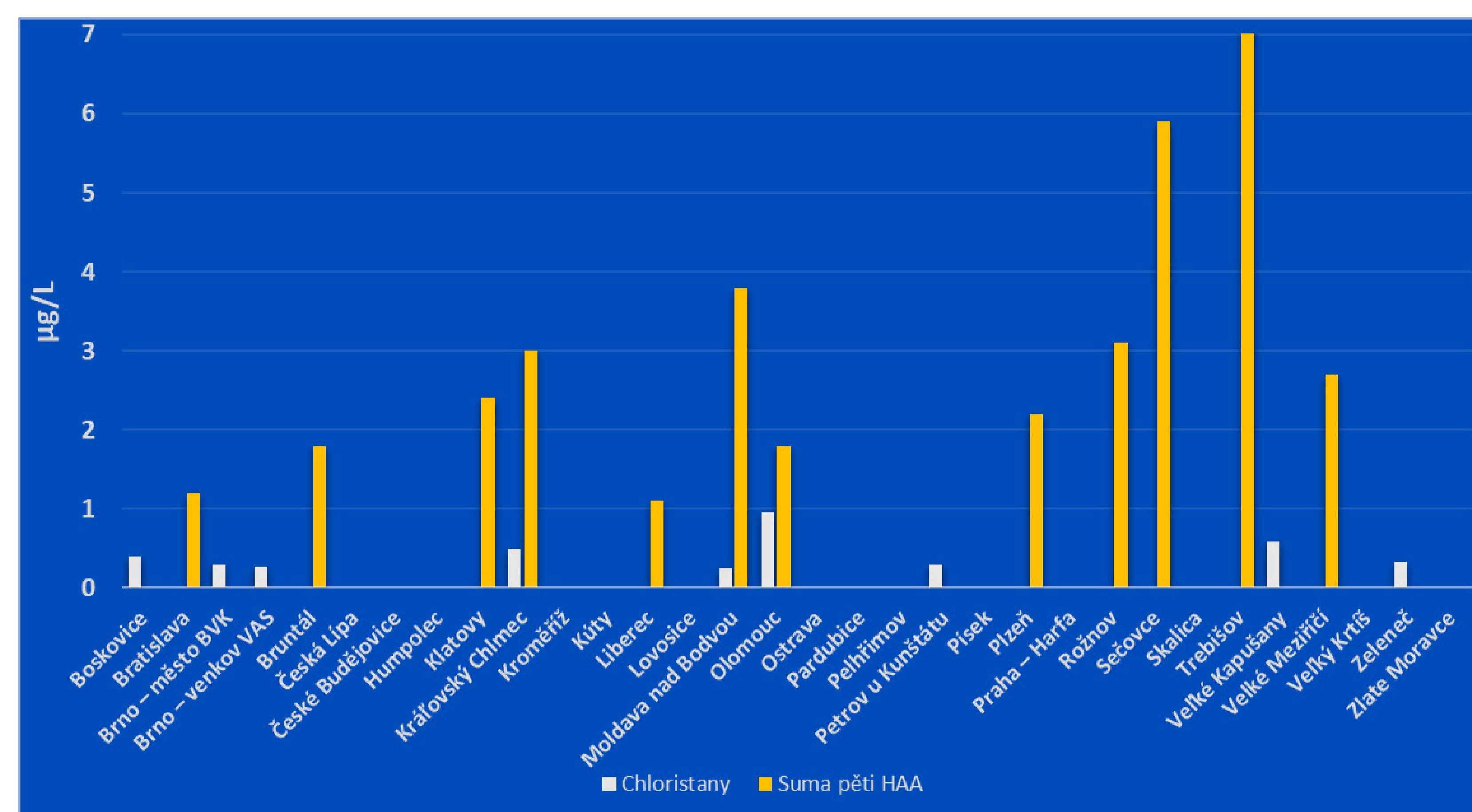
## VÝSKYT V PITNÉ VODĚ

### MONITORING LABORATOŘE ALS

- Testováno bylo 22 lokalit na území ČR a 10 lokalit v SR
- Voda byla odebrána z vodovodního řadu
- **Žádný vzorek nepřekročil legislativní, nebo doporučený limit**
- **Výsledky jsou shrnuty v Tabulce 1 a na Obrázku 1**

Analyt	Lokalita	Počet pozitivních vzorků, %	Koncentrace, µg/L
Chloristany	ČR	27	0,27-0,95
	SR	30	0,24-0,59
HAA	ČR	32	1,1-3,1
	SR	50	1,2-7,1

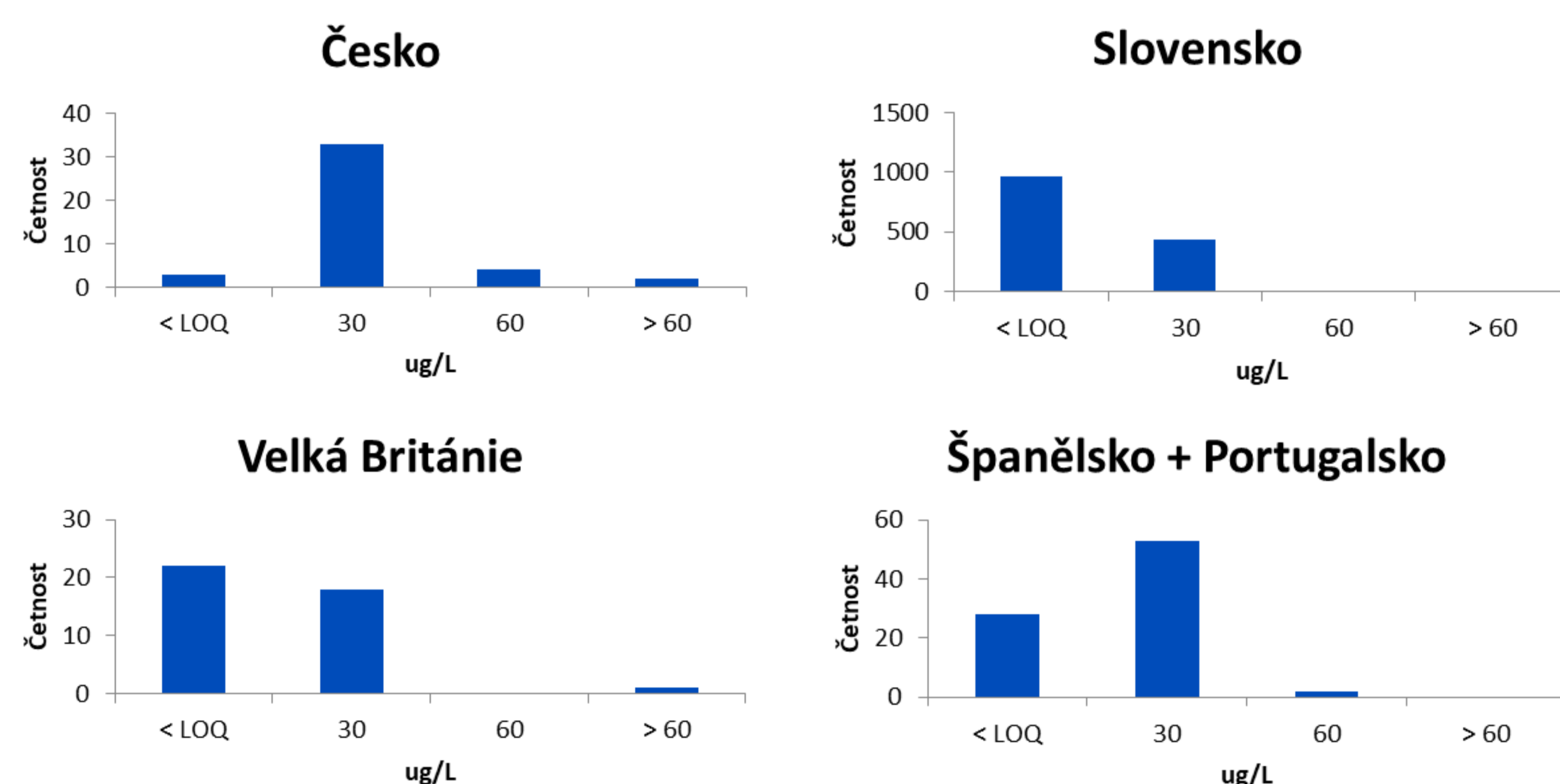
Tabulka 1: Nálezy chloristanů s HAA v pitné vodě ČR a SR



Obrázek 1: Nálezy chloristanů a HAA v pitné vodě ČR a SR

### KOMERČNÍ VZORKY Z EVROPY

- Testováno v laboratořích ALS Czech Republic v letech 2018-2022
- 1607 vzorků pitných vod testováno na obsah HAA (9 analytů)
- 22 vzorků pitných vod testováno na obsah chloristanů
- Vzorky z České republiky, Francie, Norska, Polska, Portugalska, Slovenska, Španělska, Švédska, Turecka a Velké Británie.
- **Chloristany - 36 % pozitivních vzorků s nálezy v rozmezí 0,28 - 1,56 µg/L**
- **Suma pěti HAA - 35 % pozitivních vzorků s nálezy v rozmezí 1 - 200 µg/L**
- **0,9 % vzorků překročilo legislativní limit pro sumu pěti HAA**
- **Nejčastěji detekované HAA: DCAA, TCAA, DBAA, DBCAA a BDCAA (poslední dvě nejsou zahrnuty v legislativní sumě)**
- **Ukázka výsledků pro Česko, Slovensko, Velkou Británii, Španělsko a Portugalsko je uvedena na Obrázku 2**



Obrázek 2: Nálezy sumy pěti HAA (dle vyhlášky č. 247/2017) v pitné vodě ČR a SR

## ZÁVĚR A SHRNU TÍ

- Přibližně jedna třetina z testovaných vzorků obsahovala kvantifikovatelné množství chloristanů a halogenoctových kyselin
- Nebyly zachyceny žádné vzorky obsahující chloristany nad limit doporučený WHO
- 0,9 % vzorků překročilo povolený legislativní limit pro halogenoctové kyseliny (vyhláška č. 247/2017 - Slovensko)
- Přítomnost chloristanů v pitné vodě by neměla být z toxikologického hlediska přehlížena, neboť ovlivňují endokrinní systém člověka a inhibují normální funkci štítné žlázy.
- Dlouhodobá konzumace pitné vody s vyšší koncentrací HAA může mít nepříznivý vliv na lidskou reprodukci, dále pak zvyšuje riziko výskytu rakoviny a vývojových vad.
- Podle metodiky IARC jsou kyseliny dichloroctová (DCAA), trichloroctová (TCAA), bromchloroctová (BCAA) a dibromoctová (DBAA) klasifikovány jako potenciální lidské karcinogeny.
- Vzhledem k případným nálezům nad legislativní (nebo doporučený) limit je vhodné jejich koncentraci dále v pitných vodách monitorovat.