

REINVENTANDO LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

EN ESTE ARTÍCULO DESCRIBIMOS LA SOLUCIÓN QUE SYMBIONA APORTÓ A UN GRUPO INTERNACIONAL DE PRODUCTOS LÁCTEOS. EL SISTEMA ANOXYMEM® DE SYMBIONA COMBINA LAS VENTAJAS DE LOS REACTORES ANAERÓBICOS CSTR JUNTO A LOS BENEFICIOS DE LA SEPARACIÓN MEDIANTE MEMBRANAS.

El cliente de Symbiona, un gran grupo internacional de productos lácteos con una facturación de más de 400 M€ cuyo origen data de principios del siglo XX, posee un gran número de fábricas ubicadas estratégicamente en Europa Central, el centro de la industria de fabricación de productos lácteos Europa.

Siendo uno de los productores europeos más innovadores, el cliente de Symbiona realiza una gran inversión tanto en nuevas tecnologías de producción como en tecnologías para reducir su huella ambiental. Esto ha impulsado el rápido crecimiento de la compañía en los últimos años, lo que exige la expansión de su capacidad de producción y da lugar a nuevos retos para la protección del medio ambiente.

El mayor complejo de fabricación del grupo fue servido por una planta de tratamiento de efluentes (PTE) aeróbico, diseñada y construida en la década de 1990 y la descarga se realizaba al alcantarillado municipal con desagüe a los ríos. Después de casi 20 años de funcionamiento, se requería de una modernización para cumplir con los requisitos ambientales además de ahorrar energía y mejorar su rentabilidad. Además cuenta con otras tres plantas de producción con sus respectivas PTEs situadas a entre 50 y 150 km de la planta de fabricación principal y ubicadas en zonas altamente urbanizadas.

La empresa incurría en un elevado gasto para eliminar los lodos de sus PTEs y buscaba una forma económica con la que hacer frente a los lodos de flotación que se producían. La construcción de instalaciones de estabilización de lodos y de digestión anaerobia en cada PTE sería inviable económicamente; en su lugar una planta de procesamiento de todo el lodo de flotación generado en dos PTEs si era viable, a pesar de implicar costes adicionales de transporte.

Esta era, por tanto, la solución prevista por el cliente, cuya relación con Symbiona ha comenzado hace algunos años cuando Symbiona le proporcionó con éxito sus servicios de consultoría para la optimización de las PTEs. Los expertos de Symbiona también ayudaron a que el cliente cumpliera con nuevos retos medioambientales; estos resultados se obtuvieron gracias al know-how de Symbiona como consultora en el mercado de la industria láctea y su experiencia con proyectos "llave en mano" para el sector lácteo.

En la segunda mitad de 2014, Symbiona se adjudicó un contrato por valor de más de 7 M€ para la renovación de la PTE principal, incluyendo la construcción de una planta de AnoxyMem® (anaeróbico MBR) para la digestión de lodos grasos. Los objetivos del proyecto fueron los siguientes:

- El aumento de capacidad de la planta en un 50%, a alrededor de 4000 m³/d, que corresponde a una carga contaminante de 140.000 Habitantes Equivalentes (HE).
- La eliminación completa de nutrientes (EBN) para cumplir con las normas de descarga (TN <30 mg / l y TP <2 mg / l).

REINVENTING ANAEROBIC DIGESTION

IN THIS ARTICLE, WE DESCRIBE THE SOLUTION PROVIDED BY SYMBIONA FOR AN INTERNATIONAL DAIRY GROUP. SYMBIONA'S ANOXYMEM® SYSTEM COMBINES THE BENEFITS OF CSTR ANAEROBIC REACTORS WITH THE ADVANTAGES OF MEMBRANE SEPARATION.

Symbiona's client, a large international dairy group with a turnover of over EUR 400 million, was founded at the beginning of the 20th century and owns a number of factories strategically located in Central Europe - the very centre of the European dairy manufacturing industry.

As one of the most innovative European producers, the client invests heavily in new manufacturing and environmental abatement technologies. This has fuelled the company's rapid growth in recent years, necessitating expansion of its production capacity and giving rise to new environmental protection challenges.

The group's biggest manufacturing complex was served by an aerobic effluent treatment plant (ETP), designed and built in the 1990s and discharging to a municipal sewer system with a river outflow. After nearly 20 years of operation, it required an upgrade in order to both meet environmental regulations and be energy- and cost-efficient. There are three other production plants with ETPs located within 50 to 150 km of the main facility, in highly urbanised areas.

A major burden had been the high sludge disposal costs generated by the company's ETPs, with finding an economical way of dealing with the flotation sludge produced being another challenge. Building separate sludge stabilisation or AD processes for each ETP would not be cost effective; however, a central plant processing all the flotation sludge from a couple of ETPs would be viable, despite incurring additional transportation costs.

This was, therefore, the basis for a solution envisaged by the client, whose relationship with Symbiona started some years ago when Symbiona successfully provided consultancy for ETP optimisation. Our experts also helped the client deal with new



- Reutilizar la mayor parte posible de la infraestructura existente.
- El tratamiento de manera rentable de los lodos de flotación producida por la PTE principal y las tres PTEs más pequeñas.
- La generación de energía eléctrica y calor a partir de biogás de digestión.
- La minimización de la producción de lodos en al menos un 95% para obtener importantes ahorros de costes.

Tratamiento eficiente de efluentes

La solución propuesta y diseñada por Symbiona ha permitido la ejecución de una ampliación flexible en múltiples pasos, para así optimizar tanto el rendimiento del tratamiento como la rentabilidad de la inversión.

Después de la regulación de caudal y la corrección automática del pH, las grasas se eliminan mediante sistemas de flotación por aire disuelto (con una dosificación química mínima). El agua residual pasa entonces al sistema FloBed™ MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) para la eliminación de las altas DQO y un funcionamiento estable incluso con picos diurnos en el caudal y la carga de DQO. Una fase de desnitrificación mediante el sistema FloBed™ IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge) elimina el nitrógeno residual así como las altas concentraciones de NH₄-N (> 1000 mg/l) en la línea de la digestión anaerobia. El sistema de aireación, mediante difusores porosos de alta eficiencia, minimiza el consumo de energía y cuenta con el apoyo de un software de control centralizado y autónomo para la toma de decisiones. El agua residual pasa finalmente por decantadores circulares y se descarga al río, cumpliendo con la normativa de clase A.

Reducción de un 99,5% de la DQO de los lodos grasos

Los lodos procedentes de la unidad de flotación se mezcla con el lodo aeróbico, así como los lodos procedentes de otras fábricas de grupo, con el fin de minimizar los costes operativos (OPEX). La corriente combinada se trata en un reactor de fermentación de metano AnoxyMem®.

AnoxyMem® es una tecnología propia de Symbiona, que se desarrolló después de algunos años de I + D en la empresa. Mediante la combinación de las ventajas de un reactor continuo de tanque agitado (CSTR) anaeróbico clásico junto a las ventajas de la separación mediante membranas avanzadas de alta eficiencia energética, se consigue un sistema para el tratamiento de efluentes con muy alta DQO, SST y con altas concentraciones de grasas y aceites (FOG).

environmental challenges; delivering such results - oriented consultancy was made possible by Symbiona's deep knowledge of the dairy industry market, and experience with turnkey dairy projects.

In the second half of 2014, Symbiona secured a contract worth over EUR 7 million for the renovation of the main ETP, including the building of an AnoxyMem® (anaerobic MBR) plant for fatty sludge digestion. The project objectives were as follows:

- Increasing plant capacity by 50% to around 4000m³/d, corresponding to a pollution load of approximately 140,000 Population Equivalent (PE)
- Full BNR removal to comply with discharge regulations (TN < 30mg/l and TP < 2mg/l)
- Utilising as much of the existing infrastructure as possible
- Profitably treating the flotation sludge produced by the main ETP and the three smaller ETPs
- Generating electric power and heat from biogas digestion
- Minimising sludge production by at least 95% to obtain significant cost savings

Efficient Effluent Treatment

The solution proposed and designed by Symbiona allowed for flexible expansion to be carried out in multiple steps, thereby optimising return on investment and treatment performance.

Following flow buffering and automatic pH correction, fats are removed by dissolved air flotation (with minimal chemical dosing). The wastewater then passes to a FloBed™ MBBR for high COD removal and stable operation even with diurnal peaks in flow and COD load. A FloBed™ IFAS denitrification step removes residual N as well as high NH₄-N (>1000mg/l) contained in the stream from anaerobic digestion. The aeration system, using high-efficiency porous diffusers, minimises energy consumption, with the support of autonomous decision-making centralised control software. The wastewater is finally settled in circular clarifiers and discharged to the river, meeting CLASS A requirements.

Achieving 99.5% COD Reduction in Fatty Sludge
Sludge from the flotation unit is mixed with aerobic sludge as well as sludge from other group factories in order to minimize group OPEX. The combined stream is treated in an AnoxyMem® methane fermentation reactor.



AnoxyMem® is Symbiona's proprietary technology, developed after a number of years of in-house R&D. Combining the benefits of a classical anaerobic CSTR reactor with energy-efficient advanced membrane separation, it is designed to treat effluents with very high COD, TSS and FOG content. AnoxyMem® delivers stable operation and biogas production, and COD reduction of up to 99,5% - far outperforming classical systems.

Anaerobic sludge is pumped into a CSTR reactor, designed to ensure specific reactor mixing. The COD concentration of this feed slurry exceeds 75.000mg/l. It is then circulated through the AnoxyMem® membrane separation system, in which the biomass (sludge) is fully separated from the treated leachate (permeate). The concentrated biomass is recycled back to the

AnoxyMem® ofrece un funcionamiento estable y una producción de biogás consistente, así como la reducción de la DQO en hasta un 99,5% - un rendimiento muy superior a los sistemas clásicos.

El lodo anaeróbico se bombea a un reactor CSTR, diseñado para asegurar una mezcla específica en el reactor. La concentración de DQO de esta suspensión de alimentación excede los 75.000 mg / l; se le hace circular a través del sistema de separación de membrana AnoxyMem®, en el que la biomasa (lodos) está totalmente separada del lixiviado tratado (permeado). La biomasa concentrada se recircula de nuevo al reactor anaeróbico, mientras que el permeado limpio, que tiene una cantidad de Sólidos Suspending Totales (SST) de casi cero, se dirige a la desnitrificación para la eliminación de NH₄-N.

Con una SRT (tiempo de retención de lodos) muy baja, AnoxyMem® logra la conversión casi total de FOG y SST en biogás. Además, un Tiempo de Retención Hidráulica (HRT) de menos de 10 días asegura que el reactor es de 2,5 a 3 veces más pequeño que un digestor clásico y este ahorro de espacio puede ser utilizado para una futura ampliación.

Las membranas del sistema AnoxyMem® se instalan en serie fuera del reactor anaeróbico. Esto permite el mantenimiento sin detener el proceso de fermentación de metano, así como la ampliación futura sin obras importantes. El sistema está controlado por un sistema de control autónomo que asegura una alta flexibilidad con independencia de las condiciones de entrada. Su finalidad es optimizar el consumo de energía y de productos químicos en los procesos de fermentación de metano y en los procesos de separación por membranas.

Producción de energía y recuperación completa del calor

El biogás producido por el sistema AnoxyMem® es rico en metano, con concentraciones de más de 72%. Después de salir del digestor, el biogás se limpia, se tampona y luego se usa como combustible en un sistema de cogeneración de 600 kW de potencia.

El calor procedente de la cogeneración se utiliza de tres maneras:

- Para la calefacción de lodos (esto es eficaz debido a la pequeña digestor y recuperación de energía a partir del permeado);
- en un módulo ORC (Organic Rankine Cycle) para la producción de energía eléctrica adicional; y
- Para el secado térmico de fangos, que se utiliza para reducir al mínimo la cantidad final de los lodos introducidos en el reactor AnoxyMem® a aproximadamente el 1% del total de lodos húmedo / material flotante introducido en el reactor.

Un enfoque integrado

Un factor clave para el uso de AnoxyMem® en este proyecto era la necesidad que tenía el cliente de minimizar la generación de residuos y, a la vez, generar energía eléctrica a partir de biogás, lo que daría lugar a una rápida amortización de la inversión. Esto se consigue debido al efluente muy limpio descargado y a la producción de biogás estable, cuya alta concentración de metano facilita el funcionamiento estable del sistema de cogeneración. La implementación de la tecnología AnoxyMem® de Symbion ha aportado al cliente una solución estable y sostenible que funciona de acuerdo con la economía circular.



anaerobic reactor, while the clean permeate with almost zero TSS is directed to denitrification for NH₄-N removal.

With its very low SRT (biomass retention time), AnoxyMem® achieves the almost total conversion of FOG and TSS into valuable biogas. Conversely, an HRT (hydraulic retention time) of fewer than 10 days ensures that the reactor is 2.5 to 3 times smaller than a classical digester, saving valuable space that can be used for future expansion.

The membranes of the AnoxyMem® system are installed in series outside the anaerobic reactor. This enables maintenance without stopping the methane fermentation process, as well as future expansion without significant works. The system is controlled by an autonomous control system which ensures high flexibility irrespective of the input conditions. Its purpose is to optimise the consumption of energy and chemicals in the methane fermentation and membrane separation processes.

Energy Production and Full Heat Reuse

Biogas produced by the AnoxyMem® system is rich in Methane, with concentrations of over 72%. After leaving the digester, the biogas is cleaned, buffered and then used as fuel in a 600kW cogeneration system.

Heat from cogeneration is used in three ways:

- For sludge heating (this is effective due to the small digester and energy recovery from permeate);
- in an ORC module for additional electrical energy production
- For thermal sludge drying, which is used for minimising the final quantity of sludge introduced to the AnoxyMem® reactor to around 1% of total wet sludge/flotate fed into the reactor.

Integrated Approach

A key driver for using AnoxyMem® in this application was for the client to minimise waste generation, and generate electricity from biogas production, thus providing a rapid return on investment. This was achieved due to the very clean effluent discharged and stable biogas yield, whose high methane concentration facilitates the stable operation of the cogeneration system. Implementation of Symbion's AnoxyMem® technology has provided the client with a stable and sustainable solution that operates in accordance with the circular economy.