

The background is a solid blue color with a subtle texture. On the left side, there is a cluster of various blue pills and capsules, including oval tablets and cylindrical capsules, some with visible markings.

**eXeno™**  
**il sistema MBBR per il**  
**trattamento delle acque reflue**  
**da industrie farmaceutiche**

# eXeno™: il sistema MBBR per il trattamento delle acque reflue da industrie farmaceutiche

ELENA TORRESI

AnoxKaldnes-Veolia Water Technologies AB, Klosterängsvägen 11A, Lund, 226 47, Sweden

## Introduzione

Un efficace trattamento delle acque reflue degli impianti farmaceutici è al giorno d'oggi essenziale per assicurare un ciclo produttivo sostenibile. La produzione chimica o biologica di farmaci e principi attivi utilizza una vasta quantità di acqua e sostanze che inevitabilmente arrivano tramite gli effluenti di scarico al recipiente ultimo. Questi effluenti di scarico vengono generalmente mandati all'impianto municipale di trattamento delle acque, ad un impianto decentralizzato presente nell'industria oppure, raramente, vengono scaricate direttamente nell'ambiente naturale.

I parametri effluenti da garantire sono generalmente sostanza organica carboniosa (BOD e COD), ammoniaca e azoto totale, solidi, fosforo, temperatura e pH. Negli ultimi anni sono emersi anche limiti di scarico specifici sui farmaci prodotti, specialmente in aziende farmaceutiche con una forte politica di Responsabilità Sociale d'Impresa (o CSR) o aziende che vogliono raggiungere standard più elevati rispetto ai requisiti normativi locali.

Le acque reflue farmaceutiche sono complesse e diverse da produzione a produzione, in termini quantitativi e di frequenza (possono essere prodotte in modo continuativo o in batch) e qualitativo (più o meno degradabili). Per tanto un audit per identificare le caratteristiche del refluo è necessario e prove di laboratorio o impianti pilota vengono spesso utilizzati per progettare una filiera di trattamento ottimizzata ed efficiente. Spesso queste acque hanno una concentrazione medio-alta di COD che può essere degradato, utilizzando batteri naturalmente presenti nel refluo (biodegradazione).

Il processo MBBR (reattore a biomassa adesa a letto mobile) AnoxKaldnes™ è un processo biologico che si basa sulla crescita di batteri attivi (biofilm) su un trasportatore (carrier) contenuti in un vasca compatta aerata (o non), semplice da gestire ed efficiente nel campo della rimozione degli inquinanti. Il processo MBBR per il refluo farmaceutico (eXeno™) è generalmente un processo a multistadio e ideale per:

- Nuovi impianti, in particolare quelli che richiedono un ingombro a terra ridotto e una gestione operativa semplificata
- Necessità di ridurre composti difficilmente degradabili (farmaci) e anche un carico organico a monte di un biologico esistente. In questo caso il processo AnoxKaldnes™ viene inserito prima della vasca biologica principale (processo BAS™)
- Modifica di un sistema esistente a fanghi attivi per implementare la rimozione di composti farmaceutici difficilmente degradabili e la rimozione dell'ammoniaca e dell'azoto totale (processo ibrido HYBAS™)
- Post-trattamento (terziario) a valle di impianti biologici esistenti per aumentare l'efficienza di rimozione di farmaci, del carbonio e dell'azoto
- Impianti che necessitano la rimozione di composti difficilmente degradabili con sistemi biologici convenzionali.

L'utilizzo di biofilm nel sistema MBBR favorisce un processo biologico più robusto verso i reflui farmaceutici che presentano picchi di portata (produzione in batch o in discontinuità) o di concentrazioni dovuti ad esempio a variazioni di produzione o lavaggi.

A differenza dei processi a biomassa sospesa (come ad esempio a fanghi attivi o MBR), la progettazione di eXeno™ in multistadio permette anche la crescita di batteri specifici specializzati nella rimozione di composti generalmente difficili da degradare, come i farmaci.

Vengono qui riportati due casi studio di impianti di trattamento di due aziende farmaceutiche: JCS "Grindeks" in Lettonia e di una multinazionale presente in Svezia. Per entrambi i casi studio, il processo eXeno™ dell'impianto di trattamento è stato sviluppato, ottimizzato e progettato sulla base di test in laboratorio condotti direttamente con il refluo dell'industria, per una soluzione ad hoc, specifica per il cliente.



## Casi di studio: JCS "Grindeks" in Lettonia e multinazionale farmaceutica in Svezia

### JCS "Grindeks"

(ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021)

Nel 2009 è stato avviato un impianto compatto eXeno™ per il trattamento degli effluenti dagli stabilimenti di JCS "Grindeks" (Riga, Lettonia), azienda farmaceutica leader nei paesi baltici. Grindeks sviluppa, produce e vende ingredienti e prodotti farmaceutici generici e attivi per problemi cardiovascolari, per il sistema nervoso centrale (SNC) e farmaci oncologici. Le acque reflue di questa azienda farmaceutica sono inquinate da composti organici difficili da degradare e tossici, inclusi i fenoli, e con alti livelli di composti azotati organici (Tab. 1). Il processo eXeno™ dell'impianto di trattamento è stato sviluppato, ottimizzato e progettato da AnoxKaldnes sulla base di test in laboratorio condotti direttamente da Veolia in accordo con Grindeks nel corso di diverse campagne di campionamento. Le prove di laboratorio hanno aiutato, tra gli altri, ad identificare la concentrazione massima di composti tossici che potrebbero essere alimentati ai reattori biologici mantenendo un trattamento efficace. È stata proposta una vasca per l'accumulo di effluenti ricchi di composti tossici.

Tab. 1 – Valori dei principali parametri caratterizzanti il refluo utilizzati per la progettazione dell'impianto. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

Parametro	Livello	Unità
Portata volumetrica	200-500	m <sup>3</sup> /d
BOD <sub>5</sub>	500-2500	mg/L
COD	200-7000	mg/L
N totale	100-200	mg/L
P totale	8	mg/L
SST	50	mg/L
pH	4-10	-

L'effluente della vasca di accumulo è stato progettato per confluire lentamente nel processo AnoxKaldnes senza superare una concentrazione massima consentita. L'impianto di trattamento delle acque reflue è stato progettato per soddisfare i limiti specificati dalle autorità locali per il COD, azoto totale (N), fosforo totale (P) e solidi sospesi (SS) (COD <500 mg/L, BOD<sub>5</sub> <250 mg/L, N totale <35 mg/L, P totale <4 mg/L, SS <500 mg/L).

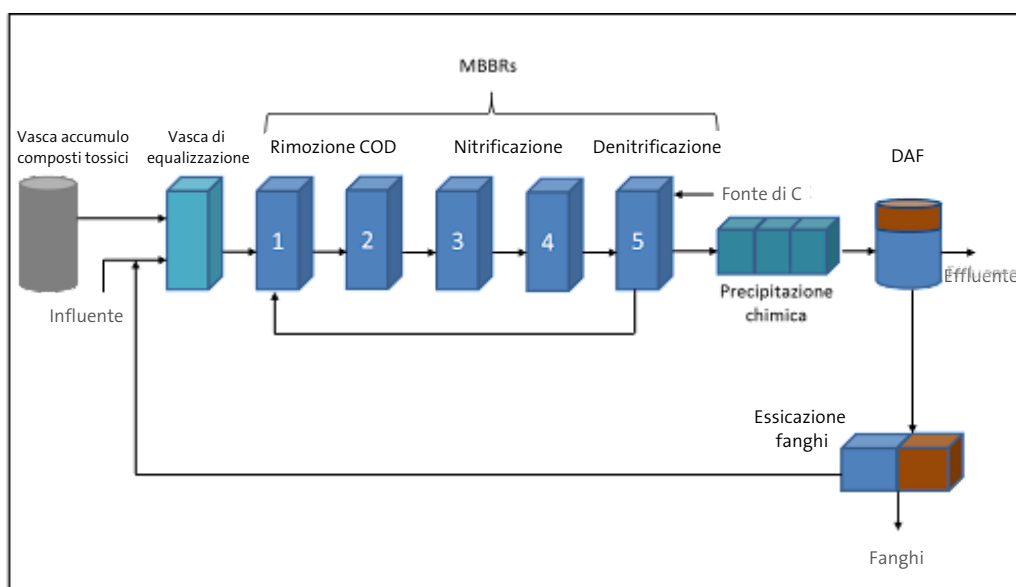


Fig. 1 – Schema illustrativo dell'impianto eXeno™ di trattamento delle acque reflue di JCS "Grindeks" (Riga, Lettonia) con un processo biologico composto da cinque MBBR. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

## 1. Processo di trattamento

L'impianto di trattamento risiede in una struttura coperta. Il processo di trattamento delle acque reflue è costituito dai seguenti componenti principali, come illustrato in Fig. 1:

- Vasca di accumulo di composti tossici
- Vasca di equalizzazione
- Cinque volumi biologici in serie per la rimozione del carbonio, la nitrificazione e la denitrificazione
- Flocculazione/precipitazione chimica
- Flottazione ad aria disciolta (DAF)
- Unità di disidratazione dei fanghi

Il processo di trattamento comprende anche il controllo del pH, l'aggiunta di fosforo, di carbonio e la possibilità di precipitare il COD e il fosforo in eccesso non consumato nelle fasi biologiche. Per il trattamento dell'aria di ventilazione viene utilizzato un biofiltro.

### • Vasca di equalizzazione

Le acque reflue vengono convogliate in una vasca di equalizzazione con un volume operativo di 200 m<sup>3</sup>. In questa vasca il livello può essere controllato, cosicché la portata verso gli MBBR sia più equa durante il giorno e nei fine settimana. Successivamente, il refluo viene pompato nel primo MBBR.

### • Trattamento biologico con MBBR

Il trattamento biologico è eseguito da cinque MBBR in serie completamente coperti (Fig. 2). Il volume operativo di ciascun MBBR è 200 m<sup>3</sup>. Tutti e cinque i reattori contengono il 50% di corpi di riempimento Anox K™ 3, realizzati in polietilene ad alta densità che fornisce una superficie protetta di 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (Fig. 3).

Il materiale di supporto in tutti i reattori è trattenuto da griglie in acciaio inossidabile. Il flusso d'aria viene misurato e può essere controllato dalla concentrazione di ossigeno disciolto nei reattori aerobici. Il flusso di ingresso alla filiera di MBBR è controllato dal livello nella vasca di equalizzazione. Le caratteristiche dei reattori MBBR sono presentate nella Tab. 2.

Il primo MBBR è principalmente destinato alla rimozione del COD facilmente degradabile. Circa il 60-70% del COD in entrata viene rimosso in questo reattore. Batteri e biomassa in sospensione libera vengono prodotti e, insieme all'eccesso di biomassa prodotta dai corpi di riempimento, vengono trasportati nell'effluente al secondo MBBR.



Fig. 2 – Foto degli MBBR coperti. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

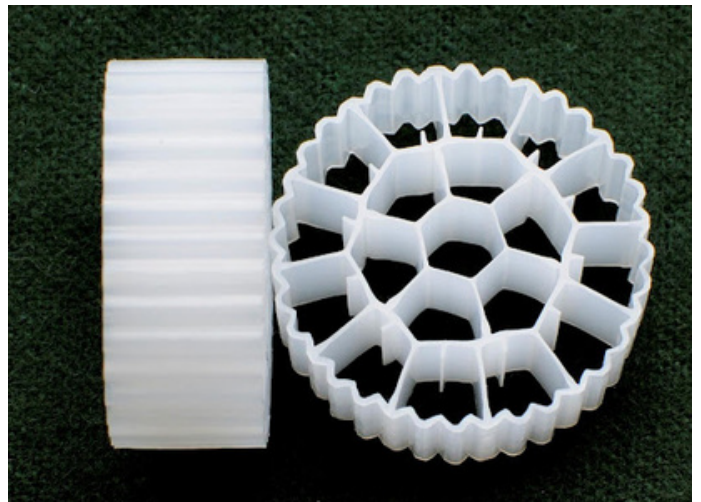


Fig. 3 – Anox K™3 usato negli MBBR. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

Il secondo MBBR viene utilizzato per ridurre la concentrazione di composti chimici con una struttura molecolare di grandi dimensioni, tipica della produzione di determinati prodotti farmaceutici. Nel secondo MBBR, avviene anche la rimozione del COD e la rimozione della biomassa sospesa del primo MBBR, riducendo così la produzione di fanghi.



Nel terzo MBBR, si verifica la degradazione dei composti più recalcitranti. Nel caso in cui il primo e il secondo MBBR possano essere inibiti da composti tossici, il terzo MBBR può essere utilizzato per un'ulteriore degradazione del COD.

Nel quarto MBBR, avviene la nitrificazione. La nitrificazione nel quarto MBBR è probabilmente avvantaggiata dalla rimozione della maggior parte dei composti organici biodegradabili e dei composti tossici nei tre precedenti MBBR.

Il reattore finale o il quinto MBBR è un reattore anossico per la post-denitrificazione senza aerazione in cui i solventi recuperati (di solito isopropanolo o etanolo) dal processo di produzione sono utilizzati come fonte di carbonio. Questo reattore è dotato di un agitatore a velocità contenuta per mantenere il corpo di riempimento in sospensione.

Tab. 2 – Caratteristiche del processo MBBR. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

Specification	Valore	Unità
Numero di reattori	5	-
Volume del reattore	200	m <sup>3</sup>
Dimensioni del reattore	5.9 x 4.8	m
Profondità del refluo	7	m
Tempo di residenza idraulico (HRT) del reattore	10-24	h
Tipo di supporto	Anox K™3	-
Volume di supporto per reattore	100	m <sup>3</sup>
Carico COD (per tutti i reattori)	2	kgCOD/m <sup>3</sup> .d
Capacità insufflazione aria per reattore	250-1000	Nm <sup>3</sup> /h

- **Flocculazione/precipitazione chimica e unità di flottazione ad aria disciolta (DAF)**

La biomassa e il rimanente COD solubile nell'effluente del processo MBBR vengono precipitati e rimossi in un'unità di separazione per raggiungere una concentrazione COD inferiore a 500 mg COD/L. Pertanto, dopo il trattamento biologico, viene utilizzato un processo di flocculazione/precipitazione chimica con sali metallici e un'unità di DAF. L'effluente dal quinto MBBR dapprima affluisce per gravità all'unità di flocculazione/precipitazione che consiste di tre diversi volumi, attrezzati con miscelatori. Il cloruro di ferro o di alluminio viene aggiunto nel primo volume, il pH è controllato con alcali nel secondo volume e la flocculazione viene promossa nel terzo volume. L'effluente dal processo di flocculazione è condotto sistema di flottazione ad aria disciolta, DAF. Grazie alla produzione di un flusso di microbolle fini che si attaccano ai solidi e li portano in superficie, il fango del refluo viene raschiato e successivamente portato in un serbatoio di accumulo dei fanghi.

- **Disidratazione dei fanghi**

Dalla vasca accumulo, il fango viene pompato in un essiccatore a tamburi rotanti dove viene raggiunta una concentrazione di solidi secchi del 12-15%. Il polimero viene dosato nel condotto del fango prima dell'essiccatore. Questo tipo di essiccatore offre un'elevata concentrazione di fango con un consumo energetico molto basso. L'acqua di residuo viene ricondotta alla vasca di accumulo tramite le pompe di aspirazione.

- **Biofiltrazione dell'aria**

Un biofiltro viene utilizzato per ridurre i composti odorosi e/o tossici nell'aria di ventilazione. Il biofiltro è composto di corteccia di pino per degradare biologicamente i diversi composti organici e include degli irrigatori superiori per fornire un'umidità al processo del 40-60%. Il flusso d'aria massimo attraverso il biofiltro è di 4000 m<sup>3</sup>/h.



## 2. Considerazioni sull'efficienza e sul funzionamento del processo MBBR

- **Efficienza generale dell'impianto e gestione dei composti tossici**

L'efficienza dell'impianto è stata monitorata dopo l'avviamento dell'impianto e il monitoraggio finale è stato effettuato nel 2010 prima che l'impianto fosse definitivamente trasferito da AnoxKaldnes a Grindeks. La media annuale delle rimozioni di COD e N totale misurata dall'avvio dell'impianto sono mostrate in Fig. 4. Come mostrato nella Tab. 3, già tre mesi dopo l'avviamento dell'impianto, i livelli di COD e BOD<sub>5</sub> nell'effluente erano conformi alle richieste dell'autorità. La rimozione complessiva del COD è in genere superiore al 90% e la rimozione del BOD<sub>5</sub> superiore al 99%.

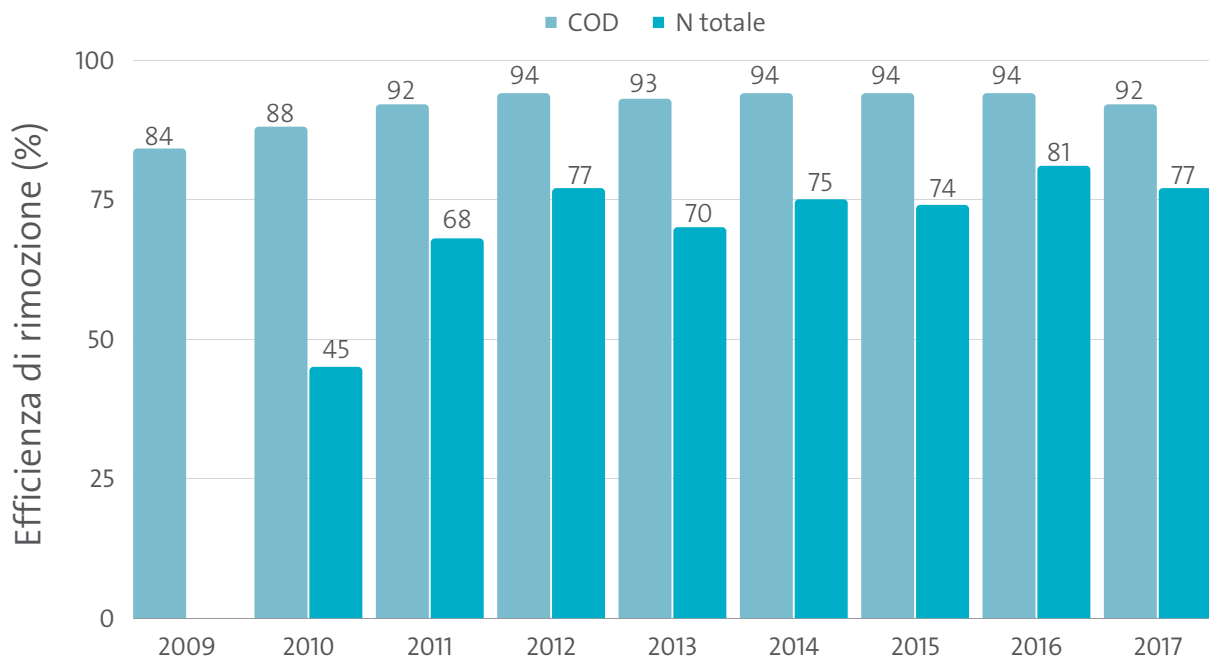
Negli ultimi sei anni, l'efficienza totale del trattamento dell'azoto è variata in media tra il 70 e l'80%. Fin dai primi mesi di monitoraggio, è stato identificato che la nitrificazione è stata la fase più delicata del processo di trattamento a causa di disturbi durante la produzione farmaceutica e l'uso di disinfettanti per la pulizia. Nei primi anni, il processo di nitrificazione si fermava di solito dopo l'interruzione della produzione di sostanze tossiche, ma in seguito il problema è stato risolto con l'introduzione di un ricircolo delle acque reflue dal quinto MBBR (post-denitrificazione) al primo MBBR. Il ricircolo dell'acqua è stato identificato come un approccio efficace per diluire la concentrazione di

disinfettanti utilizzati per la pulizia e, quindi, per proteggere i reattori da shock tossici.

I livelli di azoto totale durante i primi due anni erano variabili con una rimozione del N totale inferiore a quella programmata (Tab. 3). Tuttavia, nel tempo, con la corretta gestione del ricircolo delle acque reflue, la nitrificazione è diventata soddisfacente e le efficienze di rimozione del N totale sono aumentate (Fig. 4).

Complessivamente, la biodegradabilità delle acque reflue farmaceutiche può variare notevolmente a seconda dei composti utilizzati nel processo di sintesi chimica. Per questo impianto, l'esecuzione di test preliminari condotti da Veolia è stata fondamentale per identificare la progettazione e le condizioni operative del futuro impianto. Sebbene la nitrificazione possa essere facilmente inibita da composti tossici comunemente presenti nelle acque reflue farmaceutiche, il processo AnoxKaldnes protegge la biomassa che aderisce (come biofilm) sui materiali di supporto, consentendo un adattamento e una selezione di biomassa in grado di gestire e biodegradare i composti complessi. Inoltre, l'acqua di scarico contenente fenoli viene pompata nella vasca di accumulo con una portata controllata in modo che la concentrazione di fenolo nella vasca di equalizzazione sia di 20-30 mg/L e la concentrazione di fenolo nello stadio biologico non superi 0.8 mg/L. Nei reattori aerobici, la concentrazione di ossigeno disciolto è generalmente mantenuta intorno a 2-3 mg/L. La concentrazione media di P nell'effluente è normalmente inferiore a 1 mg/L.

Fig. 4 – Efficienza complessiva della rimozione di COD e N totale presso l'impianto di trattamento JSC "Grindeks". Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021



- **Nitrificazione e sostanza organica per la denitrificazione**

La composizione e la trattabilità biologica dei componenti delle acque reflue farmaceutiche variano considerevolmente a causa della grande varietà di prodotti chimici e delle fasi produttive dell'impianto di produzione. La concentrazione giornaliera dei composti dell'azoto nell'acqua di scarico può presentare diverse fluttuazioni durante il giorno. Pertanto, le concentrazioni di nitrati ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) e nitriti ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) sono monitorate costantemente in MBBR4 (stadio finale di nitrificazione), controllando così l'aggiunta appropriata di sostanza organica per la post-denitrificazione in MBBR5. Le analisi di  $\text{NO}_3\text{-N}$  e  $\text{NO}_2\text{-N}$  sono condotte in laboratorio con appropriati test analitici, senza l'utilizzo di sensori di nitrati online (basati su elettrodi ionoselettivi o UV) a causa della presenza di contaminanti che possono interferire con le misurazioni, ad esempio con alti livelli di  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  e altri composti.

- **Ricircolo dell'acqua e livelli di biomassa**

Un aspetto importante di questo impianto di trattamento è la sua flessibilità operativa basata sulla progettazione e l'utilizzo di diversi MBBR in serie e l'opzione per il ricircolo dell'acqua. Può essere applicato un flusso di ricircolo fino al 50% della portata minima.

Il ricircolo aiuta non solo ad attenuare gli shock tossici e a proteggere la biomassa nel sistema MBBR aerobico diluendo i disinfettanti tossici, ma anche a mantenere il giusto livello di biomassa in sospensione nel sistema MBBR. Una concentrazione di circa 1000 mgSS/L in MBBR5 è stata identificata come la concentrazione ottimale per le migliori prestazioni del trattamento. Il ricircolo delle acque reflue viene implementato quando la concentrazione di biomassa in MBBR5 è <700 mgSS/L.

- **Effetto della degradazione del COD sulla temperatura**

Durante il processo di trattamento biologico, può avvenire l'aumento della temperatura con la degradazione aerobica del COD. La degradazione biologica della sostanza organica da parte dei batteri aerobici è un processo esotermico. Quando è presente nell'impianto di trattamento un carico organico (COD) alto, la temperatura in MBBR1 e MBBR2 può aumentare notevolmente e superare i 30°C. In alcuni casi, la temperatura in MBBR1 ha raggiunto 42°C. A temperature così elevate, l'attività microbica e le proprietà aggregative della biomassa mesofila possono essere danneggiate e le prestazioni di trattamento del processo possono essere influenzate negativamente.

Tab. 3 – Caratteristiche dell'acqua reflua influente ed effluente dell'impianto di trattamento durante i primi anni di funzionamento. I dati del 2009, 2010 e 2011 corrispondono ai risultati medi annuali. Ref: La gestione degli impianti di depurazione MBBR, Maggioli Editore, 2021

Parametri	Influente			2010		2011	
	Progetto	Domanda	2009 (3 mesi dall'avvia- mento)	Influente	Effluente	Influente	Effluente
Portata volumetrica ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	200-500	-	-	192		214	
$\text{BOD}_5$ (mg/L)	500-2500	250	20	-		-	
COD (mg/L)	200-7000	500	450	3790	435	4940	390
COD flow (kg/d)	2000	-	-	730	84	1060	84
N totale (mg/L)	100-200	35	36	105	59	85	27
P totale (mg/L)	8	-	-	-	1.4	-	2.0
SST (mg/L)	50-100	-	-	-	57	-	51
pH	4-10	-	8	-		-	



- **Comunicazione con il sito di produzione**

La comunicazione con l'azienda di produzione è molto importante per una efficiente gestione del processo di trattamento delle acque reflue. Pertanto, sono stati distribuiti ed esposti in tutte le sezioni dell'azienda di produzione di poster informativi con le istruzioni su come gestire il refluo inquinato chimicamente. I poster includono informazioni su composti tossici che non possono essere scaricati nel sistema fognario a causa della loro tossicità verso i microrganismi dei fanghi attivi. È importante sottolineare che questi poster specificano casi, come le fuoriuscite di sostanze chimiche, quando è necessario informare gli operatori degli impianti di trattamento delle acque reflue in modo che possano gestire correttamente lo scarico tossico nell'impianto.

- **Pratiche di laboratorio**

Il monitoraggio giornaliero dei parametri chimici e microbiologiche delle acque reflue viene effettuato nell'impianto. Le acque reflue in arrivo e le qualità degli effluenti vengono testate al fine di accertare che il grado di trattamento sia conforme ai requisiti della legislazione. L'esame al microscopio del fango attivo fornisce informazioni reali sulla potenziale tossicità e sulle proprietà dei fanghi. Analisi chimiche e test di biodegradazione di nuovi effluenti di processo relativi alla produzione di nuovi prodotti farmaceutici sono condotti in loco prima che un nuovo processo di produzione venga messo in linea.

Questa pratica garantisce che il nuovo effluente del processo possa essere scaricato in sicurezza nell'impianto di trattamento delle acque reflue senza causare tossicità per i fanghi attivi e i microrganismi biofilm. È inoltre presente un impianto su scala di laboratorio in cui sono condotti studi di ottimizzazione del processo di trattamento delle acque reflue.

### **3. Conclusioni del caso Grindeks**

La presenza di composti organici tossici difficili da degradare nelle acque reflue dell'industria farmaceutica Grindeks a Riga, inclusi fenoli e composti azotati organici, ha reso l'utilizzo del processo eXeno™ basato sulla tecnologia MBBR una soluzione ottimale dal 2009 per trattare il refluo in modo biologico. Il processo del biomassa adesa ha consentito l'adattamento, la selezione e la

conservazione di biomassa specializzata in grado non solo di degradare il COD caratteristico e tossico delle acque reflue, ma anche di nitrificare e denitrificare l'azoto rilasciato. La rimozione totale della domanda di chimica ossigeno (COD) dell'impianto è in genere superiore al 90% e l'efficienza media del trattamento dell'azoto totale è variata dal 70 all'81% nei cinque anni di campionamento. L'impianto MBBR ha dimostrato di essere una soluzione biologica semplice e flessibile per il trattamento di acque reflue farmaceutiche.

### **Multinazionale farmaceutica in Svezia**

Nel 2014, per una multinazionale farmaceutica situata in Svezia, è stato proposto ed eseguito da Veolia un revamping dell'attuale impianto biologico a biomassa sospesa verso una soluzione MBBR AnoxKaldnes eXeno™. L'impianto è stato progettato dopo un test di laboratorio condotto per alcuni mesi da Veolia, ideato per ottimizzare la progettazione del trattamento biologico specifico per i composti presenti nel refluo di questa azienda farmaceutica. L'impianto convenzionale a biomassa sospesa presentava problemi soprattutto nel periodo estivo quando la produzione di farmaci veniva interrotta. Diversi tipi di sostanze organiche carboniose venivano aggiunte durante questo periodo per mantenere la presenza di microrganismi ma senza successo, creando problemi di bulking del fango e quindi la perdita dei microrganismi necessari per la rimozione dei farmaci.

Questo causava una lenta ripresa dell'attività dell'impianto di trattamento dopo il periodo estivo, con il conseguente non rispetto di limiti di scarico durante l'avviamento. Pertanto la soluzione proposta è stata quella di un revamping dell'impianto a biomassa sospesa esistente con un MBBR multistadio aerobico e anossico.

Grazie all'utilizzo del MBBR che protegge la biomassa che aderisce (biofilm) sui materiali di supporto, i microrganismi necessari per la rimozione dei farmaci non vengono persi durante lo stop estivo e non è necessario né il dosaggio di sostanze organiche carboniose esterne né della presenza di operatori nell'impianto durante questo periodo. I test in laboratorio infatti avevano dimostrato un avviamento veloce del trattamento anche dopo un periodo di sospensione del processo biologico di un mese. L'impianto tuttora operante presenta una prestazione ottimale rispettando i limiti di scarico e una ripresa del processo biologico di alcuni giorni dopo la chiusura estiva della produzione.



## Conclusioni

- la tecnologia eXeno™ è basata sul processo MBBR che grazie all'utilizzo di materiali di supporto (carrier), protegge la biomassa aderente (biofilm) e favorisce lo sviluppo di microrganismi specifici per la rimozione di farmaci e inquinanti convenzionali;
- eXeno™ è la soluzione biologica al trattamento delle acque reflue contenenti composti difficili da degradare come i reflui dell'industria farmaceutica;
- test a scala di laboratorio sono utilizzati per sviluppare, ottimizzare e progettare la tecnologia eXeno™ specifica per ogni tipo di refluo farmaceutico;
- per l'industria farmaceutica Grindeks in Lettonia, la tecnologia eXeno™ è stata progettata per la rimozione di composti organici tossici difficili da degradare inclusi fenoli e composti azotati organici. La soluzione prevedeva un processo MBBR multistadio che protegge la biomassa da possibili eventi shock e favorisce la crescita di batteri capaci non solo di degradare il COD caratteristico e tossico delle acque reflue, ma anche di nitrificare e denitrificare l'azoto rilasciato.
- la tecnologia eXeno™ per una multinazionale farmaceutica situata in Svezia è stata progettata per un revamping dell'impianto convenzionale di trattamento delle acque esistente, che durante lo stop produttivo estivo, presentava una perdita della biomassa e quindi del suo funzionamento. Grazie all' utilizzo del MBBR e del biofilm, i microrganismi necessari per la rimozione dei farmaci non vengono rilasciati e non è necessario né il dosaggio di sostanze organiche carboniose esterne né della presenza di operatori nell'impianto durante questo periodo.



# Resourcing the world

Veolia Water Technologies Italia SpA

Sede legale e amm.va:	Unità locale:	Sede secondaria:
Via Lampedusa, 13	Via N. Tommaseo, 8	Via Pra' di Risi, 3
20141 Milano	35131 Padova	33080 Zoppola (PN)
Tel. + 39 02 91795304	Tel. + 39 02 91795304	Tel. +39 0434 516311

[www.veoliawatertechnologies.it](http://www.veoliawatertechnologies.it)