

Metody hodnocení biologické aktivity pevných komunálních odpadů

Biologická stabilita pevného komunálního odpadu je jedním z hlavních problémů spojených s hodnocením dlouhodobého emisního potenciálu a environmentálního dopadu skládek.

Zájem o mechanické biologické zpracování a stabilizaci pevných odpadů před ukládáním na skládky stále roste. Jasným cílem je snížení hmotnosti a objemu skládkovaného odpadu. Dalším cílem je minimalizace environmentálního dopadu po uložení odpadu na skládku.

Hodnocení biologické aktivity odpadu lze provádět pomocí respiračních testů, jakými jsou například respirační aktivita AT4 nebo měření celkového potenciálu plynu, tedy metoda GS21. Laboratoře ALS nabízí zpracování vzorků pevných odpadů oběma metodami.

Respirační aktivita AT4

Respirační aktivita AT4 je důležitým parametrem pro odpadové hospodářství. Respirační aktivita AT4 stanoví, kolik kyslíku biologicky aktivní vzorek spotřebuje během časového úseku čtyř dní. Odpady obsahující biologicky rozložitelnou složku (s výjimkou směsných komunálních odpadů a odpadů, které přestaly být biologicky rozložitelné po úpravě) ukládané na skládku musí splnit parametr biologické stability AT4.

V současné době je legislativa stanovena [Směrnici 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999](#) o skládkách odpadů, ale maximální povolené hodnoty se mohou lišit v jednotlivých členských státech Evropské unie. V České republice se řídíme Zákonem o odpadech ([č. 541/2020 Sb., přesněji § 41 odst. 3 písm. g](#)) a Vyhláškou o podrobnostech nakládání s odpady ([273/2021 Sb., příloha 4, písm. D.](#)), které udávají, že parametr AT4 musí splňovat hodnotu menší než **10 mg O₂/g sušiny** vzorku odpadu. Od 1. ledna 2030 musí tento parametr dle § 40 odst. 1 Zákona splňovat veškeré odpady ukládané na skládky. Pokud je výsledek parametru AT4 pro daný vzorek nižší než legislativní hodnota, odpad lze skládkovat.

Toto opatření je zavedeno z několika důvodů. Nízkoaktivitní vzorky nenarušují významně stabilitu skládkového lože a není tedy produkováno tolik skleníkových plynů, zejména methanu, nízký zůstává i zápach. Díky tomuto rozdělení můžeme dále využít ty vzorky, které jsou naopak biologicky aktivní např. na energetické zpracování. Stanovení respirační aktivity vychází z rakouské normy ÖNORM S 2027-4.



Obrázek 1: Manometrické hlavice

Princip měření metody AT4

Měření respirační aktivity AT4 probíhá za aerobních podmínek pomocí manometrických hlavic a nádob. Pokud je testovaný vzorek odpadu biologicky aktivní spotřebovává kyslík a současně v manometrických nádobách vzniká oxid uhličitý (CO₂). Aby mohla manometrická hlavice správně fungovat, je potřeba dosáhnout tlakové změny v lahvi. Tlaková změna se vyvolá pohlcením oxidu uhličitého v roztoku hydroxidu sodného (NaOH) a je přímo úměrná spotřebě kyslíku (O₂). Čím větší je změna tlaku, tím je větší spotřeba kyslíku. Množství spotřebovaného kyslíku je vypočteno ze stavové rovnice ideálního plynu. Jelikož je známa navážka vzorku, obsah sušiny, objem lahve a teplota, můžeme vypočítat respirační aktivitu vzorku. Během měření je nutno kontrolovat tlakovou změnu a pokud tlaková změna dosáhne cca 150 hPa je nutné vzorky vyvětrat, tzn. opět vzorku doplnit kyslík.

Analýza celkové produkce plynu GS21

Celková produkce plynu (GS21) je dalším důležitým parametrem pro odpadové hospodářství.

Celková produkce plynu stanoví, kolik litrů plynu vznikne v anaerobních podmínkách během časového úseku 21 dní.

Legislativně limitní hodnota pro Českou republiku není stanovena, ale např. pro Slovensko podle [Vyhlášky 26/2021 Z.z.](#) (od roku 2024) je nastavena na méně než **20 litrů na 1 kg sušiny** vzorku.

Pokud je výsledek parametru GS21 pro daný vzorek nižší než uvedená hodnota, odpad lze skládkovat. Stanovení produkce plynu vychází z rakouské normy ÖNORM S 2027-2.

Princip měření metody GS21

Pokud máme vzorek, který je biologicky aktivní, tak za určitých podmínek (teplota 40°C, vlhkost 100 %) dochází v anaerobních podmínkách (tj. podmínky bez přístupu vzduchu) k uvolňování tzv. bahenních plynů. Těmito plyny jsou zejména methan CH₄ a oxid uhličitý (CO₂), případně sulfan (H₂S) nebo siřné deriváty nižších alkanů zvané thioly (dříve známé jako merkaptany). Tyto plyny se hromadí v eudiometrické trubici, kde vytlačují vodu do zásobní lahve a zaujímají její vytlačený objem. Na základě znalosti teploty jednotlivých částí aparatury, atmosférického tlaku a tlaku vytlačeného vodního sloupce lze spočítat celkový objem plynu přepočtený na normální podmínky (tj. tlak 101,325 kPa a t = 0°C). Za předpokladu ideálního chování plynů použijeme stavovou rovnici ideálního plynu. Z navážky vzorku a obsahu sušiny se dopočítá celková produkce plynu za 21 dní (GS21).

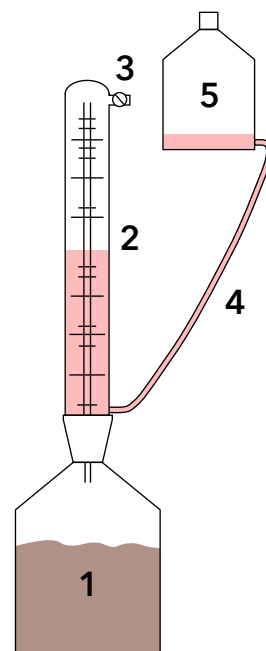
Příprava vzorků před měřením AT4 a GS21

Příprava vzorku je jednoduchá, avšak zdlouhavá. Nejdůležitějším krokem je správná homogenita vzorku. Vzorek musí být zhomogenizován tak, že všechny částice vzorku odpadu jsou menší než 2 cm. Dále je nutné stanovit pH výluhu vzorku, hodnota pH musí být v intervalu 6-9. Vyšší nebo nižší hodnoty pH inhibují bakterie a může tak docházet ke zkreslování finálních výsledků. Dále se stanovuje sušina vzorku podle které se nastavuje správná hodnota vlhkosti vzorku před vlastním měřením. V případě, že vzorek nejde správně zhomogenizovat, nebo hodnota pH je mimo stanovený rozsah, je o tomto faktu klient informován a je s ním individuálně řešen další postup měření.

Požadavky na vzorky

- Minimální množství vzorků k analýze:
2 kg pro AT4; 5 kg pro GS21
- Přechování a doprava vzorku: pevný plastový sáček

EUDIOMETRICKÁ APARATURA



Obrázek 2: Eudiometrická aparatura pro stanovení celkové produkce plynu GS21

1. Eudiometrický hrnec (reakční nádoba)
2. Eudiometrická skleněná trubice
3. Ventil pro odpouštění plynu
4. Spojovací trubice
5. Nádrž pro kompenzaci tlaku



Obrázek 3: Homogenizace vzorků pomocí válcového mlýnu