

## **Od odpadu do produktu – zintegrowana instalacja przetwarzania komunalnych osadów ściekowych**

**Gospodarka osadowa w każdym przedsiębiorstwie wodociągowo-kanalizacyjnym jest dużym wyzwaniem. Problemy z tym związane mają różnorodną charakterystykę. W dużych przedsiębiorstwach skala wytwarzanych osadów ma inny wymiar niż w małych obiektach. Małe przedsiębiorstwa nie mają większego wyboru niż zastosowanie wąskiego wachlarza sposobów zagospodarowania osadów. W większości system zagospodarowania R10 staje się standardem. Jednakże w dobie ciągle rosnących kosztów tego sposobu zagospodarowania osadów przedsiębiorstwa poszukują innych ścieżek umożliwiających zoptymalizowanie kosztów „pozbycia się” tego typu odpadów.**

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sława Sp. z o.o. taki sposób wymyślił. Nie jest to odkrycie, ale również nie jest to jeszcze standard. Opracowanie koncepcji „Od odpadu do produktu” wyrosło ze zrozumienia istoty komunalnego osadu ściekowego. Komunalny osad ściekowy, zgodnie z definicją prawną, to „pochodzące z oczyszczalni ścieków osady z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych”. Taką też filozofię przyjęto, opracowując rzeczową koncepcję. Doświadczenia zdobyte we wdrażaniu projektu przetwarzania osadów od fermentacji, po kogenerację i higienizację, aż do produktu gotowego stanowiły inspirację do napisania tego artykułu. W pierwszej kolejności zostaną zaprezentowane doświadczenia ZWiK Sława, a w dalszej zmodyfikowana koncepcja zintegrowana.

Przyglądając się specyfice osadów ściekowych w oczyszczalni ścieków w Sławie, można łatwo dostrzec pewne charakterystyczne parametry organiczne osadów, podobne do parametrów osadów przemysłu mięsnego. Nie jest to dziwne, ponieważ 70% ładunku zanieczyszczeń oczyszczalni ścieków w Sławie pochodzi z przemysłu mięsnego zlokalizowanego na terenie gminy Sława. W związku z dużą ilością ścieków podczyszczonych pochodzących z zakładowych podczyszczalni ścieków osad nadmierny usuwany z układu po oczyszczeniu ścieków stanowi bardzo dobry substrat do procesów fermentacji beztlenowej.

### **Budowa w Sławie**

Budowę systemu energetycznego opartego na instalacji agregatu kogeneracyjnego wraz z układem ZKF zrealizowano w latach 2019-2020 w ramach projektu „Budowa kompletnego systemu energetycznego opartego o instalacje agregatu kogeneracyjnego wraz z układem ZKF w Zakładzie Wodociągów i Kanalizacji Sława Sp. z o.o.”, współfinansowanego środkami UE w ramach RPO – Lubuskie 2020. Głównym substratem w procesie fermentacji jest osad nadmierny pochodzący z oczyszczania biologicznego ścieków komunalnych. Aby zwiększyć „energetyczność” podawanego substratu, ZWiK Sława zawarł kontrakt na zarządzanie jedną z większych podczyszczalni ścieków w znanym zakładzie mięsnym. Tym samym ZWiK Sława stał się „właścicielem” flotatu, czyli osadu z podczyszczalni ścieków przemysłowych. Mieszanka osadu nadmiernego i flotatu stanowi wkład do procesów fermentacji metanowej. Zgodnie z założeniami projektowymi, system jednostki kogeneracyjnej (moc elektryczna 104 kW, moc cieplna 107 kW) oraz komory fermentacyjnej został dostosowany do przetworzenia całości osadu nadmiernego i dowożonego flotatu (ok. 60 m<sup>3</sup>/d). W myśl założeń projektowych wybudowano zamkniętą komorę fermentacyjną o objętości czynnej 2000 m<sup>3</sup>. Wprowadzenie osadu zmieszanego (osad nadmierny i flotat) do komory fermentacyjnej poprzedza wybudowany zbiornik osadu zagęszczonego o objętości 400 m<sup>3</sup>. Ponieważ osad nadmierny posiada inny procent uwodnienia (1,5-2% s.m.) niż flotat (4,5-6% s.m.), a założenia projektowe przewidują zmieszany osad na poziomie 5% s.m., osad nadmierny przechodzi przez instalację mechanicznego zagęszczania na zagęszczaczu taśmowym. Uśredniony osad zmieszany ma ok. 4,5-5% s.m. i w ilości ok. 55 m<sup>3</sup> jest podawany do zamkniętej komory fermentacyjnej.

Podawany osad do procesu fermentacji jest wstępnie podgrzewany do temperatury 35-38°C. Czas przetrzymywania w komorze fermentacyjnej to ok. 35-38 dni. Jest to długi czas, który stanowi rezerwę do zwiększania ilości podawanego osadu. W wyniku fermentacji następuje produkcja biogazu w ilości 600-900 m<sup>3</sup>/d. Zawartość czystego metanu stanowi powyżej 60% (instalację produkcji biogazu przedstawiono na fot. 1).

Fot. 1. Zamknięta komora fermentacyjna i zbiornik biogazu (4 x arch. spółki)



Specjalna jednostka kogeneracyjna przekształca biogaz w energię elektryczną i ciepłą. Energia ciepła jest w całości wykorzystywana w procesie podgrzewania zbiornika fermentacyjnego oraz wstępnego podgrzewania osadu podawanego. Energia elektryczna w części jest wykorzystywana do pracy całej instalacji, a w części jest wprowadzana do układu energetycznego całej oczyszczalni ścieków. Przeciętna dobowo produkcja energii elektrycznej to 1000-1500 kW/d. W wyniku fermentacji powstaje osad przefermentowany o masie organicznej zredukowanej do poziomu ok. 53% s.m. Zawartość suchej masy w osadzie przefermentowanym wynosi ok. 2,5-3%.

### **Drugi etap**

Wytworzenie osadu przefermentowanego nie kończy procesu obróbki osadu w ZWiK Sława. Kolejnym etapem jest poddanie osadu przefermentowanego higienizacji w instalacji polepszacza glebowego. Kompleksowa instalacja produkcji polepszacza glebowego obejmuje silos wapna palonego, zbiornik podawania PIX-u, komorę przetrzymywania osadu, wirówkę do odwodnienia osadu oraz reaktor granulacji i higienizacji osadu wapnem palonym. Projekt wyposażenia ZWiK Sława w instalację polepszacza glebowego został zrealizowany w ramach projektu „Uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej na terenie aglomeracji Sława”, współfinansowanego środkami UE w ramach POiŚ 2014-2020.

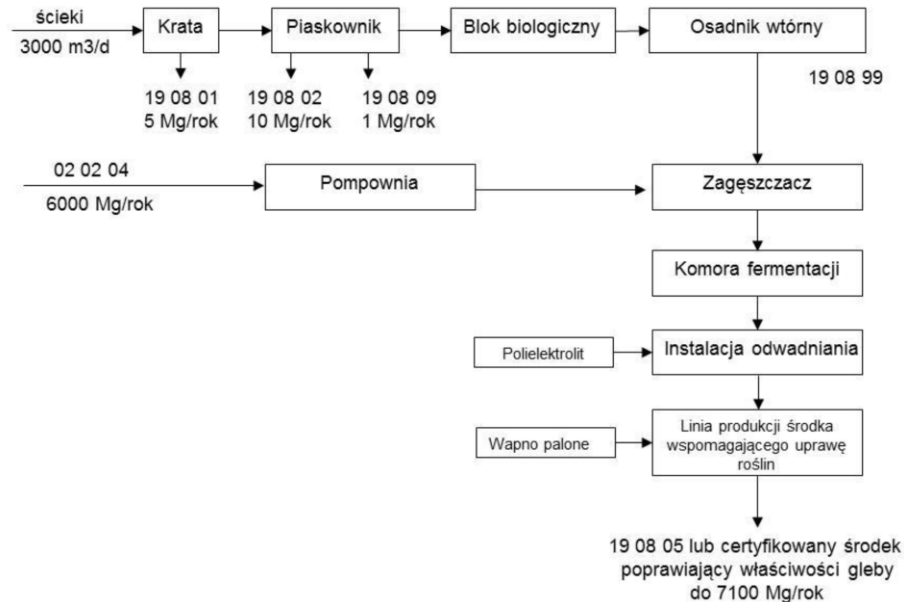
Przefermentowany osad w ilości ok. 1600 kg s.m./d o zawartości ok. 2,85% s.m. jest poddawany odwodnieniu w wirówce. Specjalne dozowanie polielektrolitu zapewnia większą stabilizację osadu, który po odwirowaniu zapewnia zawartość ok. 18-20% s.m. Odwodniony osad zostaje poddany wapnowaniu wapnem palonym w instalacji wytwarzania środka poprawiającego właściwości gleby (wyrób gotowy na fot. 2).

Fot. 2. Osad przed i po higienizacji



Schemat blokowy oczyszczalni ścieków z bilansem masowym wytwarzania osadów pokazano na rys. 1.

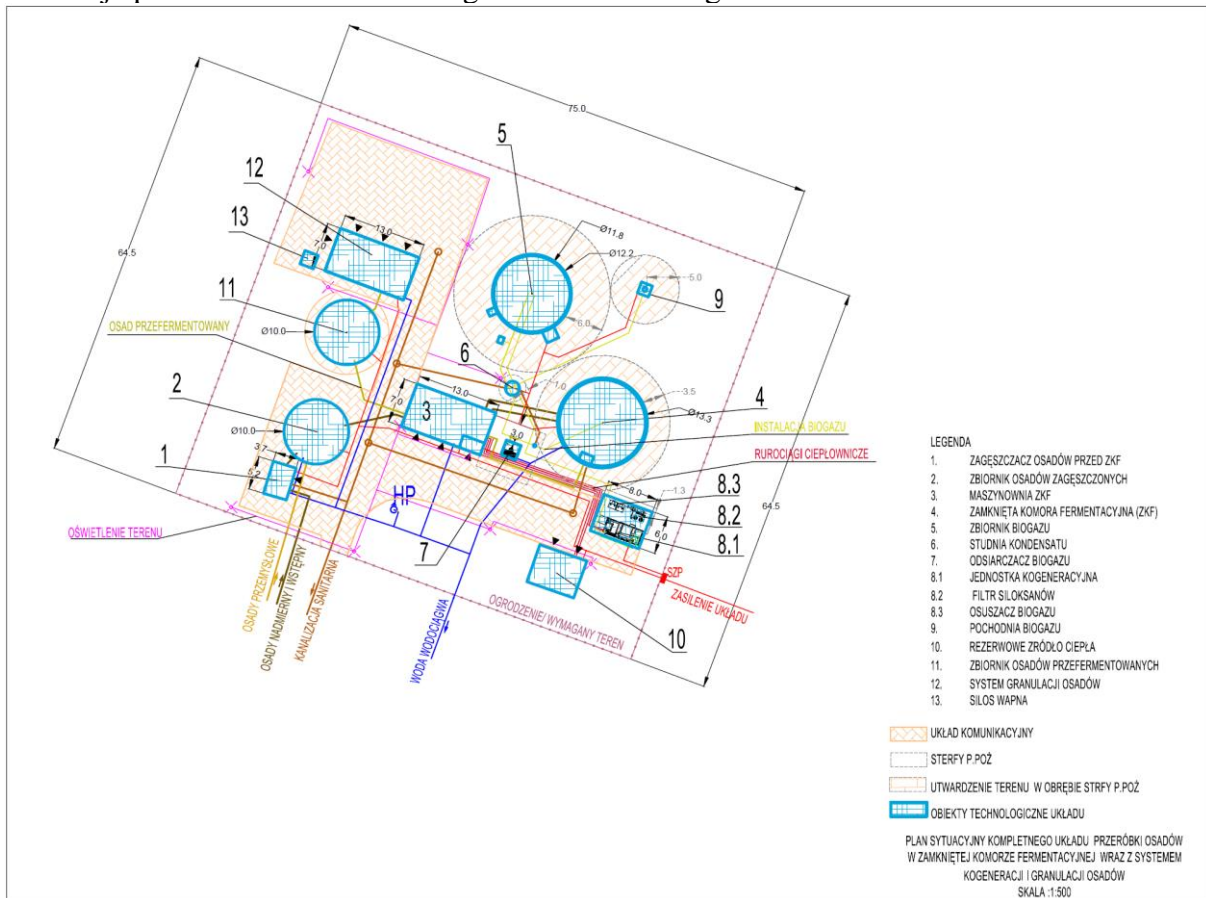
Rys. 1. Schemat blokowy oczyszczalni ścieków z bilansem masowym wytwarzania osadów



### Od odpadu do produktu

Doświadczenia ZWiK Sława pozwoliły na opracowanie zintegrowanej instalacji przetwarzania osadu zwaną „Od odpadu do produktu – zintegrowana instalacja przetwarzania komunalnego osadu ściekowego”. Opracowana koncepcja zbiera doświadczenie spółki, tworząc kompleksowy system powiązanych ze sobą instalacji i obiektów, zlokalizowanych na ograniczonym terenie, z pełnymi wymogami budowlanymi, ppoż. i BHP.

Rys. 2. Plan sytuacyjny kompleksowej instalacji „Od odpadu do produktu – zintegrowana instalacja przetwarzania komunalnego osadu ściekowego”



Cała koncepcja bazuje na parametrach urządzenia kogeneracyjnego zainstalowanego w ZWiK Sława. Dane wyjściowe: jednostka kogeneracyjna o mocy 104 kW, oczyszczalnia ścieków zaprojektowana na przyjęcie do 45 tys. RLM. Pomimo że instalacja w ZWiK Sława przyjmuje do 28 tys. RLM, istnieje rezerwa na dostarczanie nowych ładunków zanieczyszczeń lub innego rodzaju substratu, np. biomasy. Do tego w koncepcji zaplanowano osobny zbiornik na osad przywożony lub/oraz zbiornik biomasy. Osad nadmierny (oraz osad z osadników pierwotnych) z założenia musi podlegać zagęszczeniu. Zagęszczenie może być mechaniczne lub mieszaniną biomasy i osadu nadmiernego. Instalacja przewiduje przeprowadzenie tego typu mieszaniny przez zagęszczacz mechaniczny. Substrat pochodzący z przemysłu spożywczego w zależności od zawartości suchej masy jest bezpośrednio odprowadzany do zbiornika osadu zagęszczonego lub również przechodzi przez proces zagęszczania. Mieszanina osadu o optymalnym zagęszczeniu jest podawana do komory fermentacyjnej. Cały system instalacji podawania osadu jest powiązany z recyrkulacją i wstępnym podgrzewaniem. Do podgrzewania służy gorąca woda, która jest podgrzewana dzięki wymiennikom ciepła wytwarzanego w ramach instalacji kogeneracyjnej. Wymiennik ciepła jest zlokalizowany w pobliżu komory fermentacyjnej w specjalnej zabudowie kontenerowej. Tak przygotowany osad jest dostarczany do komory fermentacyjnej. W komorze fermentacyjnej czas przetrzymywania osadu jest uzależniony od struktury osadu zmieszanego. W zależności od proporcji osadu nadmiernego, biomasy i flotatu czas przetrzymywania może być różny (od 20 do 35 dni). W wyniku fermentacji metanowej wytwarza się biogaz. Biogaz po odwodnieniu na stacji w studni kondensatu kierowany jest rurociągiem do stacji odsiarczania biogazu i dalej w kierunku zbiornika biogazu o objętości magazynowania  $V = 2000 \text{ m}^3$  oraz ciśnieniu magazynowania

2kPa. Biogaz ze zbiornika biogazu doprowadzony będzie poprzez studnie kondensatu do stacji osuszania i oczyszczania z siloxanów biogazu, gdzie po podwyższeniu ciśnienia doprowadzony będzie do agregatu kogeneracyjnego. W studni kondensatu, po odwodnieniu, w sytuacjach nadmiaru biogaz zamiast do jednostki kogeneracyjnej kierowany będzie na pochodnie biogazu. Jednostka kogeneracyjna jest urządzeniem elektromechanicznym przeznaczonym do równoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w procesie przemiany energii spalania biogazu na energię mechaniczną (silnik) i następnie na energię elektryczną (prądnicą) oraz ciepłą (wymienniki). Główne podzespoły jednostki kogeneracyjnej są w zabudowie kontenerowej. Zespół prądotwórczy składa się z gazowego silnika spalinowego oraz prądnicy synchronicznej. Moduł cieplny tworzy wymiennik: obieg pierwotny – obieg wtórny, wymiennik spalinowy oraz pompy recyrkulacyjne.

Osad przefermentowany jest dostarczany do zbiornika przetrzymywania, w którym następuje ciągłe mieszanie pofermentu. Ze zbiornika przetrzymywania poferment jest dostarczany do nowej instalacji odwadniania osadu. Stacja odwadniania osadu jest w zabudowie kontenerowej, gdzie zlokalizowane są również urządzenie do granulacji osadu, zbiornik na PIX oraz zewnętrzny silos wapna palonego.

System wirowania osadu ma zagwarantować jego odwodnienie do 20% zawartości suchej masy. Odwodniony osad przenośnikiem ślimakowym będzie przenoszony do węzła reakcji, do którego również jest dostarczane wapno palone ze zbiornika magazynującego (silos na zewnątrz). W węźle reakcji następują stabilizacja chemiczna, higienizacja i granulacja osadu wapnem palonym. Proces technologiczny polega na kontrolowanym mieszanii osadu z wapnem palonym, podczas którego zachodzi reakcja egzotermiczna, powodująca wzrost temperatury mieszanki do minimalnej temperatury gwarantującej proces higienizacji i granulacji. Reakcja egzotermiczna następuje pomiędzy dawkowanym wapnem palonym oraz wodą zawartą w osadzie, a powstający efekt cieplny jest uzależniony m.in. od dawki osadu. Osiągnięcie i utrzymanie wysokiej temperatury w reaktorze zapewnia higienizację i granulację osadu. Po przetworzeniu wapnowany osad będzie usuwany spod reaktora przenośnikiem taśmowym, który zapewni transport granulatu w formie luźnej bezpośrednio do podstawionej przyczepy pojazdu transportującego. Usunięty wapnowany osad będzie kierowany do magazynu pod wiatą, gdzie będzie dojrzewał i podlegał końcowym przemianom i higienizacji. Finalny produkt powinien:

- mieć postać suchego, hydrofobowego granulatu o drobnym uziarnieniu (do maks. 5 mm),
- charakteryzować się sypkością i brakiem pylenia w trakcie magazynowania i transportu,
- być łatwy w przechowywaniu i pakowaniu oraz nadawać się do rozsiewania na polach za pomocą siewników nawozów,
- być całkowicie ustabilizowany, niepodatny na zagniwanie,
- być pozbawiony bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz jaj pasożytów jelitowych, m.in. *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp.,
- być poddany wymaganej prawem procedurze dopuszczenia dla środków wspomagających uprawę roślin i uzyskać dopuszczenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi do wytwarzania i obrotu rynkowego.

Tym samym osad wytworzony w ramach biologicznego oczyszczania ścieków komunalnych, stanowiący odpad o kodzie 19 08 05, stanie się certyfikowanym środkiem poprawiającym właściwości gleby.

### **Polecamy się**

Przedstawiona koncepcja zintegrowanej instalacji przetwórstwa komunalnego osadu ściekowego pn. „Od odpadu do produktu” może stać się uniwersalnym narzędziem do zastosowania w każdej mniejszej oczyszczalni ścieków. Na działce o powierzchni ok. 50 arów może powstać nowoczesna instalacja. Oczyszczalnię ścieków zaprojektowana do przyjęcia do



45 tys. RLM dzięki wyposażeniu w proponowane urządzenia mogą zmienić swój status z przedsiębiorstwa produkującego osady na rzecz przedsiębiorstwa produkcyjnego. Szerokie doświadczenia już coraz większej liczby przedsiębiorstw posiadających podobne instalacji wskazują, że taki kierunek rozwoju jest koniecznością. Mając własne doświadczenia w pracy poszczególnych urządzeń i układów, służymy pomocą tym, którzy nie wiedzą, „jak to ugryźć”. Jest wiele różnych mankamentów, które zostały pominięte w tym opracowaniu, ale to tylko ze względu na objętość opracowania. Służymy swoim doświadczeniem i ewentualną pomocą.

**Jarosław Hermaszewski**

**prezes Zarządu**

**Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sława Sp. z o.o.**