



Oczyszczalnia ścieków bez energii z zewnątrz

Od wielu lat trwają dyskusje, czy oczyszczalnie ścieków mogą być energetycznie samowystarczalne. Przykład z Ławy udowadnia, że to możliwe. Jakie warunki musiały spełnić tamtejsza oczyszczalnia, aby uzyskać stuprocentowy poziom samowystarczalności?

Projekt oczyszczalni ścieków dla miasta Ławy powstał pod koniec lat 70. XX wieku. Zgodnie z opracowanymi w roku 1977 założeniami techniczno-ekonomicznymi do projektu, oczyszczalnia została zlokalizowana w odległości około 2,5 km od granic miasta, na gruntach wsi Dziarny.

Odbiornikiem ścieków oczyszczonych została rzeka Ławka. Powierzchnia działki przeznaczonej do zabudowy wynosiła 19 ha.

Budowa oczyszczalni trwała, z przerwami, 10 lat (1980-1990). Pierwsze ścieki wpłynęły na ciąg technologiczny w kwietniu 1991 r.

Ile ścieków trafia do oczyszczalni w Ławie?

Oczyszczalnię w Ławie, zamieszkiwanej przez około 32,5 tys. mieszkańców, zaprojektowano na przepływ średniodobowy ścieków: 26 940 m³/d (maksymalny dobowy – 31 115 m³/d), przy wielkości RLM (równoważna liczba mieszkańców) 154 117. Taka ilość ścieków nigdy jednak nie dopływała do oczyszczalni. W sumie trafiało do niej około 9 tys. m³/d. Średnia na dobę w roku 2017 wyniosła 6470 m³. Oczyszczalnia przyjmuje ścieki bytowe oraz ścieki przemysłowe z zakładu uboju i przetwórstwa mięsa drobiowego w ilości około 860 m³/d (dane z roku 2017). Stąd stosunkowo duże ładunki BZT i CHZT w ściekach surowych (BZT5



Iwona Włodarczyk Sp. z o.o.

1885 m³, pracujących równolegle. Duże ładunki w ściekach surowych oraz przygotowany ciąg technologiczny procesu fermentacji pozwoliły rozpocząć produkcję biogazu. Początkowo, ze względu na złą pracę komór fermentacyjnych (mało wydajne mieszanie osadu, mała sprawność wymienników ciepła, a co za tym idzie – niska temperatura w ZKF-ach), produkcja biogazu była stosunkowo niska. Wyprodukowany biogaz spalany był w piecu wyposażonym w palnik biogazowy, a pojawiająca się nadwyżka na pochodni. Dopiero w 2005 r. podjęto decyzję o zakupie pierwszej jednostki kogeneracyjnej o mocy 145/190 kW. Do końca roku 2017 przepracowała ona 72 838 roboczogodzin (rbh) i w tym czasie wyprodukowała 8,339 GWh energii elektrycznej.

W roku 2008 przeprowadzono modernizację komór fermentacyjnych oraz węzła zagęszczania osadów przed wprowadzeniem do ZKF. Pozwoliło to osiągnąć zadowalające rezultaty w produkcji biogazu. Modernizacja ZKF-ów objęła między innymi: ocieplenie ścian i wymianę poszycia kopuły komory fermentacyjnej, zamianę wymienników rurowych na spiralne, a także montaż mieszadeł dwuwirnikowych o wale pionowym oraz pomp cyrkulacji osadu fermentacyjnego. Stację zagęszczania osadów przed fermentacją wyposażono w dwie zagęszczarki: osadu surowego i nadmiernego oraz stację przygotowania polielektrolitu. W 2016 r. zostały one zastąpione przez jedną wirówkę dekantacyjną. Przeprowadzona modernizacja pozwoliła na utrzymanie stałej temperatury wewnątrz komór fermentacyjnych (37-39°C), prawidłowe wymieszanie oraz zagęszczenie osadów (osady po zagęszczeniu utrzymują poziom około 6-7% suchej masy).

Koszt modernizacji oczyszczalni wyniósł 2 952 391 zł netto. Inwestycja była współfinansowana w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego (ZPORR), a wysokość dofinansowania sięgnęła poziomu 49,7%.

za rok 2017 waha się w przedziale 1220-800 mg /dm³, a CHZT 2010-1600 mg/dm³). Duża buforowość ciągu technologicznego (przewymiarowane obiekty) oraz długie czasy przetrzymania ścieków pozwalają uzyskiwać parametry ścieków oczyszczonych zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym (tabela).

Na podstawie przyjętych założeń, dotyczących ilości i jakości ścieków surowych, wybudowano oczyszczalnię typu mechaniczno-biologicznego z trzecim stopniem oczyszczania w postaci napowietrzanego stawu biologicznego o powierzchni 6,2 ha. Powstały trzy pełne ciągi technologiczne, a także dwie zamknięte komory fermentacyjne w celu biologicznej, beztlenowej stabilizacji osadów. W praktyce zawsze pracował tylko jeden ciąg technologiczny, który podczas przeprowadzonego w roku 2002 pierwszego etapu modernizacji został przebudowany w obrębie części biologicznej. Wyodrębniono komory nityfikacji, denityfikacji, predenitryfikacji i defosfatacji. Jednocześnie wyłączono z eksploatacji staw doczyszczający.

Początek produkcji biogazu

Proces mezofilowej fermentacji mieszaniny osadów (surowego, nadmiernego oraz kofermentów) zachodzi w dwóch zamkniętych komorach fermentacyjnych (ZKF), każda o pojemności czynnej

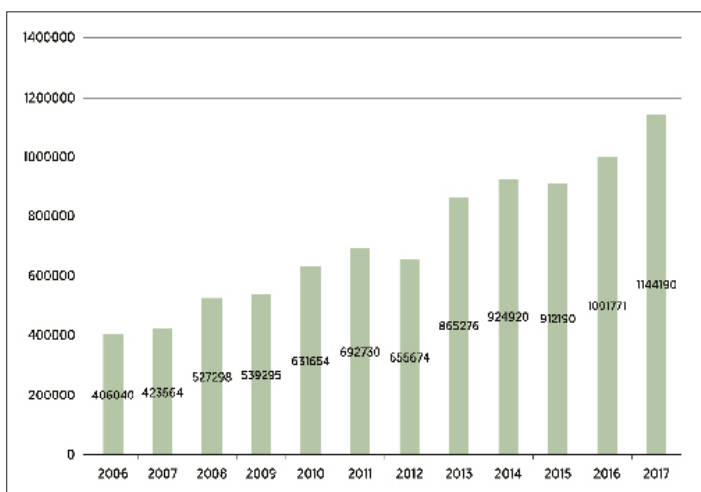
Kolejne zakupy

Wzrost produkcji biogazu wymusił zakup kolejnej jednostki kogeneracyjnej. Druga jednostka, o mocy 253/318 kW, została zamontowana w roku 2009. Do końca roku 2017 przepracowała 58 330 rbh i wyprodukowała 8,202 GWh.

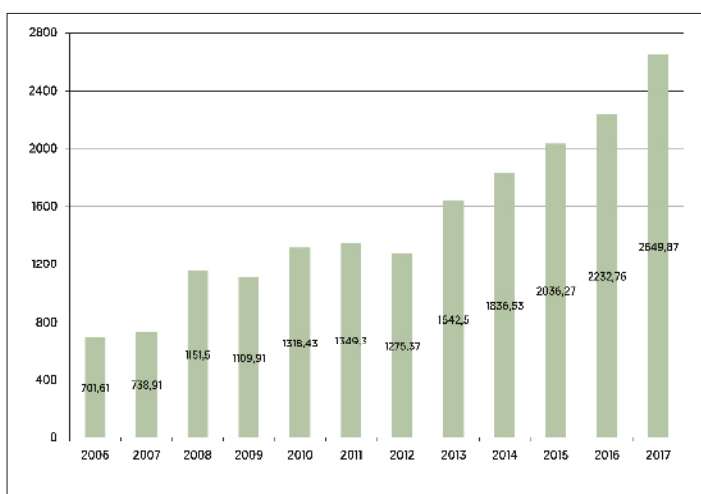
W roku 2012, chcąc zintensyfikować produkcję biogazu, w oczyszczalni rozpoczęto aplikowanie do komór fermentacyjnych dodatkowych substancji, rozpoczynając proces kofermentacji. Początkowo jedynym kosubstratem była pozyskiwana z zakładowej podczyszczalni ścieków ubojni

Stężenia ładunków w ściekach surowych i oczyszczonych – 2017 r.

Parametry	Ścieki surowe	Ścieki oczyszczone	Pozwolenie wodnoprawne
BZT5 (mg O ₂ /l)	831	4,4	15
CHZT (mg O ₂ /l)	1586	49,4	125
Fosfor ogólny (mg P/l)	13,3	0,6	1
Azot ogólny (mg N/l)	109	7,8	10
Zawiesina ogólna (mg/l)	590	6	35



Rys. 1. Produkcja biogazu w latach 2006-2017



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej w latach 2006-2017

drobni emulsja tłuszczowa, wprowadzana bezpośrednio do każdej z komór fermentacyjnych bez zagęszczania (sucha masa emulsji około 6-7%). Wprowadzano po około 5-10 m³ kofermentu na dobę. Nastąpił skokowy wzrost produkcji biogazu o około 25% (rys. 1 – lata 2012-2013).

W październiku 2015 r. zakład dostarczający emulsję tłuszczową wstrzymał produkcję. W związku z tym w miejsce emulsji tłuszczowej zaczęto dawковать wywary gorzelniane. Potencjał energetyczny wywarów jest jednak dużo mniejszy, dlatego do każdej z komór podawano średnio po 15-20 m³ wywaru na dobę. Po pół roku aplikacji zrezygnowano jednak z ich podawania.

Obecnie dobowy wsad do każdej z komór przedstawia się następująco:

- ▶ osad wstępny po zagęszczeniu do poziomu około 6% – 20-25 m³ (w roku 2017 – 21 200 m³),
- ▶ osad nadmierny zagęszczony do ok. 6% – 20 m³,
- ▶ koferment – emulsja tłuszczowa bez mechanicznego zagęszczania (s.m. ok 7%) – 10 m³ (w roku 2017 – 6760 m³).

Średni czas retencji osadów w komorze fermentacyjnej wynosi około 37 dni.

W styczniu 2016 r. odbył się rozruch trzeciej jednostki kogeneracyjnej, o mocy 253/318 kW, która zastąpiła najstarszy

zespół kogeneracyjny, pracujący jako układ awaryjny w czasie postoju jednej z pozostałych jednostek. Do końca roku 2017 jednostka przepracowała 13 969 rbh i wyprodukowała 2,597 Gwh.

Stuprocentowa samowystarczalność

Wraz ze wzrostem produkcji biogazu oraz związanej z nim produkcji energii elektrycznej i ciepłej zanotowano także wzrost samowystarczalności oczyszczalni w stosunku do potrzeb energetycznych (rys. 3). Od roku 2006 oczyszczalnia w Iławie jest w 100% samowystarczalna pod kątem zapotrzebowania na energię ciepłą. Ciepło wykorzystywane jest do ogrzewania budynków technologicznych, komór fermentacyjnych i pomieszczeń socjalnych. Nadwyżki kierowane są do ogrzewania posadzki w słonecznej suszarni osadów pościekowych, w skład której wchodzi obecnie dwie hale o łącznej powierzchni 2800 m².

Chcąc maksymalnie wykorzystać wyprodukowaną energię elektryczną na potrzeby własne, zamontowano analizatory zapotrzebowania w rozdzielni głównej, po stronie poboru energii. Informują one, ile oczyszczalnia potrzebuje energii elektrycznej w danym momencie. Na podstawie tej informacji ustawiana jest praca jednostek kogeneracyjnych w celu uzyskania 100-procentowego pokrycia zapotrzebowania z własnego źródła. Powstająca nadwyżka wyprodukowanej energii elektrycznej oddawana jest odpłatnie do sieci operatora systemu energetycznego (OSE). Koszt zakupu 1 kWh energii elektrycznej wynosi w tym przypadku około 0,57 zł netto. Natomiast ze sprzedaży nadwyżki wyprodukowanej przez agregaty energii przedsiębiorstwo zarządzające oczyszczalnią otrzymuje 0,16 zł netto za 1 kWh.

Analizując wykres bilansu energii za rok 2017, widać, że ilość energii oddana do sieci OSE jest dużo wyższa niż ilość energii pobrana z sieci OSE. Przy pracy ciągłej jednostek kogeneracyjnych, bez przestojów serwisowych i awarii, udaje się w 100% pokryć zapotrzebowanie na energię elektryczną dla oczyszczalni.

Zielone i żółte certyfikaty

Dodatkowe bonusy uzyskiwane z kogeneracji to certyfikaty. W przypadku oczyszczalni w Iławie są to certyfikaty zielone i żółte. Proces ich sprzedaży może wydawać się skomplikowany, ale po przejściu całej procedury staje się zrozumiały. Sama procedura wygląda następująco.

W pierwszym dniu miesiąca, o godz. 00.00, system automatycznego odczytu wskazań liczników energii elektrycznej dokonuje odczytu, który następnego dnia jest przesyłany przez OSE (operatora systemu energetycznego) w postaci pliku na serwer Iławskich Wodociągów. Na podstawie danych, w oparciu o ustawę Prawo energetyczne, Iławskie Wodociągi wypełniają wniosek o wydanie świadectwa pochodzenia (zielone certyfikaty) i wniosek o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji (żółte certyfikaty), po czym wysyłają je za pośrednictwem OSE do Urzędu Regulacji Energetyki. OSE dokonuje czynności sprawdzających, poświadczając prawidłowość zawartych danych i przesyła je do URE.

Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wydaje wytwórcy energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii w wysoko sprawnej kogeneracji świadectwa pochodzenia (tzw. zielone i żółte certyfikaty), po czym rejestruje je w Rejestrze Świadectw Pochodzenia, prowadzonym przez Towarową Giełdę Energii. Wersje papierowe świadectw pochodzenia wysyłane są przez URE do wytwórcy. Po zarejestrowaniu przyznanych ławskim Wodociągom świadectw na TGE upoważniony pracownik dokonuje czynności związanych ze sprzedażą określonego wolumenu w notowaniach pozasesyjnych (zielone certyfikaty) i w normalnym trybie na TGE (żółte certyfikaty). W dniu sprzedaży wolumenu świadectw ławskie Wodociągi wystawiają faktury dla podmiotów, które kupiły świadectwa.

W roku 2017 wpływy ze sprzedaży praw majątkowych do żółtych certyfikatów wyniosły 299 839,32 zł netto, natomiast ze sprzedaży praw majątkowych do zielonych certyfikatów wpłynęło 92 804,43 zł netto. Należy jednak pamiętać, że ceny za prawa majątkowe wynikające ze świadectw pochodzenia są z roku na rok coraz niższe.

W 2015 r. średnia cena za tzw. zielone certyfikaty wynosiła 117,4 zł/Mwh, a za żółte – 117,42 zł/Mwh. W roku 2017 za certyfikaty zielone uzyskano średnią cenę 35,1 zł/Mwh, a za żółte – 115,81 zł/Mwh.

Kofermentacja osadów – plusy i minusy

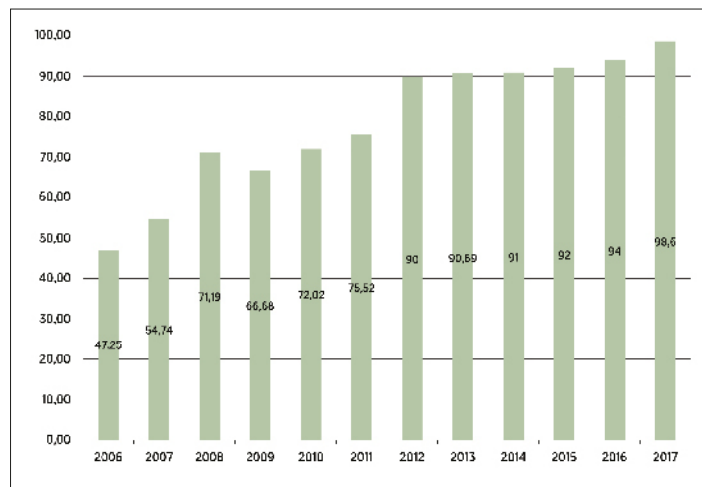
Plusem kofermentacji osadów jest niewątpliwie wzrost produkcji biogazu, a co za tym idzie – produkcji energii elektrycznej i cieplnej. Po zastosowaniu kosubstratów oczyszczalnia w ławie odnotowała wzrost na poziomie 25-30%.

Minusy to przede wszystkim większe ilości osadów pofermentacyjnych, które trzeba kierować do stacji odwadniania osadów. Większa ilość osadów to z kolei dłuższy czas pracy wirówek oraz zwiększone zużycie polimeru. Zużycie polimeru przez stację odwadniania osadów w kolejnych latach przedstawiało się następująco: 2013 r. – 6625 kg, 2014 r. – 6700 kg, 2015 r. – 8200 kg, a w 2017 r. – 12 575 kg.

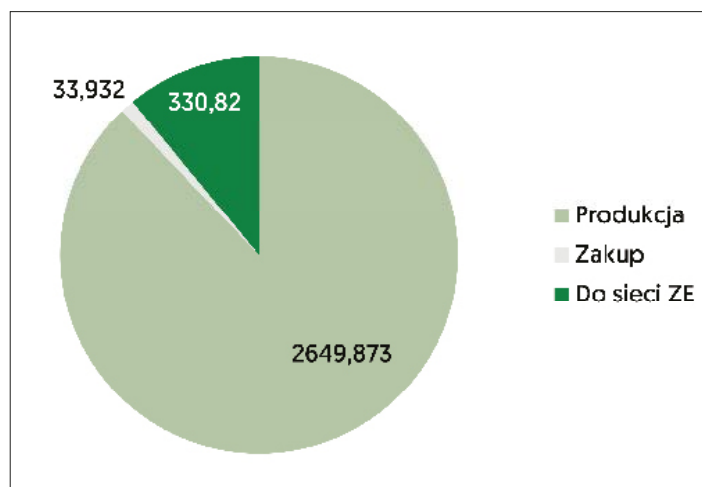
Po zastosowaniu kofermentów, pomimo stosunkowo długiego czasu przetrzymania osadów w komorze fermentacyjnej (27-30 dni), wzrósł poziom zawartości substancji organicznej w osadach przefermentowanych – z około 64% do 69-70%. W związku z tym obniżył się poziom odwodnienia osadów po wirówce – z 21% na 18% (przy tym samym zużyciu polimeru). Sucha masa osadów po fermentacji w poszczególnych latach wynosiła: 2014 r. – 642,93 t.s.m., 2015r. – 663,82 t.s.m., 2016 r. – 798,63 t.s.m., a w 2017 r. – 853,47 t.s.m.

Inwestycja kosztowna, ale opłacalna

Uzyskanie 100% samowystarczalności energetycznej oczyszczalni ścieków jest możliwe tylko w przypadku wprowadzenia procesu kofermentacji osadów i przyjmowania kosubstratów o stosunkowo dużym potencjale energetycznym. Należy jednak pamiętać, że uruchomienie tego procesu wiąże się z wieloma dodatkowymi kosztami, związanymi z dosto-



Rys. 3. Poziom samowystarczalności oczyszczalni pod kątem energii elektrycznej – lata 2006-2017



Rys. 4. Bilans energii za 2017 r. (MWh)

sowaniem obiektu do jego prowadzenia, oraz możliwymi utrudnieniami związanymi z gospodarką osadową. Decydując się na pozyskiwanie dodatkowych substratów do procesu fermentacji, należy przede wszystkim sprawdzić dostępność kofermentów w najbliższym otoczeniu oczyszczalni, ich parametry i cenę, za którą można je pozyskać. Dopiero tak przeprowadzona symulacja ekonomiczna pozwoli ocenić opłacalność inwestycji.

Dodatkowo rząd przygotowuje ustawę o promowaniu energii elektrycznej z wysoko sprawnej kogeneracji, która nie dla wszystkich wytwórców energii może być korzystna. Ma ona jeszcze w tym roku trafić pod obrady Sejmu.

Należy jednak pamiętać, że podstawowym zadaniem każdej oczyszczalni ścieków jest oczyszczanie ścieków dostarczanych systemem kanalizacyjnym. Dopiero, gdy mamy obiekt, który spełnia wymogi jakości ścieków oczyszczonych zawartych w pozwoleniu wodnoprawnym, można myśleć o realizacji kolejnych wyzwań.

Piotr Kowalski

kierownik oczyszczalni ścieków

Oczyszczalnia Ścieków Ławskie Wodociągi Sp. z o.o.