



PFAS v podzemnej vode, sedimentoch a biote

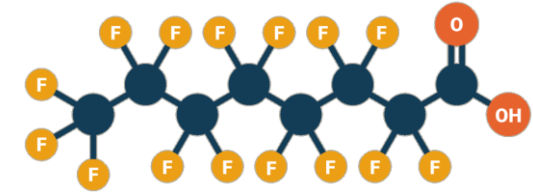
**Katarína Tarabová, Mária Bubeníková, Anna Patschová,
Katarína Chalupková, Tamara Vranová, Peter Tarábek, Michal Kirchner**

ZNEČISTENÉ ÚZEMIA, Poprad

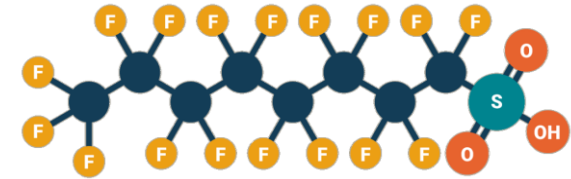
27. – 29. september 2023

Poly- a perfluóralkylované látky (PFAS)

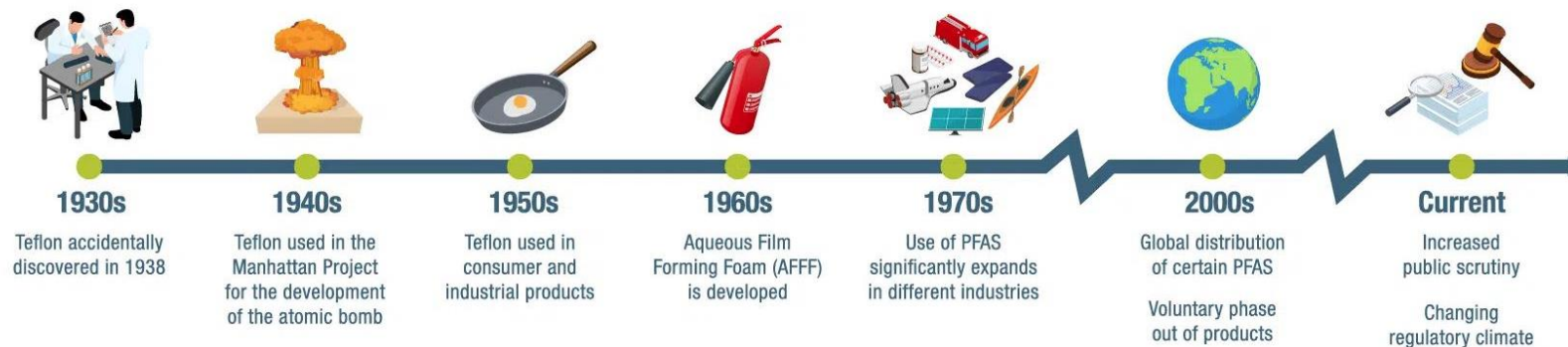
- 1938 – PTFE (teflón)
- skupina viac ako 4700 látok
- antropogénne látky, v prírode sa prirodzene nevyskytujú
- F - C väzba – veľmi pevná kovalentná väzba – vysoko perzistentné
- vodeodolné, nepriľnavé, odolné voči škvrnám a mastnote, nekrčivé, nehorľavé materiály
- bioakumulácia – viažu sa na proteíny
- toxické, karcinogénne, poškodujú imunitný a reprodukčný systém



perfluórooktánová kyselina (PFOA)



perfluórooktánsulfónová kyselina (PFOS)



Legislatíva

- Návrh revízie **smernice EP a Rady 2000/60/ES**, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (tzv. rámcová smernica o vode – RSV)
 - **Smernica EP a Rady 2006/118/ES** o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality
- Zoznam látok pre revíziu prílohy I a II smernice EP a Rady 2006/118/ES – 10 PFAS
- Zoznam látok pre dobrovoľný Watch list pre podzemnú vodu – 2 PFAS
 - návrh normy kvality pre podzemnú vodu - súčet 24 PFAS 0,0044 µg/l
- Príloha I **smernice EP a Rady 2008/105/ES** o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky
 - environmentálne normy kvality pre povrchovú vodu - nahradenie súčasného ukazovateľa „kyselina heptadekafluóroktán-1-sulfónová a jej deriváty (PFOS)“ sumárnym ukazovateľom „PFAS – suma 24“

Legislatíva

- **Smernica EP a Rady 2020/2184** o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu
- **Vyhláška MZ SR č. 91/2023 Z. z.**, ktorou sa ustanovujú ukazovatele a limitné hodnoty kvality pitnej vody a kvality teplej vody, postup pri monitorovaní pitnej vody, manažment rizík systému zásobovania pitnou vodou a manažment rizík domových rozvodných systémov

- PFAS – spolu 0,5 µg/l
- Súčet 20 PFAS 0,1 µg/l

kyselina perfluóro**but**ánová (PFBA)
 kyselina perfluóro**pent**ánová (PFPA)
 kyselina perfluóro**hex**ánová (PFHxA)
 kyselina perfluóro**hept**ánová (PFHpA)
 kyselina perfluóro**okt**ánová (PFOA)
 kyselina perfluóro**non**ánová (PFNA)
 kyselina perfluóro**dek**ánová (PFDA)
 kyselina perfluóro**undek**ánová (PFUnDA)
 kyselina perfluóro**dodek**ánová (PFDoDA)
 kyselina perfluóro**tridek**ánová (PFTrDA)

kyselina perfluóro**but**ánsulfónová (PFBS)
 kyselina perfluóro**pent**ánsulfónová (PFPS)
 kyselina perfluóro**hex**ánsulfónová (PFHxS)
 kyselina perfluóro**hept**ánsulfónová (PFHpS)
 kyselina perfluóro**okt**ánsulfónová (PFOS)
 kyselina perfluóro**non**ánsulfónová (PFNS)
 kyselina perfluóro**dek**ánsulfónová (PFDS)
 kyselina perfluóro**undek**ánsulfónová (PFUnS)
 kyselina perfluóro**dodek**ánsulfónová (PFDoS)
 kyselina perfluóro**tridek**ánsulfónová (PFTrDS)

Monitorovanie PFAS na Slovensku

MŽP SR, Rámcovým programom monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2022 – 2027

- **Podzemná voda**
 - ✓ štátna hydrologická sieť SHMÚ
 - ✓ účelová monitorovacia sieť VÚVH
- **Povrchová voda**
 - hodnotenie chemického stavu a sledovanie trendov
 - ✓ sedimenty
 - ✓ biota (ryby)
- **Kvalitatívny skríning**
 - ✓ pasívne vzorkovanie – podzemná voda
 - ✓ veľkoobjemová extrakcia (*Large Volume Solid Phase Extraction - LVSPE*) – povrchová aj podzemná voda



Foto: Katarína Chalupková

Joint Danube Survey - povodie Dunaja

Výsledky monitoringu PFAS v podzemnej vode (2022)

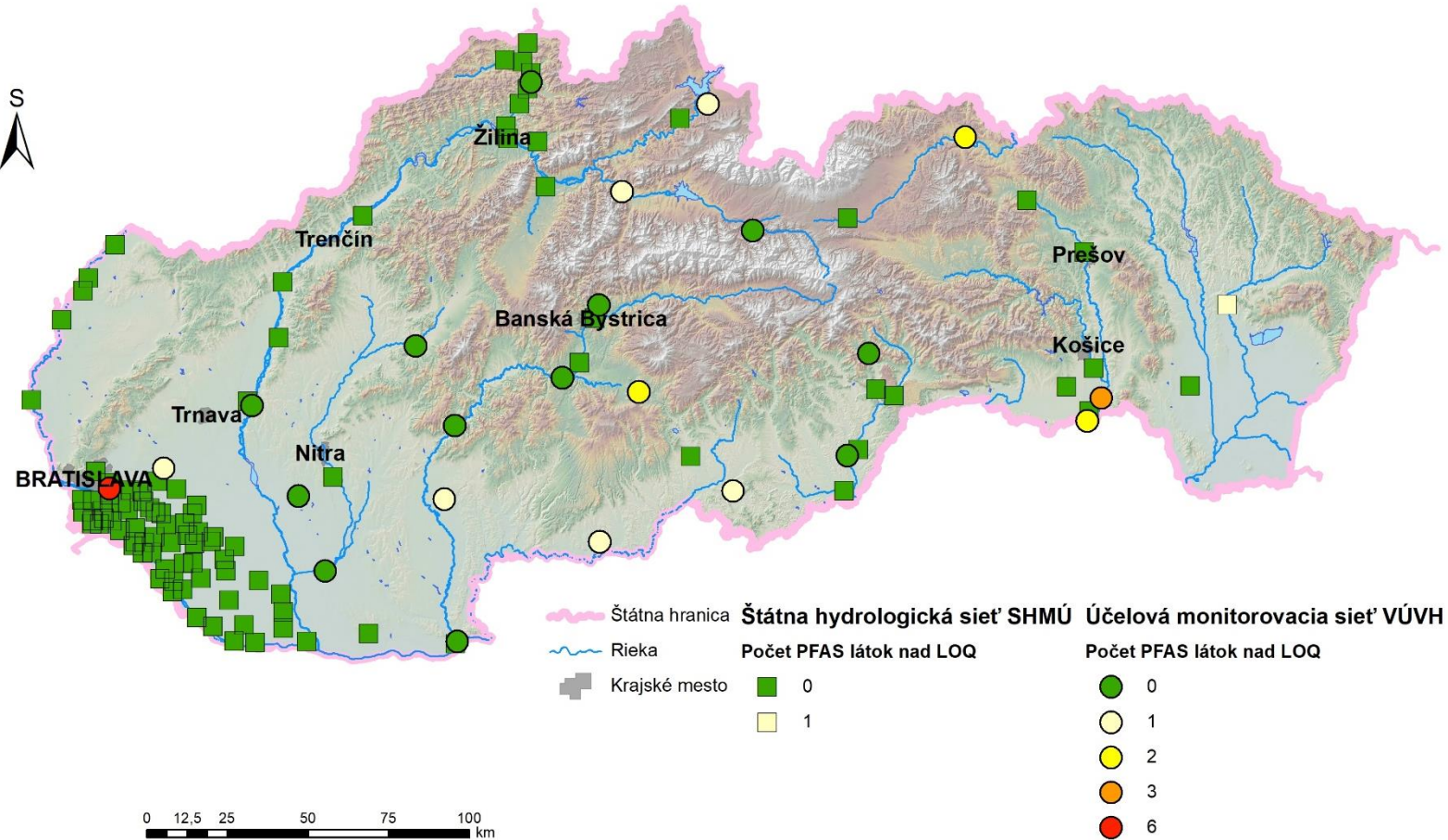
- Výskyt PFAS bol zistený v 12 z 24 monitorovaných objektov VÚVH (50 %)
- Z 32 analyzovaných PFAS bolo zistených 12 látok
- **V žiadnom z monitorovaných objektov nebola prekročená limitná hodnota pre pitnú vodu**
- Najvyššia hodnota „PFAS – spolu“ – **Stará Ľubovňa** 58,71 ng/l (PFBS 56,2 ng/l + PFBA 2,51 ng/l)
- Najvyšší počet jednotlivých PFAS – **Bratislava, Vrakuňa** – PFOA, PFBS, PFPeA, PFHxA, PFOS, NaDONA (spolu 16,28 ng/l)

Látka	Názov	LOQ (ng/l) NRL VÚVH	Počet lokalít s konc. > LOQ	Max. konc. (ng/l)	Lokalita
PFBS	perfluórobutánsulfónová kyselina	< 1	6	56,20	Stará Ľubovňa
PFOA	perfluórooktánová kyselina	< 1	3	7,44	Bratislava, Vrakuňa
PFOS	perfluóroktán-1-sulfónová kyselina a jej deriváty	< 1	3	1,51	Čaňa
PFBA	perfluórobutánová kyselina	< 2	2	3,25	Budča
PFPS	perfluórpentánsulfónová kyselina	< 1	1	12,8	Čaňa
N-MeFOSA	N-methyl perfluorooctanesulfonamide	< 5	1	7,64	Opatovská Nová Ves
PFHxS	perfluórohexánsulfónová kyselina	< 1	1	2,88	Milhošť
NaDONA	sodium dodecafluoro-3H-4,8-dioxananoate	< 1	1	2,47	Bratislava, Vrakuňa
PFPeA	perfluóropentánová kyselina	< 1	1	1,86	Bratislava, Vrakuňa
PFHxA	perfluórohexánová kyselina	< 1	1	1,55	Bratislava, Vrakuňa
PFDoA	perfluórododekánová kyselina	< 1	1	1,40	Detva
PFUdS	perfluóroundekánsulfónová kyselina	< 1	1	1,08	Detva



Výsledky monitoringu PFAS v podzemnej vode (2022)

- Výskyt PFAS bol zistený v 1 z 146 monitorovaných objektov **SHMÚ** v roku 2022 (0,7 %)
- Z 8 analyzovaných PFAS bola zistená 1 látka – perfluórohexánsulfónová kyselina (PFHxS) **Strážske** 80,0 ng/l
- LOQ = 20 – 40 ng/l

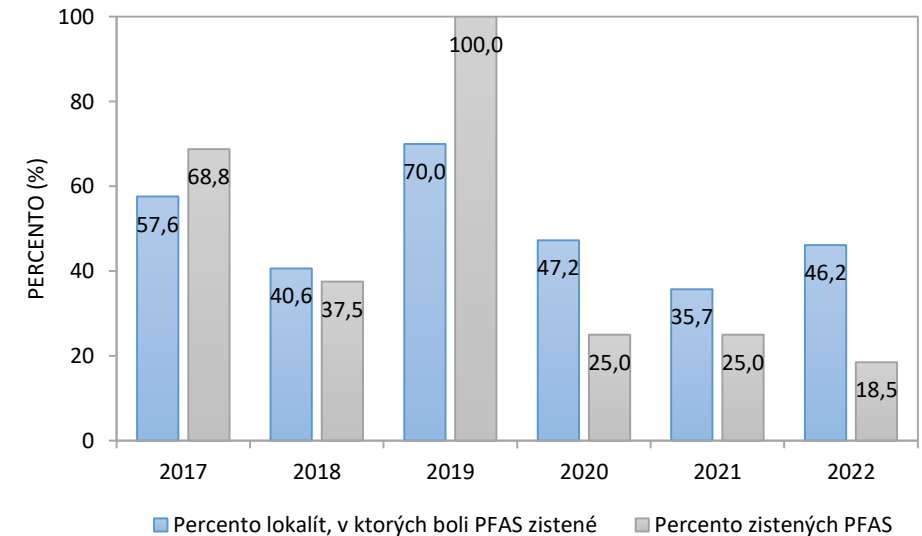


Výsledky monitoringu PFAS v sedimentoch (2017 - 2021)

- V období 2017 – 2021 bolo monitorovaných 16 PFAS - najčastejšie bola zistená perfluóroundekánová kyselina (PFUnDA)
- Najvyšší počet rôznych PFAS látok bol zistený v roku 2019 na lokalite **Ipeľ - Salka**

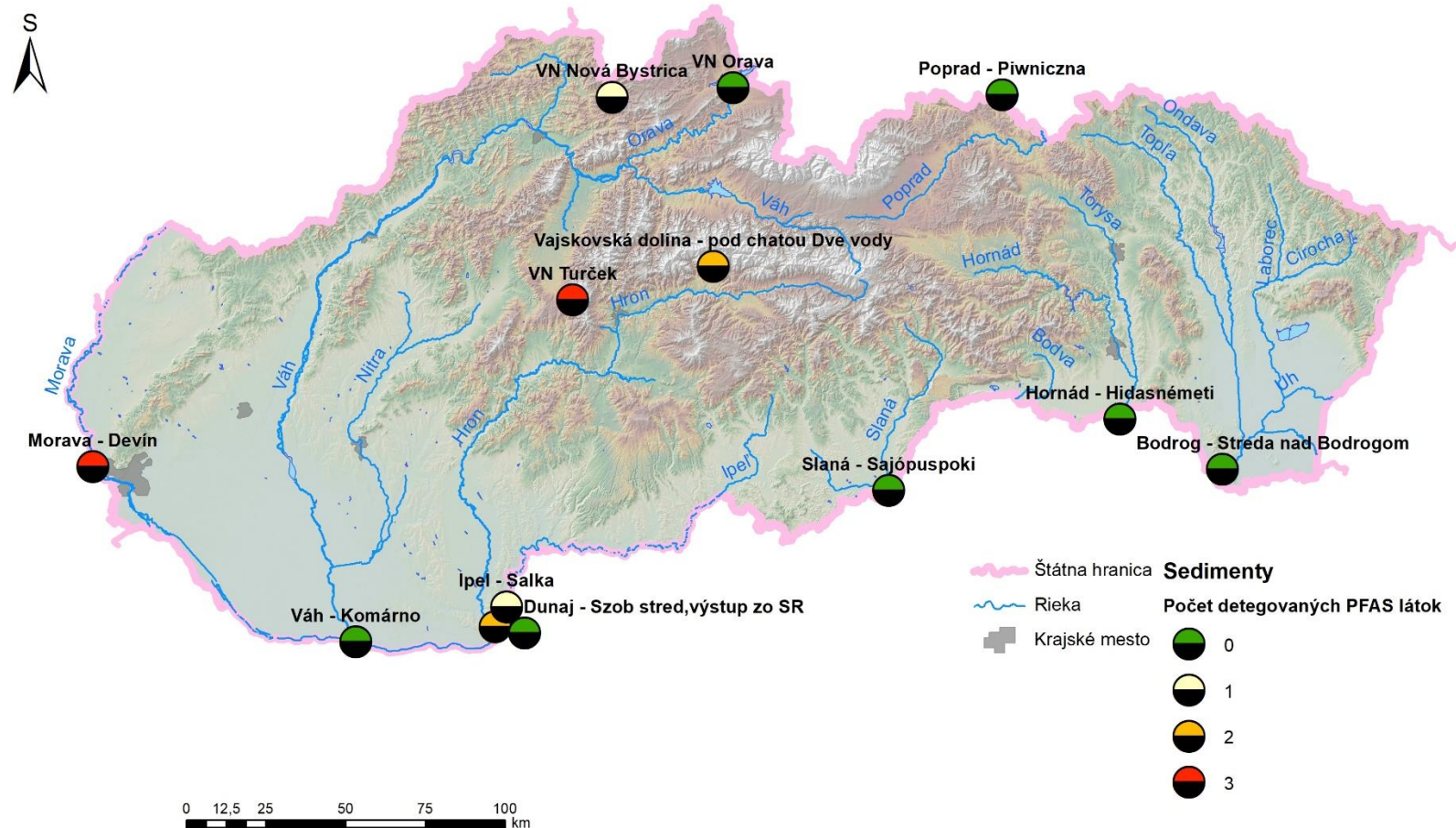
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Počet monitorovaných lokalít	33	32	10	36	14	13
Počet lokalít, v ktorých boli PFAS zistené	19	13	7	17	5	6
Percento lokalít, v ktorých boli PFAS zistené	57,6	40,6	70,0	47,2	35,7	46,2
Počet analyzovaných PFAS	16	16	16	16	16	27
Počet zistených PFAS	11	6	16	4	4	5
Percento zistených PFAS	68,8	37,5	100,0	25,0	25,0	18,5

Látka	Názov	LOQ (ng/g) NRL VÚVH	Počet lokalít s konc. > LOQ 2017 – 2021	Max. konc. (ng/g)	Lokalita	Rok
PFUnDA	perfluóroundekánová kyselina	< 0,06	53	0,76	Ipeľ - Salka	2019
PFDoDA	perfluórododekánová kyselina	< 0,07	14	0,71	Ipeľ - Salka	2019
PFBA	perfluórobotánová kyselina	< 0,68	13	5,91	Ipeľ – Salka	2019
PFOA	perfluórooktánová kyselina	< 0,13	12	3,14	VS Ľuboreč	2017
PFOS	perfluórooktánsulfónová kyselina	< 0,35	11	2,61	Morava - Devín	2019
PFDA	perfluórodekánová kyselina	< 0,14	6	0,82	Ipeľ – Salka	2019
PFTTrDA	perfluórotridekánová kyselina	< 0,17	3	0,64	Ipeľ – Salka	2019



Výsledky monitoringu PFAS v sedimentoch (2022)

- V roku 2022 z 27 analyzovaných PFAS bolo zistených 5 – HFPO-DA (GenX), PFNS, PFDoDA, PFOS a PFUnDA
- Výskyt PFAS bol zistený v 6 z 13 monitorovaných lokalít v roku 2022 (46 %)



Výsledky monitoringu PFAS v biote (2022)

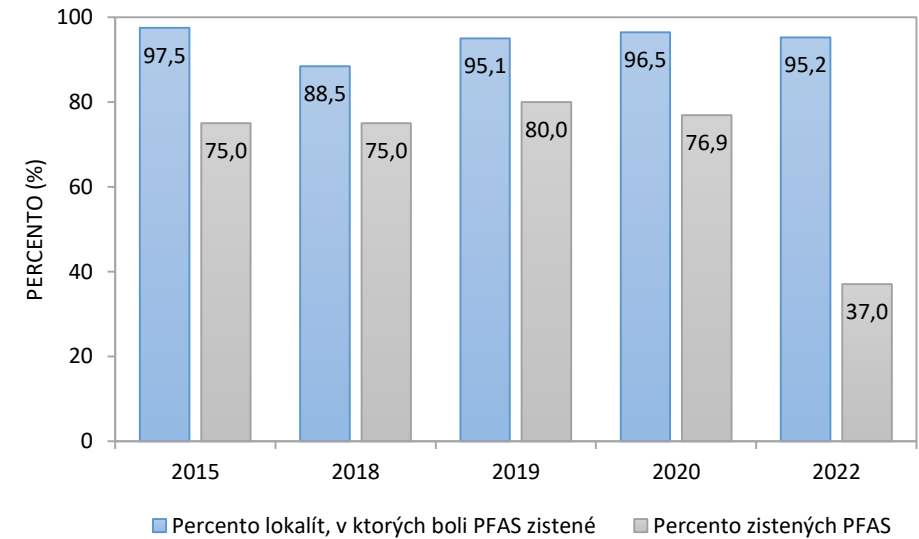
- Výskyt PFAS bol zistený v 40 z 42 monitorovaných lokalít (95 %)
- Z 27 analyzovaných PFAS bolo zistených 10 látok
- **V 3 monitorovaných lokalitách bola v roku 2022 prekročená limitná hodnota pre PFOS v biote – 9,1 ng/g**

Mláka - Devínska Nová Ves 44,4 ng/g

Ipeľ – Salka 11,2 ng/g

Morava – Devín 9,14 ng/g

	2015	2018	2019	2020	2022
Počet monitorovaných lokalít	122	165	142	57	42
Počet lokalít, v ktorých boli PFAS zistené	119	146	135	55	40
Percento lokalít, v ktorých boli PFAS zistené	97,5	88,5	95,1	96,5	95,2
Počet analyzovaných PFAS	8	8	10	13	27
Počet zistených PFAS	6	6	8	10	10
Percento zistených PFAS	75,0	75,0	80,0	76,9	37,0



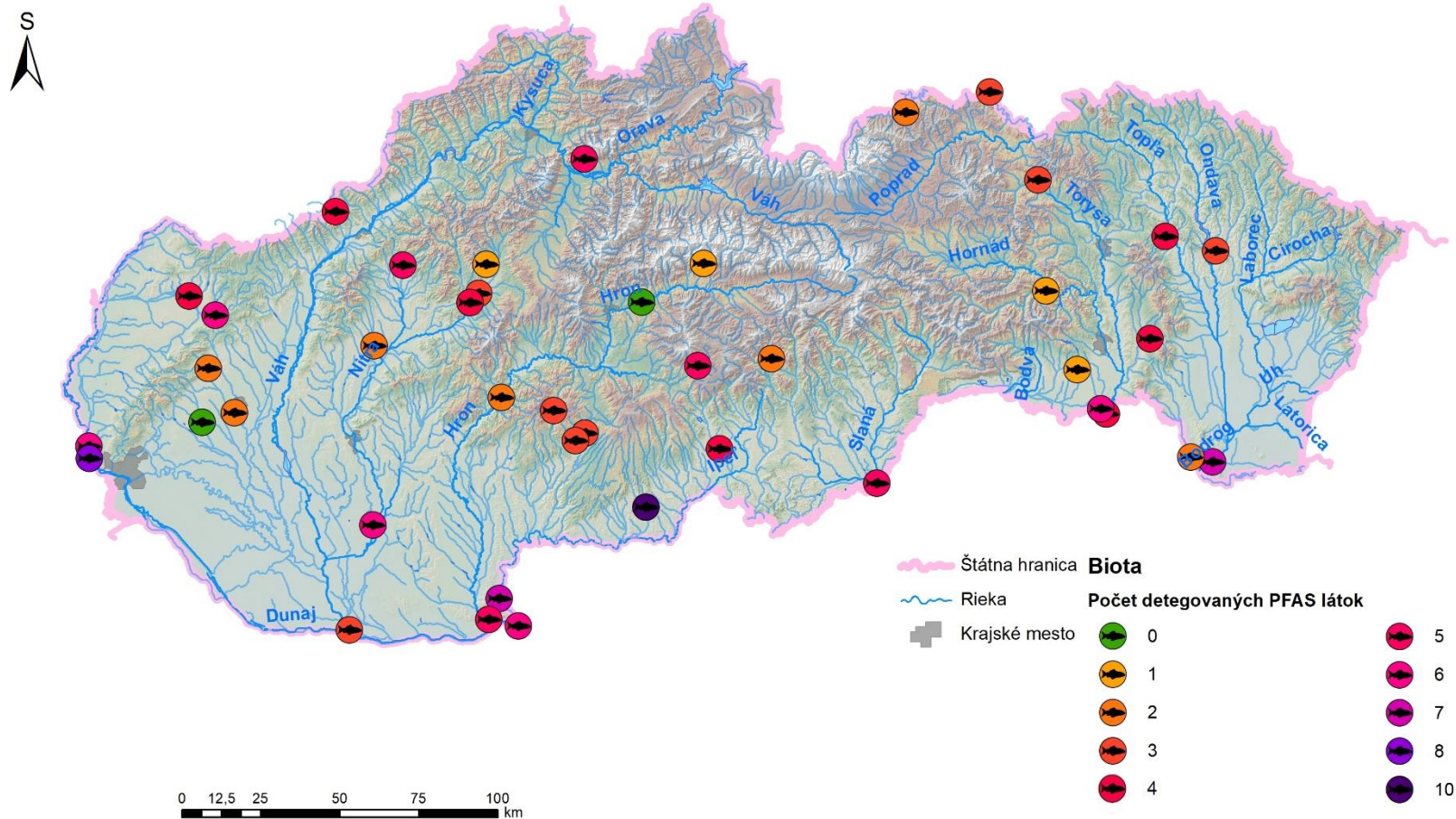
Pstruh potočný



Jalec hlavatý

Výsledky monitoringu PFAS v biote (2022)

- Najvyšší počet jednotlivých PFAS bol zistený v lokalite **Krtíš - Malý Krtíš** – 10 rôznych PFAS (spolu 13,24 ng/g)
- Najčastejšie zistená PFAS – **perfluórodekánová kyselina (PFDA)** na 33 lokalitách



Kvalitatívny skríning (2020 - 2022)

Projekt OP KŽP

„Optimalizácia technickej infraštruktúry na podporu sledovania znečistenia území prirodzenej akumulácie povrchových a podzemných vôd“

- Skríning vodných útvarov v CHVO Žitný ostrov
 - pesticídy a ich degradačné produkty, farmaceutické látky, priemyselné kontaminanty a anorganické stopové prvky
- **pasívne vzorkovanie** – 14 lokalít podzemná voda, 4 mesiace (máj - sept)
- **veľkoobjemová extrakcia** na mieste (LVSPE) – 10 l, sorpčný HLB disk (vrstvovitý porézny disk s hydrofilno-lipofilným sorbentom)
 - 21 lokalít povrchová voda
 - 29 lokalít podzemná voda

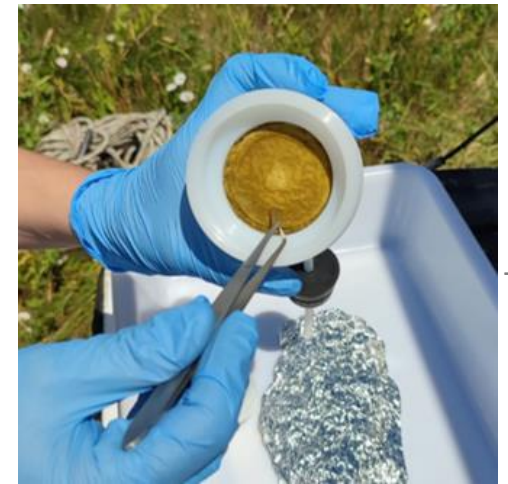


Foto: Katarína Chalupková

Kvalitatívny skrining (2020 - 2022)

- Na 17 z 29 monitorovacích miest podzemnej vody bolo metódou veľkoobjemovej extrakcie (LVSPE) zistených 7 PFAS látok
- Na 9 monitorovacích miestach podzemnej vody z 14 bolo pasívnym vzorkovaním (PAS) zistených celkom 9 PFAS látok
- Všetky vzorky povrchovej vody vykazovali prítomnosť PFAS látok - najčastejšie PFHxA, PFPeA na 20 z 21 lokalít
- **1 - 901 Vrakuňa** - bodový odber (2022) - PFBS, NaDONA, PFHxA, PFOA, PFOS, PFPeA
- LVSPE (2020) - PFOA

	PFBA	PFBS	PFHpA	PFHxA	PFHxS	PFNA	PFOA	PFOS	PFPeA
1 - 164 Malinovo									
PzV_LVSPE (2020, 2021)		■	■	■	■		■	■	■
PzV_PAS (2022)		■	■	■	■	■	■	■	■
1 - 203 Báč									
PzV_LVSPE (2021)		■	■	■	■		■		
PzV_PAS (2021)	■	■	■	■	■		■	■	■
1 - 205 Blatná na Ostrove									
PzV_LVSPE (2020, 2021)		■					■		
PzV_PAS (2022)		■	■		■		■	■	
1 - 211 Hviezdoslavov									
PzV_LVSPE (2021)		■	■		■		■	■	
PzV_PAS (2021)	■	■	■		■		■	■	
1 - 3 Kostolná pri Dunaji									
PzV_LVSPE (2021)		■			■		■		
PzV_PAS (2022)		■			■			■	

Joint Danube Survey 4 (2019)



- 7 krajín
- 289 látok
- každých 6 rokov
- 7 monitorovacích miest PzV
- analytické metódy s extrémne citlivým LOQ a LOD (ng/l – pg/l)
- povrchová vs. podzemná voda

This ICPDR product is based on the Joint Danube Survey (JDS4) data. National borders data was provided by the Contracting Parties to the ICPDR and CH; ESRI data was used for national borders of AL, ME, MK; Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) from USGS. The rest of the background layers depicted in the legend, were taken from the ICPDR's DanubeGIS. Seamless Data Distribution System was used as topographic layer, Data from the European Commission (Joint Research Center) was used for the outer border of the DRBO of AL, IT, ME and PL.

Vienna, October 2020

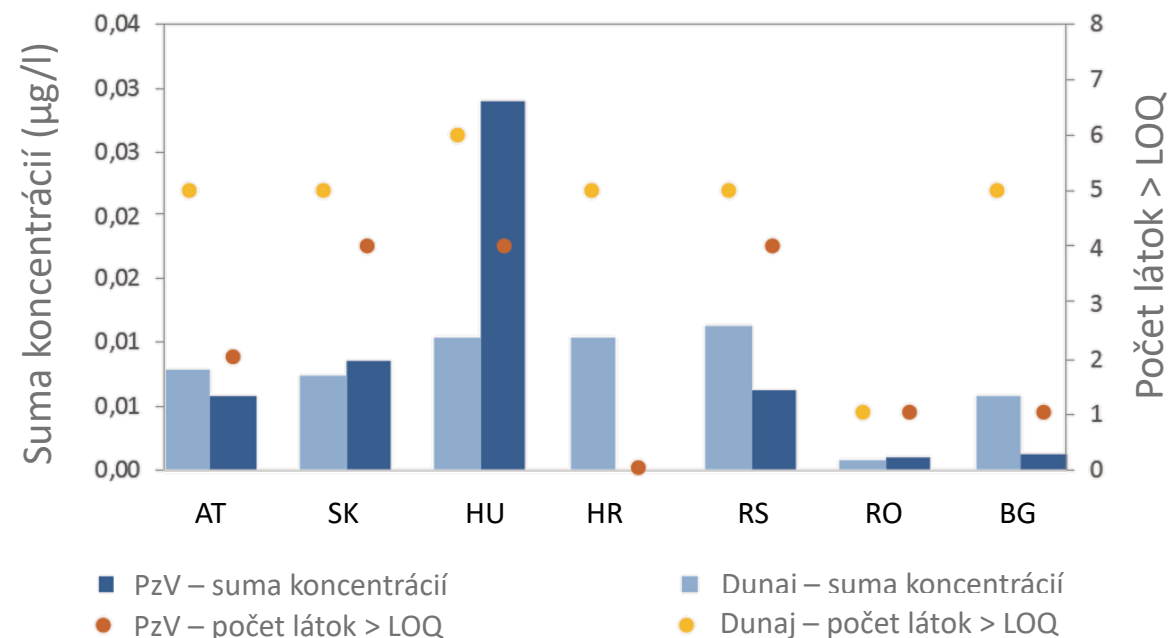
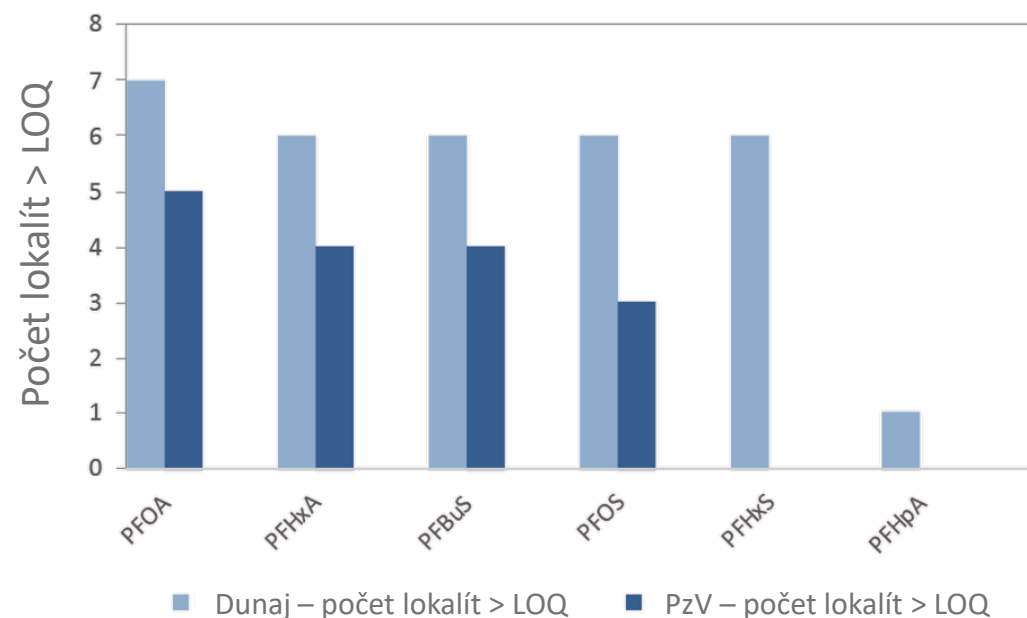
www.icpdr.org



Výsledky monitorovania PFAS v povodí Dunaja (2019)

- Namerané koncentrácie sú veľmi nízkych hodnôt – rádovo len niekoľko ng/l
- Suma PFAS v **podzemnej vode** < LOQ – 0,03 µg/l
- Suma PFAS v príslušnom odbernom mieste **v Dunaji** 0,0007 – 0,0114 µg/l
- V žiadnom monitorovanom mieste nepresiahla koncentrácia PFAS limitné hodnoty pre pitnú vodu

(súčet PFAS – 0,1 µg/l, PFAS – spolu 0,5 µg/l)



Ďakujem za pozornosť

