

Adam Orzech

NATURALNA ENERGIA .plus
Sp. z o.o.

Witold Woroszytło

J.V. Technology

Mikrobiogazownia w gminnej oczyszczalni ścieków

przykład zastosowania instalacji BIOELECTRIC® w oczyszczalni o przepływie 2 000 m³/dobę

Mniejsze, tj. małe i średnie, gminne lub miejskie oczyszczalnie ścieków komunalnych o przepustowości od 500 do 2000 (a nawet 3000) m³/d także mogą wykorzystywać fermentację metanową do podniesienia swojej efektywności ekonomicznej i skutecznego zagospodarowania osadów ściekowych. Rozwój technologii oraz racjonalizacja nakładu inwestycyjnego umożliwiły przesunięcie umownego progu, czyli skali (wielkości/przepustowości) oczyszczalni, przy której zapewniona jest opłacalność zastosowania biogazowni w oczyszczalni ścieków.

Przegląd publikacji branżowych i wsluchanie się w powszechnie wygłaszane opinie ów próg opłacalności umieszcza przy przepustowości oczyszczalni 10000 m³/d, a w przypadku „odważnych” wypowiedzi na poziomie 5000 m³/d. Z identyczną sytuacją spotykaliśmy się w sektorze rolniczym. Wówczas dominowały opinie, że wymagany jest areal upraw powyżej 300 ha i obsada była minimum kilkaset sztuk. Ponadto, mentalnie nie dopuszczano możliwości eksploatacji biogazowni zasilanej jedynie gnojowicą, która swoją charakterystyką w zakresie uzysku biogazu z tony tzw. świeżej masy jest zbliżona do osadów z oczyszczalni komunalnych. Tymczasem, dzięki zastosowaniu odpowiednich, dostępnych finansowo, technologii już 19 użytkowników w Polsce i ponad 220 w Europie eksploatuje mikrobiogazownie zasilane gnojowicą pochodzącą od 60 do 300 krów mlecznych. Te mikrobiogazownie, o mocach od 10 do 50 kW_e, nie wymagają dodawania żadnych ko-substratów i zostały zastosowane także przy hodowlach trzody chlewnej.

Technologię efektywnej fermentacji obydwu substratów opracował Bioelectric NV w Belgii, nato-

miast w Polsce rozwiązania te wdraża i serwisuje NATURALNA ENERGIA .plus Sp. z o.o. Ze względu na konieczność połączenia dwóch technologii (oczyszczalni ścieków i biogazowni) prace realizujemy przy współpracy z technologami rozruchu oczyszczalni i biogazowni.

Pierwsza instalacja pracująca na bazie zagęszczonych osadów z małej oczyszczalni ścieków działa w Knokke-Heist w Belgii.

Kolejne instalacje są w trakcie przygotowania, a doświadczenie pokazuje, że:

- nie ma dwóch identycznych oczyszczalni ścieków: różnią się składem ścieków i ładunkiem przyjmowanych zanieczyszczeń, zastosowaniem odmiennych technologii i konstrukcji oraz sposobem zagospodarowania osadu;
- każdorazowo zastosowanie fermentacji komunalnych osadów w mikrobiogazowni będzie wymagało przeprowadzenia audytu technologiczno-ekonomicznego w danej, konkretnej lokalizacji oczyszczalni;
- mikrobiogazownia Bioelectric® nie wymaga żadnych zmian konstrukcyjnych, a jedynie odpowiedniego skonfigurowania seryjnie wytwarzanych komponentów:
 - dobrania wielkości komory fermentacyjnej do dostępnej jakości i ilości zagęszczonych osadów,
 - dobrania mocy układu kogeneracyjnego do ilości i jakości wytwarzanego biogazu,
 - skonfigurowania oprogramowania zapewniającego optymalne warunki przebiegu fermentacji mezofilowej;

Tab. 1 Charakterystyka substratów: gnojowicy i zagęszczonych osadów z oczyszczalni komunalnych, na podstawie wyników własnych analiz przeprowadzonych w laboratoriach

Parametr substratu	Gnojowica bydlęca i trzody chlewnej	Zagęszczony osad z oczyszczalni komunalnej
Zawartość s.m. [%]	od 6 do 11	od 4 do 5
Zawartość s.m.o. [%]	od 75 do 86	od 70 do 80
Produkcja biogazu [m ³ /t]	od 20 do 35	od 12 do 25
Zawartość metanu [%]	od 40 do 60	od 50 do 60



Fot. 1 | Knokke-Heist - instalacja mikrobiogazowa 22 kW_e produkująca do 130 MWh_e/rok

- zakres zmian adaptacyjnych po stronie gminnej oczyszczalni uzależniony jest od stosowanych w niej technologii oraz oczekiwań inwestora:
 - maksymalizacji uzysków energetycznych i korzyści finansowych: osobne pozyskanie osadu wstępnego (świeżego) oraz nadmiernego i osobne ich zagęszczenie oraz zmieszanie przed poddaniem fermentacji w mikrobiogazowni,
 - minimalizacji nakładów inwestycyjnych – jednak przy zachowaniu satysfakcjonujących uzysków energetycznych i ekonomicznych: wykorzystanie dostępnego potencjału energetycznego zawartego tylko w zagęszczonym osadzie nadmiernym (przykład Knokke-Heist).

Mikrobiogazownie Bioelectric® są kompaktowymi, zwartymi rozwiązaniami składającymi się z kontenera kogeneracyjnego, trwale połączonego ze zbiornikiem fermentacyjnym oraz infrastruktury przyłączeniowej do sieci e.e., sieci ciepłowniczej, punktów poboru substratu z miejsc jego tymczasowego składowania.

Krótką charakterystyka typoszeregów mikrobiogazowni Bioelectric®

- Układ kogeneracyjny o mocy od 11 do 50 kW_e.
- Komora fermentacyjna o poj. od 100 do 600 m³.
- Powierzchnia zabudowy od 180 do 460 m².
- Minimalna ilość zagęszczonego osadu na dobę: 10 t.
- Automatyczne zasilenie substratem i opróżnianie fermentatora.



Fot. 2 | Przykład mikrobiogazowni 33 kW_e produkującej do 200 MWh_e/rok

- Zdalny monitoring i sterowanie: możliwość przyłączenia do nadrzędnych układów zarządzania/scada.
- Ilość wytworzonej energii elektrycznej: od 80 do 360 MWh_e/rok.
- Ilość ciepła oddanego do użytku poza układem mikrobiogazowni: od 60 do 450 MWh_{th}/rok.

Wielkość nakładów inwestycyjnych gwarantujących poprawną pracę instalacji mikrobiogazowej uzależniona jest od stopnia wyposażenia i stanu technicznego gminnej oczyszczalni, głównie istniejących obiektów gospodarki osadowej oraz wyboru zakresu inwestycji. Okres zwrotu nakładów powiązany jest natomiast z energochłonnością procesów oczyszczania oraz istniejących kosztów zagospodarowania osadów. W celu zobrazowania tych zależności posłużymy się referencyjnym przykładem oczyszczalni o przepływie 2000 m³ ścieków dobę.

Tab. 2 | Analiza ekonomiczna dla przykładowej oczyszczalni o przepływie ścieków 2000 m³/d

Wybrany wariant inwestycji	Maksymalizacja uzysków energetycznych	Minimalizacja nakładów inwestycyjnych
Układ kogeneracyjny	44 kW _e i 90 kW _{th}	22 kW _e i 45 kW _{th}
Wielkość komory fermentacyjnej	600 m ³	500 m ³
Łączny nakład inwestycyjny	2450 tys. zł netto	1570 tys. zł netto
Roczne koszty eksploatacyjne	123 tys. zł netto	78 tys. zł netto
Produkcja energii elektrycznej i ciepła/rok	352 MWh _e + 430 MWh _{th}	128 MWh _e + 140 MWh _{th}
Uniknięty koszt w skali roku	430 tys. zł netto	249 tys. zł netto

Nakłady inwestycyjne zawierają pełne koszty wyposażenia oraz prac projektowych i wykonawczych poniesionych zarówno po stronie oczyszczalni, jak i instalacji mikrobiogazowej. W ramach kalkulacji oszczędności uwzględniono wartość unikniętego kosztu:

- zakupu energii elektrycznej, przy założeniu pełnego jej zużycia na potrzeby własne oczyszczalni;
- zakupu ciepła przy założeniu pełnego pokrycia przez mikrobiogazownię zapotrzebowania oczyszczalni na c.o. i c.w.u.;
- wywozu częściowo odwodnionego osadu do utylizacji podczas biogazowej fermentacji mezofilowej (mniejsza ilość osadu i łatwiejsze odwodnienie, co istotnie obniża masę przewożonego do utylizacji osadu + możliwość suszenia i higienizacji, np. przy użyciu ciepła z kogeneracji).

Czy zawarte w przykładzie nakłady inwestycyjne są w zasięgu możliwości finansowych mniejszych oczyszczalni ścieków komunalnych? Przy zauważalnym wzroście cen energii elektrycznej i dostępnych dla gmin form wsparcia odpowiedź powinna być twierdząca. Należy bowiem do katalogu korzyści dodać możliwość zredukowania odorów i zagospodarowania metodą R10 przefermentowanych osadów. Rozproszone gospodarstwa hodowlane te możliwości już wykorzystują. Teraz kolej na rozproszone oczyszczalnie gminne, których ilość i łączny potencjał w Polsce jest także imponujący.