

Pasivní vzorkování pro monitoring PFAS ve vodě

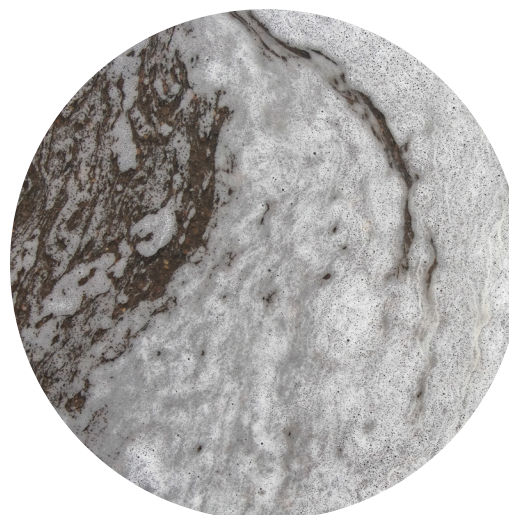
Laboratoře ALS rozšířily své portfolio metod pro monitoring PFAS ve vodním prostředí pomocí analýzy pasivních vzorkovačů DGT.

Per- a polyfluoroalkylované sloučeniny (PFAS) jsou syntetické látky se silnou C–F vazbou. Vzhledem k jejich tepelné stabilitě, hydrofobním i oleofobním vlastnostem a vysoké povrchové aktivitě mají široké využití v průmyslových produktech. Kvůli jejich perzistenci, bioakumulačnímu potenciálu a schopnosti dálkového přenosu, jsou PFOS, PFOA a další PFAS ve vodním ekosystému monitorovány s cílem identifikovat zdroje a zhodnotit časové trendy. Pro tyto účely, lze využít techniku založenou na vzorkování pomocí difúzního gradientu v tenké vrstvě (DGT), která poskytuje spolehlivou, časově váženou průměrnou koncentraci analytů a je tak ideálním nástrojem pro monitoring povodí a identifikaci zdrojů kontaminace.

ALS laboratoře mají rozsáhlé a dlouhodobé zkušenosti v oblasti PFAS analýz především ve vzorcích vod a zemin a disponují širokou nabídkou metod (viz [EnviroMail_Evropa č. 01, 02 a 10](#)).

Pasivní vzorkování

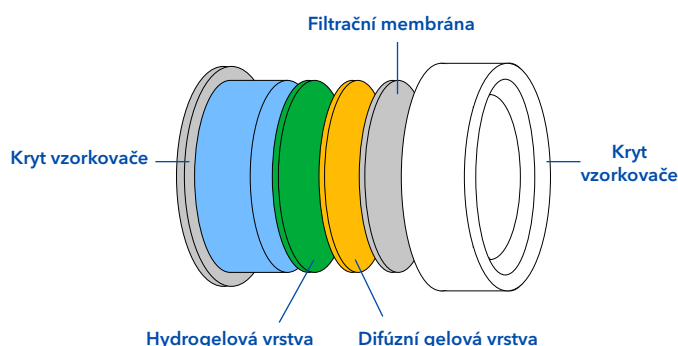
Pasivní vzorkování je založeno na samovolné difúzi molekul analytů skrze difúzní vrstvu do sorbentu. Oproti aktivnímu vzorkování (pod tlakem), pasivní vzorkovače nevyžadují dodávku elektrické energie, neobsahují žádné mechanické pohyblivé části a jsou jednoduché pro používání (žádná manipulace s pumpou či kalibrace zařízení). Po vzorkování jsou sorbované analyty uvolněny ze sorbentu a kvantifikovány s využitím široké škály analytických technik. Pasivní vzorkovače naakumulují množství cílových látek odrážející časově váženou průměrnou koncentraci za danou dobu vzorkování. S ohledem na postup přípravy vzorku dané laboratoře, umožňuje tzv. **BODOVÉ vzorkování** analýzu jak **celkově rozpuštěné** (volné i koloidně vázané látky schopné průchodu přes filtr), tak **celkové koncentrace** (volné i koloidně vázané látky + vázané na částice). Oproti bodovému vzorkování, **PASIVNÍ** umožňuje měřit pouze koncentrace volně rozpuštěných látek.



Obrázek 1: Ilustrativní obrázek znečištěné vody.

DGT vzorkovače

DGT vzorkovače se skládají ze tří hlavních komponent: hydrogelová vrstva, difúzní gelová vrstva a filtrační membrána (viz. Obrázek 2). Zatímco hydrogelová vrstva tvoří vazebné místo pro cílové analyty, difúzní gelová vrstva zprostředkovává kontrolovanou difúzi analytů k tomuto vazebnému místu, kde analyty zůstávají imobilizovány po celou dobu vzorkování.



Obrázek 2: Schéma DGT vzorkovače.

Způsoby vzorkování

Pasivní vzorkování	← →	Aktivní/Bodové vzorkování
Difúze/Prostupování Volně rozpuštěné látky Dlouhodobé vzorkování Biomonitoring Časově vážená průměrná koncentrace		Koncentrace bodového odběru Celkové rozpuštěné látky (vč. navázaných na částice) Krátkodobé vzorkování Ověření legislativních nařízení

Vzorkování a analýza vzorků

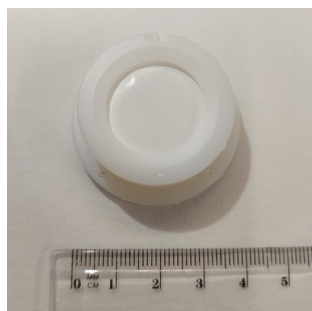
DGT vzorkovače jsou vhodné pro všechny typy vodných vzorků (sladkovodní, mořská či odpadní voda). Při vzorkování jsou DGT vzorkovače upevněny pomocí rybářského vlasce a ponořeny do tekoucí / pohyblivé vody. Po vyjmutí ze vzorkovacího prostředí a omytí ultra-čistou vodou, jsou DGT vzorkovače převezeny do laboratoře v plastovém sáčku pro zachování vlhkého prostředí.

V laboratoři jsou exponované vzorkovače vyjmuty z plastových sáčků, rozebrány a vazebná hydrogelová vrstva je oddělena od zbylých částí. Tato vrstva je následně extrahována 24 hodin plně ponořená do metanolu obsahujícího 0,5% NH₄OH. Extrakt je zkoncentrován pomocí dusíku, zfiltrován a analyzován pomocí UHPLC-MS/MS (ultra-účinné kapalinové chromatografie s tandemovou hmotnostní spektrometrií). Identifikace a kvantifikace cílových PFAS je založena na kalibraci s využitím vnitřního standardu. Validovaná metoda obsahuje celkem 14 PFAS analytů, pro které jsou výrobcem specifikovány difúzní koeficienty (D), viz. Tabulka 2.

Tabulka 1: Parametry DGT vzorkovače pro stanovení PFAS.

Charakteristika produktu:	
Typ:	LSNW-AP
Filtr. membrána:	PES membrána (tloušťka: 0.14 mm)
Difúzní gel:	0.8 mm agarózový difúzní gel

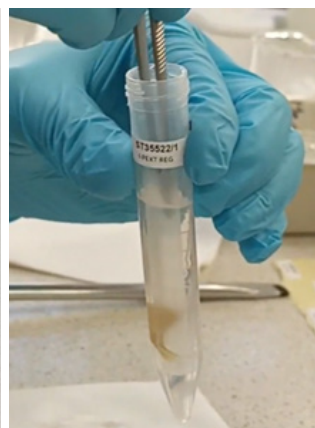
a) Nový vzorkovač



c) Manipulace se vzorkovačem



b) Použitý vzorkovač



d) Extrakce hydrogelové vrstvy

Obrázek 3: Vzorkovač LSNW-AP pro vzorkování PFAS ve vodách a ukázka laboratorní extrakce.

Závěr

Pasivní vzorkování, především s využitím DGT vzorkovačů, zajišťuje užitečný přístup pro dynamické posouzení kvality vody v čase. Překonáním některých limitací konvenčního bodového vzorkování, DGT vzorkovače přispívají k mnohem obsáhlejšímu a přesnému zhodnocení kvality vody. Získaná data lze použít pro efektivní rozhodování při ochraně životního prostředí. Navazující výzkum a integrace metod pasivního vzorkování do monitoringu bude bezpochyby hrát důležitou roli v ochraně vodního ekosystému.

Tabulka 2: Seznam PFAS analytů, difúzních koeficientů (D) a limitů kvantifikace (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 kvantifikace jsou závislé na době vzorkování. Optimální doba vzorkování je 3-21 dní. Pro přesnou kalkulaci výsledku je potřebná průměrná teplota vypočtená z teplotního záznamu vody získaného v průběhu celého vzorkování s využitím integrovaného teplotního čidla (data logger).

Související EnviroMaily:

- EnviroMail_01_Evropa: PFAS ve vodách: Rozsah analýz a současný stav legislativy - (Květen 2023)
- EnviroMail_02_Evropa: Doporučení pro správné vzorkování vod a zemin před stanovením PFAS - (Květen 2023)
- EnviroMail_10_Evropa: PFAS: Věčné chemikálie v půdě - Listopad 2023

Literatura:

- <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).

Více INFO?
Kontaktujte naše odborníky!

