

Metody oceny stabilności biologicznej odpadów stałych

Stabilność biologiczna odpadów komunalnych stanowi kluczowy parametr oceny długoterminowego wpływu składowisk na środowisko. W związku z rosnącą ilością odpadów coraz większą uwagę zwraca się na mechaniczno-biologiczne przetwarzanie (MBT) odpadów przed ich składowaniem. MBT pozwala na zmniejszenie zarówno masy, jak i objętości odpadów trafiających na składowiska. Jednocześnie jednym z głównych celów MBT jest minimalizacja negatywnego wpływu odpadów na środowisko naturalne po ich składowaniu.

Ocenę aktywności biologicznej odpadów można przeprowadzić za pomocą testów respiracyjnych, takich jak:

- **Indeks respiracji (AT4)** – pozwala na ilościową ocenę aktywności biologicznej mikroorganizmów w próbce odpadu poprzez pomiar zużytego tlenu w ciągu 4 dni inkubacji.
- **Test inkubacyjny (GS21)** – określa całkowity potencjał gazotwórczy odpadów w trakcie procesu biodegradacji w okresie 21 dni.

Laboratoria ALS oferują oba badania, które opierają się na normach austriackich kolejno ÖNORM S 2027-4 oraz ÖNORM S 2027-2.

Indeks respiracji AT4

Indeks Respiracji AT4 (znany również jako Indeks Azotu Amonowego) jest parametrem stosowanym w gospodarce odpadami i naukach o środowisku do oceny biodegradacji materii organicznej w danej próbce. Jest to ilościowe określenie biologicznej aktywności mikroorganizmów poprzez pomiar tlenu zużytego przez organizmy w trakcie 4-dniowego okresu inkubacji.

Wszystkie odpady zawierające składniki biodegradowalne (z wyłączeniem zmieszanych odpadów komunalnych lub odpadów, których zdolność biodegradacji po przetworzeniu ustała), trafiające na składowiska, muszą spełniać normy dotyczące stabilności biologicznej (parametr AT4). Obecnie podstawą prawną jest Dyrektywa 2018/850 zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów. Wartość parametru AT4 w większości przypadków wynosi 7 lub 10 mg O₂/g suchej masy odpadu. Należy jednak pamiętać, że dopuszczalne wartości mogą się różnić w poszczególnych krajach członkowskich Unii Europejskiej.

Jeżeli wynik badania parametru AT4 dla danej próbki odpadów jest niższy od wartości ustawowej, określonej przez prawo, to takie odpady mogą zostać bezpiecznie składowane na składowisku. Nisko reaktywne próbki nie zaburzają stabilności składowiska, jednocześnie nie emitują znaczących ilości gazów cieplarnianych (głównie metanu) oraz nie generują niepożądanych odorów.

Dzięki tej możliwości rozróżnienia, próbka odpadów nadal wykazująca aktywność biologiczną może zostać wykorzystana do dalszego przetworzenia, na przykład w celu produkcji energii. Określanie indeksu respiracji opiera się na austriackiej normie ÖNORM S 2027-4.



Rysunek 1: Manometryczne głowice pomiarowe

Zasada pomiaru indeksu respiracji AT4

Pomiar indeksu respiracji AT4 odbywa się w warunkach tlenowych (aerobowych) przy użyciu manometrycznych głowic pomiarowych (MMH). Jeśli badana próbka odpadów jest aktywna biologicznie, mikroorganizmy zużywają tlen, wydzielając jednocześnie dwutlenek węgla. Aby zapewnić prawidłowe działanie głowicy pomiarowej, konieczna jest zmiana ciśnienia w pojemniku. Indukuje się ją poprzez absorpcję dwutlenku węgla na wodorotlenku sodu. Ilość dwutlenku węgla jest proporcjonalna do ilości tlenu zużytego przez mikroorganizmy. Ilość tlenu obliczana jest na podstawie prawa gazów doskonałych. Ponieważ znamy zawartość suchej masy w próbce, objętość pojemnika i temperaturę, możemy obliczyć aktywność respiracyjną próbki.

Podczas pomiaru konieczne jest monitorowanie zmian ciśnienia. Jeśli zmiana ciśnienia wynosi około 150hPa, próbki należy napowietrzyć, czyli dostarczyć tlenu.

Test inkubacyjny GS21

Test inkubacyjny (GS21) jest kolejnym ważnym parametrem pomiarowym dla gospodarki odpadami. Pozwala on określić całkowity potencjał gazotwórczy odpadów w warunkach beztlenowych w trakcie 21 dni. Badanie to obrazuje, ile litrów gazu powstaje z 1 kg suchej masy odpadów.

Wartość graniczna tego parametru nie jest uregulowana prawnie we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej. Niemniej jednak, powszechnie stosowana jest wartość 20 litrów na 1 kg suchej masy odpadów. Jeżeli wynik badania parametru GS21 dla danej próbki jest niższy od tej wartości to odpady mogą zostać bezpiecznie składowane na składowisku.

Metoda oznaczania oparta jest na austriackiej normie ÖNORM S 2027-2.

Zasada pomiaru GS21

Próbki odpadów nadal wykazujące aktywność biologiczną, w określonych warunkach (temperatura 40°C, 100% wilgotności, warunki beztlenowe) mogą prowadzić do emisji tzw. gazów błotnych. Gazy te obejmują metan (CH₄) i dwutlenek węgla (CO₂), a opcjonalnie również siarkowodór (H₂S) lub jego pochodne siarkowe (merkaptany).

W trakcie testu inkubacyjnego GS21 gazy te gromadzą się w eudiometrze, wypierając wodę do zbiornika wyrównawczego i zajmując jego objętość. Znajomość temperatury poszczególnych części aparatu, ciśnienia atmosferycznego oraz ciśnienia wypartego słupa wody pozwalają na obliczenie całkowitej objętości gazu.

Przyjmując założenie o idealnym zachowaniu się gazu, do obliczeń wykorzystuje się równanie gazu doskonałego. Na podstawie masy próbki i zawartości suchej masy można obliczyć całkowitą produkcję gazu w ciągu 21 dni (GS21).

Przygotowanie próbek

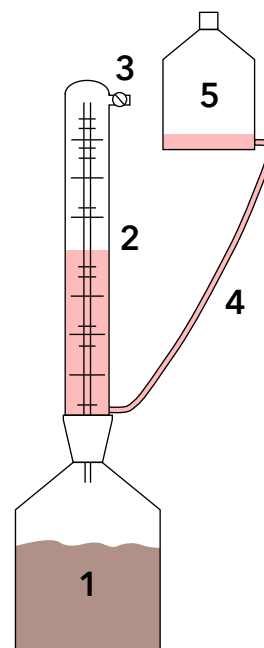
Przygotowanie próbek odpadów do badania testem GS21 jest stosunkowo prostym procesem, jednak może być czasochłonne. Najważniejszym etapem jest uzyskanie odpowiedniej homogeniczności próbki. Odpady muszą zostać rozdrobnione w taki sposób, aby wszystkie cząstki były mniejsze niż 2 cm.

Dodatkowo, konieczne jest określenie wartości pH wyciągu z odpadów. Wartość pH powinna mieścić się w zakresie 6-9. Wartości pH wyższe lub niższe od tego zakresu mogą hamować aktywność bakterii i prowadzić do uzyskania niewłaściwych wyników badania.

Podczas przygotowania próbki oznacza się również zawartość suchej masy odpadów. Informacja ta jest niezbędna do ustalenia prawidłowej wilgotności próbki przed właściwym pomiarem.

W przypadku, gdy próbki odpadów nie można odpowiednio rozdrobnić lub wartość pH wykracza poza określony zakres, klient zostaje o tym poinformowany. Wówczas wspólnie ustala się dalsze postępowanie badawcze.

APARATURA EUDIOMETRYCZNA



Rysunek 2: Wytwarzanie gazu w teście inkubacyjnym GS21

1. Naczynie eudiometryczne (naczynie reakcyjne)
2. Rurka eudiometru
3. Zawór spustowy gazu
4. Rurka łącząca
5. Zbiornik wyrównawczy ciśnienia



Rysunek 3: Młynek walcowy używany do homogenizacji próbki

Wymagania próbki:

- Minimalna masa próbki: 2 kg dla AT4; 5 kg dla GS21
- Materiał do pobierania próbek: torba plastikowa