



## Od odpadu ke zdroji

### Recyklace popela z čistírenských kalů na rostlinné hnojivo bohaté na fosfáty

Jak lze fosfor obsažený v čistírenských kalech využít ke zlepšení uzavření cyklu fosforu.

#### Motivace

Fosfor je nezbytný a nenahraditelný zdroj pro zajištění produkce potravin. Surový fosfát využívaný k výrobě hnojiv je omezený, regionálně koncentrovaný a těžen za problematických podmínek, které ohrožují lidské zdraví i životní prostředí. Vzhledem k jeho významu pro zemědělský a potravinářský průmysl a vysoké závislosti na dovozu byl fosfor zařazen na seznam kritických surovin EU od května 2014, přičemž surový fosfát byl přidán v roce 2017. Přibližně 90 % fosforu obsaženého v odpadních vodách vstupujících do komunálních čistíren odpadních vod se zachytí v čistírenských kalech, což odpovídá téměř 7 000 tunám ročně v Rakousku a až 8 000 tunám ročně v České republice.

Současná situace využití čistírenských kalů se liší mezi Rakouskem a Českou republikou. V České republice stále převažuje zemědělské využití, zatímco v Rakousku je k zemědělským účelům využíváno pouze asi 21 % čistírenských kalů. Většina kalů je spalována společně s jinými typy odpadu, například komunálním nebo průmyslovým odpadem. Pouze ve Vídni jsou veškeré čistírenské kaly spalovány samostatně, bez příměsi jiných odpadů, ve specializované spalovně. V Rakousku musí být čistírenské kaly z komunálních čistíren s kapacitou více než 20 000 PE60 (ekvivalent obyvatel) do roku 2033 spalovány. Kromě toho musí být alespoň 80 % hmotnosti fosforu obsaženého v čistírenských kalech získáno zpět z výsledného popela po spalování. V České republice se v dohledné době zpřísní legislativa, která omezí nebo dokonce zakáže zemědělské využití kalů, což zvýší tlak na hledání alternativních způsobů jejich využití. V současnosti je hlavní schůdnou možností termické zpracování, přičemž otázka recyklace fosforu zůstává stále nevyřešená.

## Cíle projektu

- Získání více než 85 % fosforu z popela čistírenských kalů pomocí bioloužení a optimalizace procesu
- Výroba fosfátového hnojiva v souladu s legislativou o hnojivech
- Studium účinků fosfátového hnojiva na modelové rostliny
- Publikace výsledků projektu
- Organizace odborných workshopů
- Přenos znalostí mezi výzkumnými partnery a firmami
- Pravidelné vydávání newsletteru



## Aktuální stav výzkumu

Nejprve jsou shromážděny různé odvodněné čistírenské kaly z Rakouska a České republiky a poté analyzovány z hlediska jejich obecného složení a koncentrace fosforu a těžkých kovů. Pro výrobu popela jsou vybrány kaly s optimálním obsahem fosforu. Tyto vybrané kaly jsou následně sušeny v bubnové sušičce a poté spalovány v rotační peci při vysokých teplotách. Během testů spalování se provádí měření emisí. Přidání aditiv do kalů před spalováním může být využito k přenosu nežádoucích těžkých kovů do plynné fáze nebo k přeměně fosforu na biologicky dostupnější formu, čímž se zvyšuje jeho rozpustnost v popelu.

Pro bioloužení popela čistírenských kalů byl zřízen bioreaktor s kontinuálním mícháním k optimalizaci biologické produkce kyseliny sírové. Biogenní kyselina sírová je následně použita k loužení fosforu z popela. Zároveň byly zahájeny experimenty zaměřené na izolaci acidofilních mikroorganismů z čistírenských kalů.

## Aktivity v oblasti šíření výsledků

- **K1-MET** představil projekt PHOS4PLANT na „1. Mezinárodním sympoziu cirkulární hydrometalurgie“ v Mechelenu (Belgie) ve dnech 9.–11. září 2024.
- **K1-MET** také prezentoval projekt na „6. Mezinárodní vědecké konferenci Biotechnologie a kovy“ ve Staré Lesné (Slovensko) ve dnech 10.–11. října 2024 přednáškou s názvem „Recyklace popela z čistírenských kalů na rostlinné hnojivo bohaté na fosfáty“.
- **Vysoké učení technické v Brně (VUT)** prezentovalo PHOS4PLANT na „Adria-Dunajském setkání o spalování (ADCM)“ v Brně (Česká republika) ve dnech 9.–11. září 2024 prostřednictvím posteru s názvem „Přidávání aditiv při spalování čistírenských kalů: Dopady na získávání fosforu z popela – přehled“.
- Projekt PHOS4PLANT byl rovněž představen formou posteru na „Noci vědců“ 27. září 2024 v Brně (Česká republika) **VUT** a **Masarykovou univerzitou (MU)**.
- **BOKU** prezentoval projekt na „Evropském summitu průmyslové biotechnologie“ v Grazu (Rakousko) ve dnech 12.–14. listopadu 2024.

## Zapojení partneři



K1-MET má osvědčené odborné znalosti ve vývoji procesů pro zpracování zbytků a recyklačních materiálů s cílem získat cenné suroviny a uzavřít materiálové cykly. Úkoly K1-MET jsou proto získávání fosforu z popela čistírenských kalů pomocí nekontaktního bioloužení a kyselin s následnou výrobou rostlinného hnojiva bohatého na fosfáty. To souvisí s odstraněním nečistot, například kovů, z popela čistírenských kalů. K1-MET je hlavním partnerem tohoto projektu.



Masarykova univerzita (MU) je druhou největší univerzitou v České republice. Na projektu se podílí Ústav biochemie, Ústav chemie a Ústav geologických věd. Tým má mnohaleté zkušenosti v oblasti acidofilních mikroorganismů, molekulárních mechanismů interakcí mezi rostlinami a mikroorganismy, analýzy struktury a funkce mikrobiálních komunit, analýzy minerálů a analýzy stopových prvků.



Na projektu se podílí tým ze sekce Termické procesy a čištění plynů, která spadá pod Ústav procesního inženýrství Vysokého učení technického v Brně (VUT). Tento tým má rozsáhlé zkušenosti v oblasti termických procesů a zpracování emisí. Je zodpovědný za výrobu popela z čistírenských kalů v rámci projektu. Ústav disponuje bubnovou sušičkou a rotační pecí, které jsou nezbytné pro experimenty v pilotním měřítku. Kromě toho je k dispozici analytická infrastruktura pro měření vlastností paliv a odpadů a pro analýzu emisí spalin.



Ústav pro nakládání s odpady a cirkularitu (ABF-BOKU) se zaměřuje na bezpečnou likvidaci a recyklaci odpadu s cílem snížit množství odpadu a šetřit zdroje v primární výrobě. Jeho úkoly v projektu zahrnují předúpravu vysoce alkalických popelů, které brání biologickému loužení tohoto materiálu, následné bioloužení popela z čistírenských kalů a identifikaci acidofilních bakterií z čistírenských kalů. Kromě toho bude celý procesní řetězec hodnocen pomocí analýzy životního cyklu (LCA).



Spolufinancováno  
Evropskou unií



PHOS4PLANT



EVROPSKÁ UNIE

Projekt je spolufinancován z Evropského fondu pro regionální rozvoj (program Interreg Rakousko – Česko 2021–2027).

Odpovědná osoba za obsah: Marianne Haberbauer