

Metódy hodnotenia biologickej aktivity pevných komunálnych odpadov

Biologická stabilita pevného komunálneho odpadu je jedným z hlavných problémov spojených s hodnotením dlhodobého emisného potenciálu a environmentálneho dopadu skládok.

Záujem o mechanické biologické spracovanie a stabilizáciu pevných odpadov pred ukladením na skládky stále rastie. Jasným cieľom je zníženie hmotnosti a objemu skladovaného odpadu. Ďalším cieľom je minimalizácia environmentálneho dopadu po uložení odpadu na skládku.

Hodnotenie biologickej aktivity odpadu je možné vykonávať pomocou respiračných testov, akými sú napríklad respiračná aktivita AT₄ alebo meranie celkového potenciálu plynu, teda metóda GS₂₁. Laboratória ALS ponúkajú spracovanie vzoriek pevných odpadov oboma metódami.

Respiračná aktivita AT₄

Respiračná aktivita AT₄ je dôležitým parametrom pre odpadové hospodárstvo. Respiračná aktivita AT stanovuje, koľko kyslíka spotrebuje biologicky aktívna vzorka počas časového úseku štyroch dní.

Odpady obsahujúce biologicky rozložiteľnú zložku (s výnimkou zmesových komunálnych odpadov a odpadov, ktoré prestali byť biologicky rozložiteľné po úprave) ukladané na skládku musia splniť parameter biologickej stability AT₄.

V súčasnej dobe je legislatíva stanovená [Smernicou 1999/31/ES z dňa 26. apríla 1999](#) o skládkach odpadov, ale maximálne povolené hodnoty sa môžu líšiť v jednotlivých členských štátoch Európskej únie. V Slovenskej republike sa riadime Zákonom o odpadoch ([č. 79/2015](#), Vyhláškou o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortute ([382/2018, Príloha č. 3a](#)), ktoré udávajú, že parameter AT₄ musí spĺňať hodnotu menšiu ako **10 mg O₂/g sušiny** vzorky odpadu a parameter GS₂₁ **20 l/kg sušiny**.

Ak je výsledok aspoň jedného z parametrov AT₄ alebo GS₂₁ (stačí analyzovať jeden z nich) pre danú vzorku nižší ako legislatívna hodnota, odpad je možné skládkovať.

Toto opatrenie je zavedené z niekoľkých dôvodov. Nízkoaktívne vzorky nenarušujú významne stabilitu skládkového lôžka a nie je teda produkovaných toľko skleníkových plynov, najmä metánu, nízky zostáva aj zápach. Vďaka tomuto rozdeleniu môžeme ďalej využiť tie vzorky, ktoré sú naopak biologicky aktívne napr. na energetické spracovanie. Stanovenie respiračnej aktivity vychádza z rakúskej normy ÖNORM S 2027-4



Obrázok 1: Manometrické hlavice

Princíp merania metódy AT₄

Meranie respiračnej aktivity AT₄ prebieha za aeróbných podmienok pomocou manometrických hlavíc a nádob. Pokiaľ je testovaná vzorka odpadu biologicky aktívna, spotrebovávajú kyslík a súčasne v manometrických nádobách vzniká oxid uhličitý (CO₂). Aby mohla manometrická hlavica správne fungovať, je potrebné dosiahnuť tlakové zmeny vo fľaši. Tlaková zmena sa vyvolá pohltím oxidu uhličitého v roztoku hydroxidu sodného (NaOH) a je priamo úmerná spotrebe kyslíka (O₂). Čím väčšia je zmena tlaku, tým je väčšia spotreba kyslíka. Množstvo spotrebovaného kyslíka je vypočítané zo stavovej rovnice ideálneho plynu. Keďže je známa navážka vzorky, obsah sušiny, objem fľaše a teplota, môžeme vypočítať respiračnú aktivitu vzorky. Počas merania je nutné kontrolovať tlakovú zmenu a pokiaľ tlaková zmena dosiahne cca 150 hPa je nutné vzorky vyvetrať, tzn. opäť vzorku doplniť kyslík.

Analýza celkovej produkcie plynu GS21

Celková produkcia plynu (GS21) je ďalším dôležitým parametrom pre odpadové hospodárstvo.

Celková produkcia plynu stanovuje, koľko litrov plynu vznikne v anaeróbných podmienkach počas časového úseku 21 dní. Legislatívne limitná hodnota pre Českú republiku nie je stanovená, ale napr. pre Slovensko je podľa [Vyhlášky 382/2018](#) (od roku 2024) nastavená na menej ako **20 litrov na 1 kg sušiny** vzorky. Ak je výsledok parametra GS21 pre danú vzorku nižší ako uvedená hodnota, odpad je možné skládkovať. Stanovenie produkcie plynu vychádza z rakúskej normy ÖNORM S 2027-2.

Princíp merania metódy GS21

Pokiaľ máme vzorku, ktorá je biologicky aktívna, tak za určitých podmienok (teplota 40°C, vlhkosť 100%) dochádza v anaeróbných podmienkach (t.j. podmienky bez prístupu vzduchu) k uvoľňovaniu tzv. bahenných plynov.

Týmito plynmi sú najmä metán CH₄ a oxid uhličitý (CO₂), prípadne sulfán (H₂S) alebo sírne deriváty nižších alkánov zvané tioly (predtým známe ako merkaptány).

Tieto plyny sa hromadia v eudiometrickej trubici, kde vytlačajú vodu do zásobnej fľaše a zaberajú jej vytlačení objem. Na základe znalosti teploty jednotlivých častí aparatury, atmosférického tlaku a tlaku vytlačeného vodného stĺpca je možné spočítať celkový objem plynu prepočítaný na normálne podmienky (t.j. tlak 101,325 kPa a t= 0°C). Za predpokladu ideálneho správania plynov použijeme stavovú rovnicu ideálneho plynu. Z navážky vzorky a obsahu sušiny sa dopočíta celková produkcia plynu za 21 dní (GS21).

Príprava vzoriek pred meraním AT4 a GS21

Príprava vzoriek je jednoduchá, avšak zdĺhavá. Najdôležitejším krokom je správna homogenita vzorky.

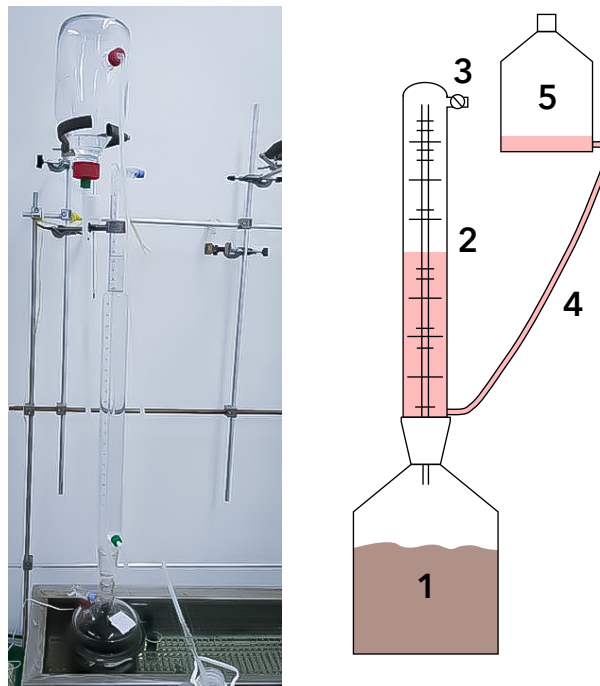
Vzorka musí byť homogenizovaná tak, že všetky častice vzorky odpadu sú menšie ako 2 cm. Ďalej je nutné stanoviť pH výluhu vzorky, hodnota pH musí byť v intervale 6-9. Vyššie alebo nižšie hodnoty pH inhibujú baktérie a môže tak dochádzať k skresľovaniu finálnych výsledkov. Ďalej sa stanovuje sušina vzorky, podľa ktorej sa nastavuje správna hodnota vlhkosti vzorky pred vlastným meraním.

V prípade, že vzorku nie je možné správne homogenizovať, alebo je hodnota pH mimo stanovený rozsah, je o tejto skutočnosti klient informovaný a je s ním individuálne riešený ďalší postup merania.

Požiadavky na vzorky

- Minimálne množstvo vzorky k analýze: 2 kg pro AT4; 5 kg pro GS21
- Uchovávanie a preprava vzorky: pevné plastové vrečko

EUDIOMETRICKÁ APARATÚRA



Obrázok 2: Eudiometrická aparatura na stanovenie celkovej produkcie plynu GS21

1. Eudiometrický hrniec (reakčnı nádobı)
2. Eudiometrická sklenená trubica
3. Ventil pro odpúšťanie plynu
4. Spojovacia trubica
5. Nádrž pro kompenzáciu tlaku



Obrázok 3: Homogenizácia vzoriek pomocou vılcového mlyna