

Pasívne vzorkovanie pre monitoring PFAS vo vode

Laboratória ALS rozšírili svoje portfólio metód pre monitoring PFAS vo vodnom prostredí pomocou analýzy pasívnych vzorkovačov DGT.

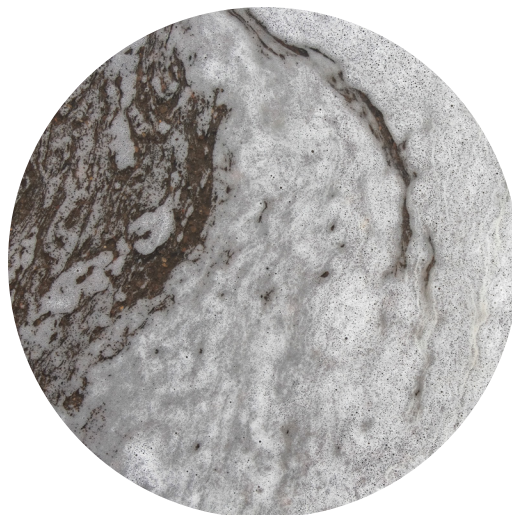
Per- a polyfluóroalkylované zlúčeniny (PFAS) sú syntetické látky so silnou C–F väzbou. Vzhľadom na ich tepelnú stabilitu, hydrofóbnosť aj oleofóbnosť vlastností a vysokú povrchovú aktivitu majú široké využitie v priemyselných produktoch. Kvôli ich perzistencii, bioakumulačnému potenciálu a schopnosti diaľkového prenosu, sú PFOS, PFOA a ďalšie PFAS vo vodnom ekosystéme monitorované s cieľom identifikovať zdroje a zhodnotiť časové trendy. Pre tieto účely, možno využiť techniku založenú na vzorkovaní pomocou difúzneho gradientu v tenkej vrstve (DGT), ktorá poskytuje spoľahlivú, časovo váženú priemernú koncentráciu analytov a je tak ideálnym nástrojom pro monitoring povodia a identifikáciu zdrojov kontaminácie.

ALS laboratória majú rozsiahle a dlhodobé skúsenosti v oblasti PFAS analýz predovšetkým vo vzorkách vôd a zemín a disponujú širokou ponukou metód (viz [EnviroMails_Európa č. 01, 02 a 10](#)).

Pasívne vzorkovanie

Pasívne vzorkovanie je založené na samovoľnej difúzii molekúl analytov cez difúznu vrstvu do sorbentu. Oproti aktívnemu vzorkovaniu (pod tlakom), pasívne vzorkovače nevyžadujú dodávku elektrickej energie, neobsahujú žiadne mechanické pohyblivé časti a sú jednoduché na použitie (žiadna manipulácia s pumpou, alebo kalibrácia zariadenia). Po vzorkovaní sú sorbované analyty uvoľnené zo sorbentu a kvantifikované s využitím širokej škály analytických techník. Pasívne vzorkovače naakumulujú množstvo cieľových látok odrážajúcich priemernú, časovo váženú koncentráciu za danú dobu vzorkovania.

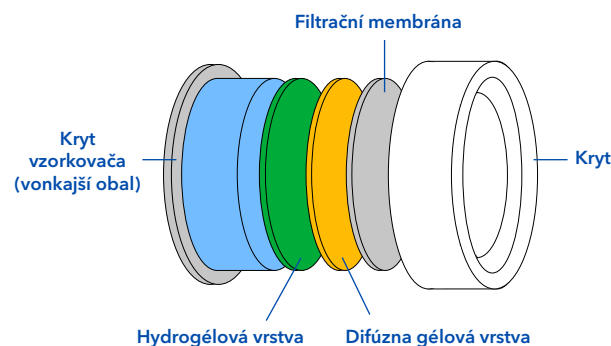
S ohľadom na postup prípravy vzorky u daného laboratória, umožňuje tzv. **BODOVÉ vzorkovanie** analýzu ako **celkovo rozpustenej** (voľné i koloidne viazané látky schopné prechodu cez filter), tak **celkovej koncentrácie** (voľné i koloidne viazané látky + viazané na častice). Oproti bodovému vzorkovaniu, **PASÍVNE** umožňuje merať iba koncentrácie voľne rozpustených látok.



Obrázok 1: Ilustratívny obrázok znečistenej vody.

DGT vzorkovače

DGT vzorkovače sa skladajú z troch hlavných komponentov: hydrogélová vrstva, difúzna gélová vrstva a filtračná membrána (viď. Obrázok 2). Zatiaľ čo hydrogélová vrstva tvorí väzobné miesto pre cieľové analyty, difúzna gélová vrstva sprostredkováva kontrolovanú difúziu analytov k tomuto väzobnému miestu, kde analyty zostávajú imobilizované počas celú dobu vzorkovania.



Obrázok 2: Schéma DGT vzorkovača.

Technické špecifikácie

Pasívne vzorkovanie	↔	Aktívne/Bodové vzorkovanie
Difúzia/Prestupovanie		Konc. bodového odberu
Časovo vážená priemerná konc.		Celkové rozpustené látky
Voľne rozpustené látky		(vr. naviazaných na častice)
Dlhodobé vzorkovanie		Krátkodobé vzorkovanie
Biomonitoring		Overenie legislatívnych nariadení

Vzorkovanie a analýza vzoriek

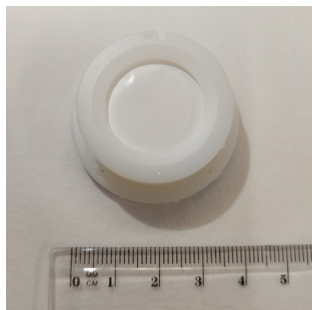
DGT vzorkovače sú vhodné pre všetky typy vodných vzoriek (sladkovodná, morská či odpadová voda). Pri vzorkovaní sú DGT vzorkovače, upevnené pomocou rybárskeho vlasca, ponorené do tečúcej/pohyblivej vody. Po vybratí zo vzorkovacieho prostredia a umytí ultra-čistou vodou, sú DGT vzorkovače prevezené do laboratória v plastovom vrecku pre zachovanie vlhkého prostredia.

V laboratóriu sú exponované vzorkovače vybraté z plastových vreciek, rozobrané a väzobná gélová vrstva je oddelená od zvyšných častí. Táto vrstva je následne extrahovaná 24 hodín, plne ponorená do metanolu obsahujúceho 0,5 % NH₄OH. Extrakt je skoncentrovaný pomocou dusíka, prefiltrovaný a analyzovaný pomocou UHPLC-MS/MS (ultra-účinnnej kvapalinovej chromatografie s tandemovou hmotnostnou spektrometriou). Identifikácia a kvantifikácia cieľových PFAS je založená na kalibrácii s využitím vnútorného štandardu. Validovaná metóda obsahuje celkovo 14 PFAS analytov, pre ktoré sú výrobcom špecifikované difúzne koeficienty (D) (Tabuľka 2).

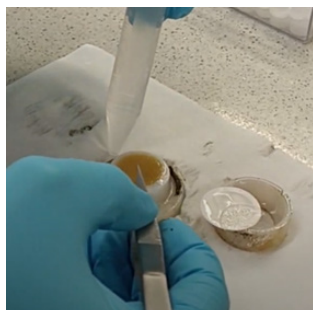
Tabuľka 1: Parametre DGT vzorkovača na stanovenie PFAS

Charakteristika produktu:	
Typ:	LSNW-AP
Filtr. membrána:	PES membrána (hrúbka: 0.14 mm)
Difúzny gél:	0.8 mm agarózový difúzny gél

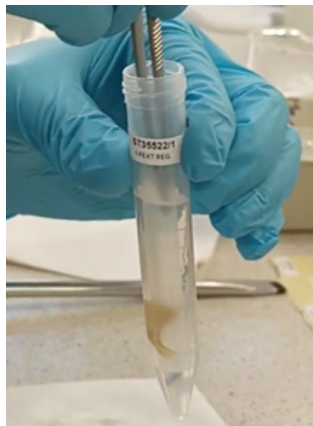
a) Nový vzorkovač



c) Manipulácia so vzorkovačom



b) Použitý vzorkovač



d) Extrakcia hydrogélovej vrstvy

Obrázok 3: Vzorkovač LSNW-AP na vzorkovanie PFAS vo vodách a ukážka laboratórnej extrakcie.

Záver

Pasívne vzorkovanie, predovšetkým s využitím DGT vzorkovačov, zaisťuje užitočný prístup pre dynamické posúdenie kvality vody v čase. Prekonaním niektorých limitácií konvenčného bodového vzorkovania, DGT vzorkovače prispievajú k oveľa obsiahlejšiemu a presnému zhodnoteniu kvality vody. Získané dáta je možné použiť pre efektívne rozhodovanie sa pri ochrane životného prostredia. Nadväzujúci výskum a integrácia metód pasívneho vzorkovania do monitoringu bude nepochybne hrať dôležitú úlohu pri ochrane vodného ekosystému.

Tabuľka 2: Zoznam PFAS analytov, difúznych koeficientov (D) a reportovacích limitov (LOQ) validovaných pro DGT vzorkovače.

Analyty	D (E ⁻⁶ cm ² /sec) (25°C)	LOQ (ng/L, 25°C)*	
		7 dní	21 dní
6:2 FTS	4.96	2.00	0.66
HFPO-DA (GenX)	5	0.99	0.33
PFBA	6.46	1.53	0.51
PFBS	6.22	0.80	0.26
PFDA	3.46	4.29	1.43
PFHpA	5.87	0.89	0.89
PFHpS	5.62	0.93	0.31
PFHxA	5.33	0.93	0.31
PFHxS	5.04	1.03	0.34
PFNA	4.12	15.62	5.21
PFOA	4.75	10.42	3.47
PFOS	4.55	1.15	0.38
PFPeA	6.06	0.82	0.27
PFPeS	5.87	0.89	0.30

* Limity kvantifikácie sú závislé na dobe vzorkovania. Optimálna doba vzorkovania je 3-21 dní. Na presnú kalkuláciu výsledku je potrebná priemerná teplota vypočítaná z teplotného záznamu vody získaného v priebehu celého vzorkovania s využitím integrovaného teplotného snímača (data logger).

Súvisiace EnviroMaily:

- EnviroMail_01_Európa: PFAS vo vodách: Rozsah analýz a súčasný stav legislatívy - (Máj 2023)
- EnviroMail_02_Európa: Odporúčania na odber vzoriek PFAS s cieľom maximalizovať kvalitu údajov (Máj 2023)
- EnviroMail_10_Európa: PFAS: "Večné chemikálie" v pôde - (November 2023)

Literatúra:

- <https://www.dgtresearch.com/organic-analytes/>
- Development and Applications of Novel DGT Passive Samplers for Measuring 12 Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Natural Waters and Wastewaters; Zhou Fang, et al.; Environmental Science & Technology 2021 55 (14), 9548-9556.
- Passive Sampling in Regulatory Chemical Monitoring of Nonpolar Organic Compounds in the Aquatic Environment; Kees Booij, et al.; Environmental Science & Technology 2016, 50, 1, 3-17 (Critical Review).

Viac INFO?
Kontaktujte našich odborníkov!

