

PFAS: "Věčné chemikálie" v půdě

Výskyt PFAS v životním prostředí není třeba dále diskutovat, jedná se o všudypřítomné, „věčné chemikálie“ a v dnešní době je velmi důležité zabývat se jejich postupným odstraňováním. Per- a polyfluoroalkylové látky (PFAS) představují trvalé (perzistentní) environmentální kontaminanty s dalekosáhlými důsledky. Tyto syntetické sloučeniny, které je možné detekovat v různých průmyslových a spotřebitelských výrobcích, disponují pozoruhodnou stabilitou a odolností vůči rozkladu. Jejich rozsáhlá přítomnost ve všech složkách životního prostředí vyvolává stále větší obavy o budoucí stav životního prostředí i lidské zdraví. Stanovování PFAS v půdě je klíčové pro pochopení jejich distribuce, stability a souvisejících rizik, což vyžaduje cílené úsilí při hledání účinných strategií jejich eliminace.

PFAS v půdě

Pilotní studie zabývající se PFAS v životním prostředí byly převážně zaměřeny na jejich výskyt v atmosféře, povrchových a/nebo podzemních vodách. Z průběžných studií je však stále více patrné, že půdy hrají klíčovou roli významného rezervoáru a trvalého zdroje PFAS, a to jak v lokálním, regionálním, tak i globálním měřítku. Výskyt PFAS je patrný ve všech testovaných půdách i jejich typech, dokonce i na místech odlehlých od jejich potenciálního primárního zdroje. Půdy tak samy o sobě představují trvalou hrozbu a dlouhodobý zdroj kontaminace PFAS pro povrchovou vodu, podzemní vodu, atmosféru, rostliny i biotu.

Je důležité zmínit, že v oblastech se silně kontaminovanou půdou převyšují koncentrace PFAS jejich hladiny v podzemních vodách, někdy až v hodnotách milionu řádů.

PFAS mohou do značné míry ovlivňovat vlastnosti a strukturu půdy, mají vliv na dýchání půdy, nárůst pH půdy a tvorbu stabilních agregátů. PFAS mají navíc vliv na množství, rozmanitost a funkčnost půdních bakterií, dokonce při velmi nízkých koncentracích. Z výše uvedených důvodů je komplexní porozumění osudu a transportu PFAS v půdě klíčové pro efektivní environmentální management a jejich cílenou eliminaci z životního prostředí.



Obrázek 1: Ilustrační obrázek půdy

Zdroje PFAS v půdách

- **Hasičské pěny:** Profesionální hasičské pěny, které se běžně používají i pro hasičské cvičení, obsahují značné množství PFAS. Jejich použití v průběhu cvičení a nechtěný únik přispívají ke kontaminaci půdy.
- **Průmyslové emise:** Některé průmyslové aktivity produkující výrobky obsahující PFAS mohou uvolňovat tyto látky také do okolního prostředí. Průmyslové emise a nevhodná likvidace odpadů mohou způsobit průnik PFAS do půdy.
- **Skládky:** Skládky a místa pro likvidaci odpadu, která přijímají materiály obsahující PFAS, mohou vést k vymývání těchto látek do půdy. Nevhodné postupy likvidace přispívají k kontaminaci půdy.
- **Čistírny odpadních vod:** Výpusti z čistíren odpadních vod, které zpracovávají průmyslové nebo domácí odpadní vody obsahující PFAS, mohou následně přenášet tyto sloučeniny do půdy při používání vod pro zavlažování nebo jejich vypouštění do vodních toků.
- **Atmosferická depozice:** PFAS se mohou usazovat na půdě prostřednictvím srážek nebo atmosférické depozice. Tento zdroj je zvláště relevantní pro oblasti blízko průmyslových obalstí používajících nebo emitujících PFAS.
- **Spotřebitelské produkty:** Některé spotřebitelské produkty, např. vodoodpudivé textilie, nádobí s nepřílným povrchem a obaly potravin, mohou obsahovat PFAS. Časem tyto produkty mohou uvolňovat PFAS do prostředí a přispívají tak ke kontaminaci půdy.
- **Odtok z kontaminovaných oblastí:** Dešťová voda, která odtéká z oblastí s historickým používáním nebo kontaminací PFAS, může přenášet tyto látky do nedaleké půdy.

Případová studie: Analýza PFAS ve vybraných vzorcích půdy z roku 2023

Studie monitorující výskyt PFAS v půdách byla provedena v roce 2023. Studie zahrnovala analýzu 209 vzorků půdy. Analýza se zaměřila na 20 látek PFAS, které jsou v současné době legislativně povinné sledovat v pitné vodě (*). Analýza byla provedena standardní metodou s limity kvantifikace (LOQ) v rozmezí od 0,5 do 2,5 µg/kg sušiny.

Přibližně 70% testovaných vzorků bylo negativních (pod LOQ) pro všechny testované analyty (Obrázek 2). U pozitivních vzorků, byly dle očekávání nejčastěji detekovány dvě látky: PFOS a PFOA. Stojí za povšimnutí, že v půdách lze často detekovat převážně PFAS s dlouhým řetězcem (PFDA, PFNA, PFNS, atd.). Kromě zmíněných látek jsou v půdách poměrně často přítomny také sloučeniny 6:2 FTS a FOSA.

Obsah PFAS v půdách

Profily detekovaných jednotlivých PFAS v kontaminovaných vzorcích jsou uvedeny na Obrázcích 3 a 4.

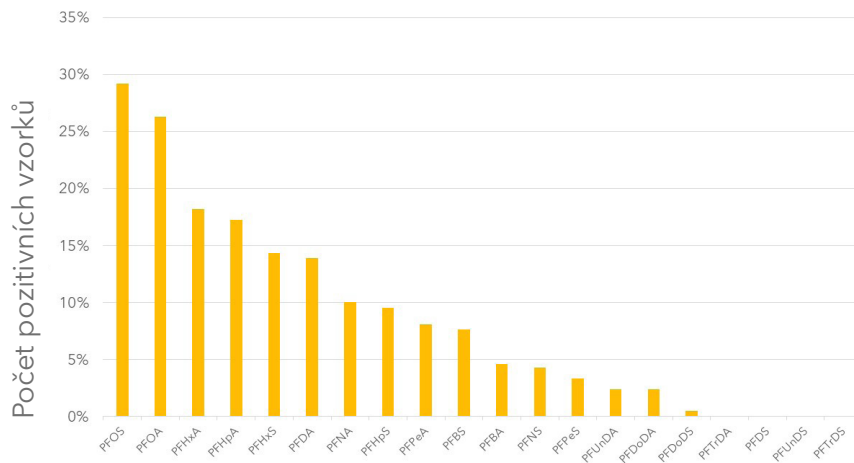
Je zřejmé (a očekávané) že PFOS byl detekován na nejvyšších koncentračních hladinách (Obrázek 3) a výrazně převyšuje ostatní analyty. Profil ostatních PFAS (bez PFOS) a jejich hladiny jsou zobrazeny na Obrázku 4.

Z provedených studií jasně vyplývá, že zastoupení PFAS v půdách se může významně lišit, především v závislosti na vzorkovaném místě.

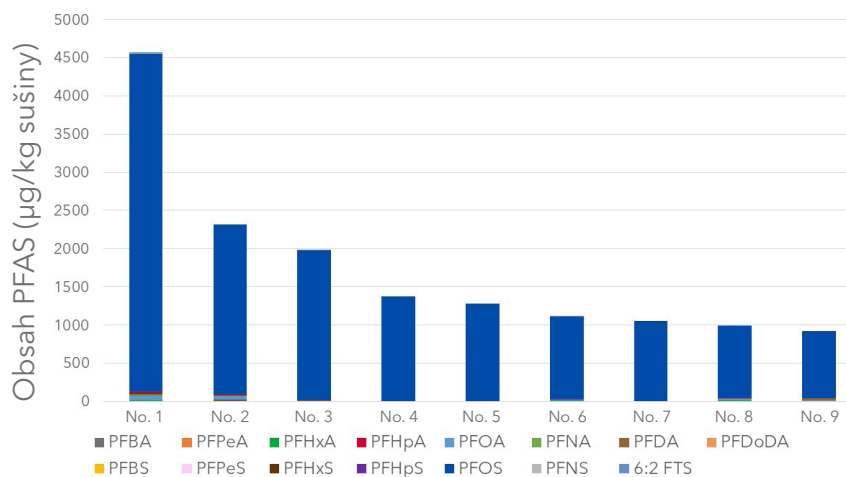
Literatura:

- Y. Wang, U. Munir, Q. Huang. Occurrence of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in soil: Sources, fate, and remediation. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.seh.2023.100004>
- M. L. Brusseau, R. H. Anderson, B. Guo. PFAS Concentrations in Soils: Background Levels versus Contaminated Sites. 2020. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140017](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140017)

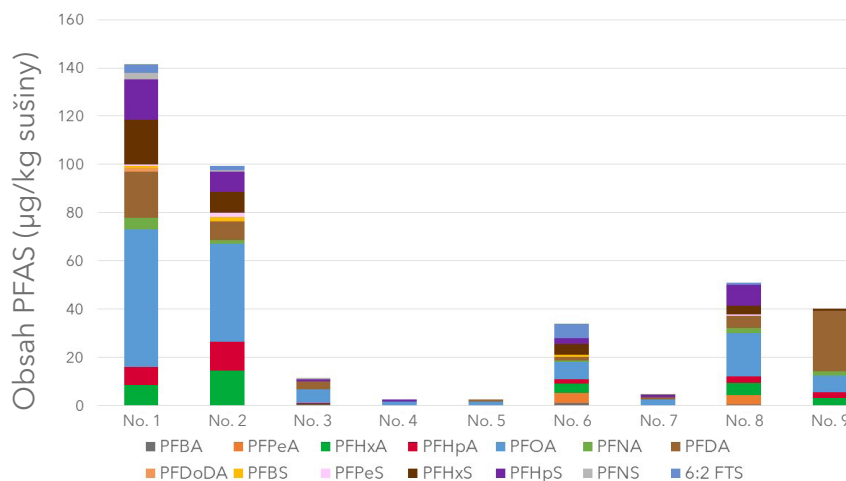
* DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption.



Obrázek 2: Počty pozitivních vzorků na PFAS ve vybraných vzorcích půd.



Obrázek 3: Obsah PFAS ve vybraných vzorcích půd (µg/kg sušiny).



Obrázek 4: Obsah PFAS ve vybraných vzorcích půd (µg/kg sušiny), bez látky PFOS.

Další PFAS 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 \(Květen 2023\)](#)