

Pasywne pobieranie próbek do monitorowania PFAS w wodzie

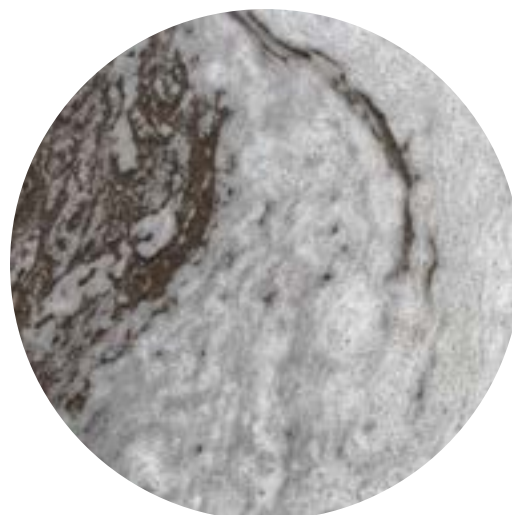
Laboratoria ALS rozszerzyły portfolio metod monitorowania PFAS w środowisku wodnym o analizę przy pomocy **pasywnych próbników DGT**.

Związki per- i polifluoroalkilowe (PFAS) to syntetyczne substancje chemiczne z silnymi wiązaniami C-F. Ze względu na wysoką stabilność termiczną, właściwości hydro- i oleofobowe oraz wysoką aktywność powierzchniową, są szeroko stosowane w produktach przemysłowych. Ze względu na ich trwałość, potencjał bioakumulacji i potencjał transportu na duże odległości, PFOS, PFOA i inne PFAS są monitorowane w systemach wodnych, celem identyfikacji źródeł zanieczyszczeń i ocenie trendów czasowych. Do badania w w/w zakresie można zastosować technikę gradientów dyfuzyjnych w cienkich warstwach - DGT, ponieważ umożliwia ona oznaczenie średniego ważonego w czasie stężenia analitu. Technika ta idealnie nadaje się do monitoringu tzw. skali zlewniowych, czy identyfikacji źródeł zanieczyszczeń.

Laboratoria ALS posiadają wieloletnie doświadczenie w analizie PFAS, w szczególności w próbkach wody i gleby oraz dysponują szerokim portfolio metod analizy. Aby dowiedzieć się więcej: [EnviroMails Europe No. 01, 02 and 10](#).

Próbkowanie pasywne

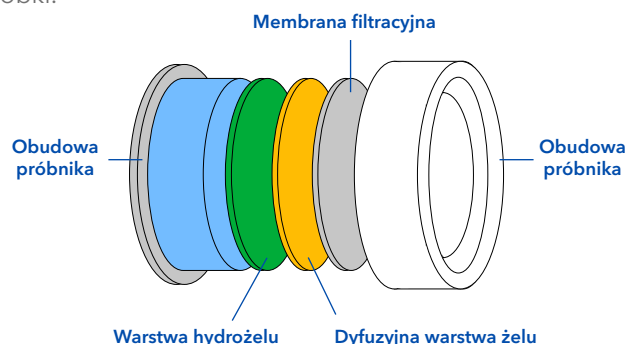
Próbkowanie pasywne polega na samodzielnej dyfuzji molekularnej analitów przez powierzchnię dyfuzyjną na adsorbent. W przeciwieństwie do aktywnego pobierania próbek, próbniki pasywne nie wymagają prądu, nie mają ruchomych części i są łatwe w użyciu (nie wymagają obsługi pompy, ani kalibracji). Po pobraniu próbek zaadsorbowane anality są desorbowane z adsorbentu i oznaczane ilościowo przy użyciu różnych technik analitycznych. Stosowanie próbników pasywnych polega na pobieraniu analitów na drodze swobodnego transportu masy przez membranę do medium zatrzymującego na skutek różnicy potencjałów próbnik-środowisko wodne. Membrana umożliwia selektywny transport analitów. Po zakończeniu czasu ekspozycji określana jest ilość analitów zaadsorbowanych w próbniku, co stanowi podstawę do obliczenia średniego ważonego stężenia analitu w badanym medium z uwzględnieniem czasu ekspozycji. W zależności od sposobu przygotowania próbki już w laboratorium rozważyć należy dwa sposoby pobierania próbek. Pobieranie próbek chwilowych, tzw. **SPOT sampling** umożliwia oznaczenie całkowitych stężeń związków rozpuszczonych (związki wolne i koloidalnie związane po filtracji / przesączeniu) lub możemy określić **stężenia całkowite analizowanych związków**. W przeciwieństwie do metody SPOT sampling pobieranie pasywne umożliwia jedynie pomiar związków swobodnie rozpuszczonych z uwzględnieniem ich selektywnej i celowanej adsorpcji.



Obraz 1: Obraz ilustrujący próbkę zanieczyszczoną wody

Próbnik DGT

Próbniki DGT składają się z trzech głównych części: warstwy hydrożelu, dyfuzyjnej warstwy żelu i membrany filtrującej (patrz: Obraz 2). Warstwa hydrożelu działa jako faza wiążąca dla docelowych analitów, podczas gdy warstwa dyfuzyjna żelu ułatwia kontrolowaną dyfuzję analitów w kierunku warstwy wiążącej. Anality są następnie unieruchamiane w hydrożelu, co umożliwia konserwację podczas pobierania próbki.



Obraz 2: Schemat próbника DGT

Rozwiązania techniczne

Próbkowanie pasywne

Dyfuzja/przenikanie
Średnie ważone w czasie stężenie analitu
Związki swobodnie rozpuszczone
Próbkowanie długoterminowe
Biomonitoring

Próbkowanie aktywne punktowe

Koncentracja punktowa
Całkowite związki rozpuszczone (w tym cząstki stałe)
Próbkowanie krótkoterminowe
Zgodność z przepisami

Pobieranie i analiza próbek

Próbniki DGT nadają się do wszystkich rodzajów wody (woda słodka, woda morska lub ścieki).

Próbniki DGT mogą być umieszczane w wodzie płynącej/ruchomej, przymocowane żyłką do urządzenia rozmieszczającego. Po wyjęciu ze środowiska rozmieszczenia i przepłukaniu ultraczystą wodą próbny DGT są transportowane do laboratorium w plastikowych torebkach w kontrolowanej wilgotności.

W laboratorium próbny wyjmujemy z worków, demontujemy i oddziela żel wiążący od pozostałych części. Warstwę wiążącą ekstrahuje się przez 24 godziny całkowicie zanurzoną w metanolu zawierającym 0,5% NH₄OH. Ekstrakt zatęcza się azotem, filtruje, a następnie analizuje metodą UHPLC-MS/MS (ultrawysokosprawna chromatografia cieczowa w połączeniu z tandemową spektrometrią mas). Analiza jakościowa i ilościowa wybranych analitów z grupy PFAS bazuje na metodzie wzorca wewnętrznego. Metoda jest zwalidowana dla 14-tu związków grupy PFAS, których współczynniki dyfuzji D scharakteryzowane są w Tab. 2. Metoda jest zwalidowana i obejmuje 14 związków PFAS, dla których producent podaje współczynniki dyfuzji (D).

Tabela 1: Parametry próbników DGT stosowanych do PFAS

Charakterystyka produktu:	
Typ:	LSNW-AP
Membrana filtracyjna:	Membrana PES (grubość: 0,14 mm)
Zel dyfuzyjny	0.8 mm żel dyfuzyjny agarozowy

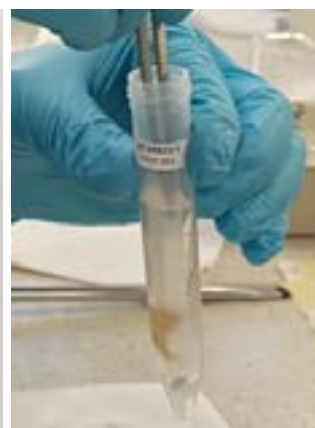
a) Próbnik zamknięty



c) Praca z próbniakiem



b) Próbnik otwarty



d) Ekstrakcja próbki

Obraz 3: Próbnik LSNW-AP do pobierania próbek wody PFAS i jego ekstrakcja laboratoryjna

Podsumowanie

Pasywne pobieranie próbek, szczególnie przy użyciu próbników DGT, umożliwia zrozumienie dynamiki i zmian jakości wody zachodzącym w czasie. Pokonując wiele ograniczeń konwencjonalnego pobierania próbek punktowych, próbny DGT przyczynia się do bardziej wszechstronnej i dokładnej oceny jakości wody, wspierając przy tym decyzje w zakresie zrównoważonego zarządzania środowiskiem. Kontynuacja badań i włączenie pasywnych metod pobierania próbek do programów monitorowania odgrywa kluczową rolę w ochronie ekosystemów wodnych.

Tabela 2: Lista docelowych analitów PFAS, współczynniki dyfuzji (D) i limity raportowania (LOR) zwalidowane dla próbników DGT

Analit	D (E ⁻⁶ cm ² /sec) (25°C)	LOR (ng/L, 25°C)*	
		7 dni	21 dni
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 raportowania zależą od czasu ekspozycji próbniaka. Zazwyczaj optymalny czas ekspozycji wynosi 3-21 dni. Do dokładnego obliczenia wyników konieczna jest rejestracja temperatury wody w okresie próbkowania. W idealnym przypadku średnia temperatura powinna być określona za pomocą zintegrowanego rejestratora danych temperaturowych.

Powiązane EnviroMails:

- [EnviroMail_01_Europe: PFAS Testing In Waters: The Scope of Analyses and Current State of Legislation - May 2023](#)
- [EnviroMail_02_Europe: Sampling Recommendations For PFAS to Maximize Data Quality - May 2023](#)
- [EnviroMail_10_Europe: Forever PFAS Chemicals In Soils - Nov 2023](#)

Referencje:

- <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 \(Critical Review\).](#)

W celu uzyskania dodatkowych informacji, skontaktuj się z naszymi ekspertami!

