The background of the slide is a composite of two aerial photographs. The left side shows a town with a large parking lot filled with cars and a large industrial building with a flat roof. The right side shows a residential area with houses and green fields. A blue semi-transparent rectangle is overlaid in the center, containing the title text.

# MEMBRANE BIOLOGICAL REACTOR vs. KONWENCJONALNE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW

BY SCHWANDER POLSKA





## CZYM JEST MBR?

W myśl dyrektywy UE filtracja membranowa jest w chwili obecnej rekomendowana jako najlepsza możliwa technologia oczyszczania ścieków (BAT – Best Available Technique).

MBR (z ang. Membrane Biological Reactor) to najnowocześniejsza technologia oczyszczania ścieków, gwarantująca najwyższą jakość ścieków oczyszczonych.

Dzięki połączeniu elementów klasycznej technologii osadu czynnego oraz filtracji na membranach mikrofiltracyjnych, ścieki oczyszczone w reaktorach MBR spełniają najwyższe normy jakości, zarówno pod względem fizyko-chemicznym, jak i mikrobiologicznym, niezależnie od charakterystyki sedymentacyjnej osadu czynnego.

# MODUŁY MEMBRANOWE

Membrany mikrofiltracyjne, na których odbywa się rozdział ścieków oczyszczonych od mikroorganizmów osadu czynnego, umieszcza się w końcowej części reaktora MBR.

Pozwala to na uniezależnienie jakości ścieków oczyszczonych od charakterystyki sedymentacyjnej osadu, eliminację osadników wtórnych, a także zagęszczenie biomasy osadu czynnego do ok. 10-12 kg/m<sup>3</sup> i kilkukrotne zmniejszenie kubatury komory reaktora.





# HISTORIA MBR



**Wiek XIX  
NAGRODA NOBLA**



**1970' – 1990'  
PIERWSZE SYSTEMY MBR**



**2000'  
ROZKWIAT TECHNOLOGII**

Badania nad dyfuzją (Prawa Ficka) i ciśnieniem osmotycznym (Równanie van't Hoffa - Pierwsza Nagroda Nobla w dziedzinie chemii w historii - 1901 r.)

Powstają pierwsze systemy MBR, łączące zastosowanie membran z konwencjonalnymi sposobami oczyszczania. Technologie rozwijane są głównie w Japonii i USA.

Działa coraz więcej producentów produktów membranowych, w 2008 technologia MBR była wdrożona w ponad 200 krajach, znacznie przekraczając tempo wzrostu PKB.

1

2

3

4

5

6

**1960' – 1980'  
ZŁOTY WIEK NAUK O  
MEMBRANACH**

Do produkcji wykorzystuje się różnorakie materiały - po raz pierwszy do produkcji membran wykorzystano polimer PVDF. Szeroko zastosowano membrany w medycynie.



**1997  
PIERWSZA  
OCZYSZCZALNIA  
MBR W EUROPIE**

Pierwsza komunalna oczyszczalnia ścieków MBR w Europie - w Porlock w Wielkiej Brytanii

**2010'  
DYNAMICZNY ROZWÓJ**

Dalszy dynamiczny rozwój, ze względu na zaostrome przepisy prawa oraz społeczną i polityczną akceptację systemów MBR i ich bezpieczeństwo dla środowiska.



# OBECNIE

Obecnie technologia MBR rozwija się w bardzo szybkim tempie. Filtracja membranowa w rozumieniu dyrektywy UE jest najlepszą możliwą technologią oczyszczania ścieków (ang. BAT – Best Available Technique).

# PROGNOZY

Przewidywany jest dalszy dynamiczny wzrost zastosowania technologii MBR ze względu na zaostrzone przepisy prawa, niedobory wody, stopę zwrotu inwestycji, oddziaływanie na środowisko oraz powszechną społeczną i polityczną akceptację.

## DALSZY ROZWÓJ MBR



# OCZYSZCZALNIA KLASYCZNA

KRATA  
RZADKA

KRATA  
GĘSTA

PIASKOWNIK  
Z TŁUSZCZO-  
WNIKIEM

OSADNIKI  
WSTĘPNE

REAKTORY  
BIOLO-  
GICZNE

OSADNIKI  
WTÓRNE

# OCZYSZCZALNIA MBR

SITO  
PIONOWE  
KRATA

SITOPIA-  
SKOWNIK



REAKTORY  
BIOLO-  
GICZNE

# SEZONOWOŚĆ

Reaktory są izolowane termicznie – bez względu na porę roku, temperatura ścieków w reaktorze jest utrzymana na poziomie 12°C. Jest to niezmiernie istotne, ponieważ jeżeli temperatura spadnie poniżej tego poziomu, zostają zakłócone procesy redukcji azotu.

Na stopień oczyszczenia i jakość ścieków oczyszczonych w naszych oczyszczalniach MBR nie ma wpływu sezonowość lato/zima. W klasycznej oczyszczalni reaktory nie są przykryte ze względu na specyfikę technologii, przez co temperatura ścieków w zimie może spadać poniżej 12°C.



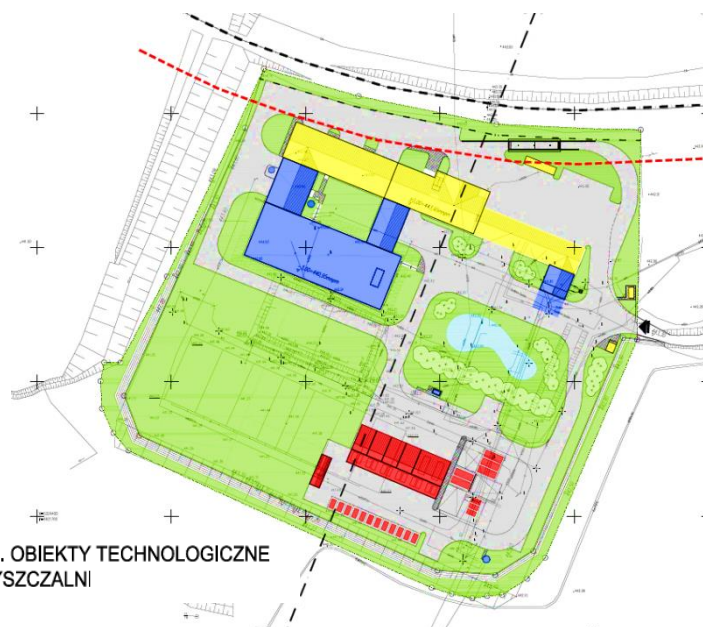
# REDUKCJA POWIERZCHNI



OCZYSZCZALNIA KLASYCZNA

Dzięki temu, istniejące oczyszczalnie ścieków, które wymagają zwiększenia przepustowości przy jednoczesnym zachowaniu tych samych wymiarów obiektu, doskonale nadają się do modernizacji w technologii MBR.

Kiedy technologia MBR została po raz pierwszy rozwinięta i wykorzystana, jej główną siłą napędową stanowił fakt, że rozmiar oczyszczalni jest 2-4 razy mniejszy w porównaniu do klasycznych oczyszczalni ścieków.



OCZYSZCZALNIA MBR



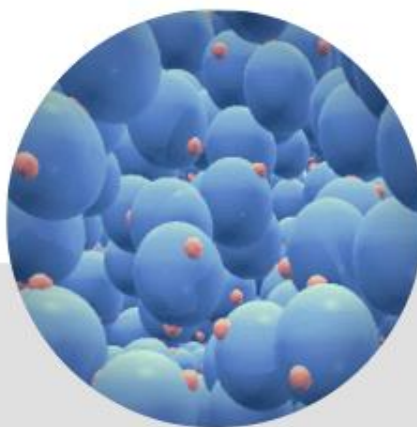
An aerial photograph showing a town with residential houses and green fields in the background. In the foreground, there is a large industrial facility, likely a wastewater treatment plant, with several large rectangular tanks and buildings. A parking lot with many cars is visible in the lower right. The sky is clear and blue.

# JAKOŚĆ ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH

W oczyszczalniach MBR nie ma ryzyka wypływania osadu, gdyż membrana stanowi barierę pomiędzy osadem a ściekiem oczyszczonym.

W klasycznych oczyszczalniach, osad który ma stężenie powyżej 4 kg/m<sup>3</sup> nie sedimentuje i wypływa z osadnika wtórnego, przez co nie są dotrzymywane normy ścieków oczyszczonych na wylocie.

# ŚCIEKI OCZYSZCZONE



Ścieki oczyszczone w technologii MBR są pozbawione wszelkich zawiesin i koloidów, a także bakterii chorobotwórczych i wirusów. Osad nadmierny odprowadzany z komory MBR jest częściowo zagęszczony i ustabilizowany tlenowo.

# Przykładowe wyniki badań

OŚ WIELOGŁOWY, 2 500 m <sup>3</sup> /d, 25 000 RLM - Pobór próbek 23 listopada 2016					
Parametr	Jednostka	Wlot	Wylot	Wymagana jakość ścieków oczyszczonych zgodnie z Rozporządzeniem	Stopień redukcji
ChZT	mg/l	971,0	20,2	125,00	97,92%
BZT <sub>5</sub>	mg/l	350,0	<1,5	15,00	>99,57%
Zawiesiny	mg/l	340,0	<2,00	35,00	>99,41%
Azot ogólny	mg/l	36,6	1,70	15,00	95,36%
Fosfor ogólny	mg/l	7,49	0,104	2,00	98,61%

W oczyszczalni ścieków MBR fosfor można strącić do zera, natomiast stężenie azotu ogólnego na odpływie można dowolnie regulować. Oczyszczalnie ścieków działające w oparciu o klasyczną technologię uzyskują wyniki w granicach norm wyszczególnionych w Rozporządzeniu.





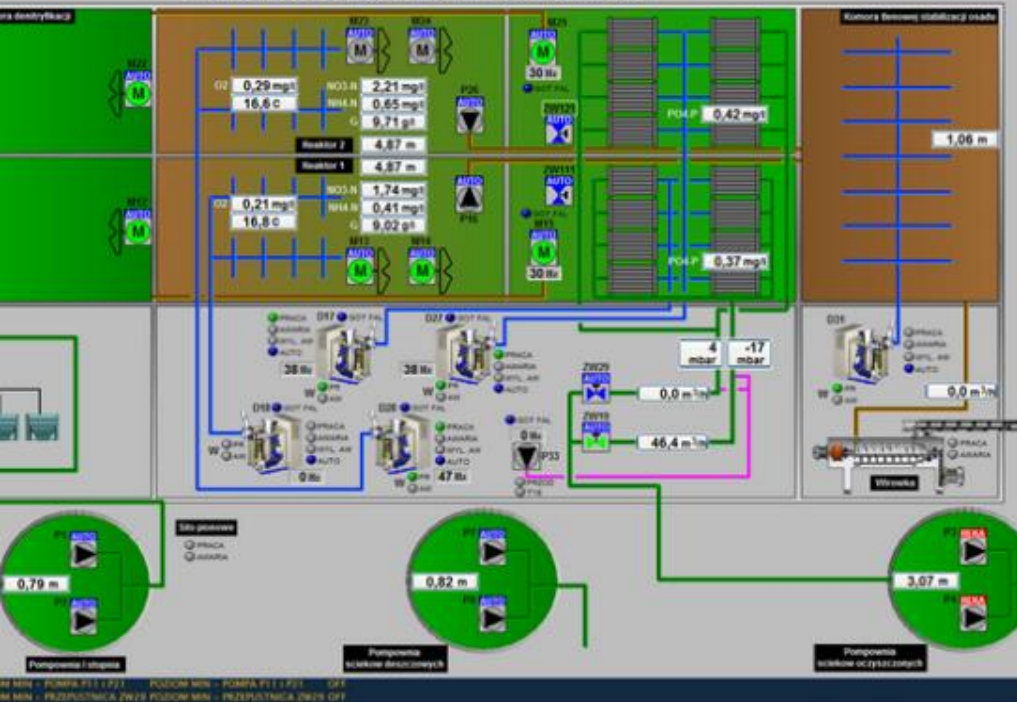
## ODDZIAŁYWANIE NA ŚRODOWISKO

Oddziaływanie  
oczyszczalni MBR zamyka  
się w obrębie obiektu.

W oczyszczalniach MBR zastosowano pełną hermetyzację procesów oraz system biologicznej dezodoryzacji. W klasycznych oczyszczalniach stosowanie zamkniętych zbiorników nie jest możliwe ze względu na specyfikę technologii.

Jednocześnie oczyszczalnie MBR nie mają negatywnego wpływu na środowisko. Zamknięte zbiorniki zapobiegają kąpaniu się ptactwa w reaktorach. Nie obserwuje się też zjawiska autotrofizacji w odbiornikach ścieków oczyszczonych.





## PRACOWNICY

Oczyszczalnie zaprojektowane przez Schwander Polska działają w oparciu o zautomatyzowany system zdalnej kontroli, sterujący całym obiektem i wszystkimi urządzeniami.

Dzięki systemowi Real Time Control, pozwalającemu na precyzyjne pomiary dzięki układowi sond i analizatorów, wszelkie nieprawidłowości zostają natychmiast wychwycone przez system sterujący oczyszczalnią, który automatycznie podejmuje działania prewencyjne. Eliminuje to konieczność zatrudniania pracowników i pozwala na bardzo szybką reakcję.



## KOSZTY ZATRUDNIENIA



## NADZÓR ONLINE



Sterowanie obiektem  
z każdego miejsca na  
ziemi

System jest zdalnie monitorowany, można uzyskać do niego dostęp z każdego miejsca na ziemi przy pomocy komputera lub smartfona posiadającego połączenie z Internetem. Oczyszczalnie MBR wykonane przez Schwander Polska wyposażone są w system stałego dozoru, **bez zatrudniania stałej obsługi**.

Przykładowo, w Schwander Polska dozór nad **dziwięcioma obiektami** sprawują **dwie osoby**. Przeprowadzamy także szkolenia, dzięki czemu eksploatator bądź zatrudniona przez niego osoba mogą samodzielnie sprawować dozór nad obiektem.



## ZUŻYCIE ENERGII MNIJSZE O 40%

W przeszłości główne zarzuty kierowane pod adresem MBR dotyczyły wysokiego zużycia energii, spowodowanego koniecznością czyszczenia modułów membranowych powietrzem. Firma Schwander Polska wraz z dostawcą modułów membranowych w ostatnim czasie opracowała innowacyjny system napowietrzania, pozwalający na znaczącą redukcję kosztów zużycia energii przy zachowaniu najwyższej efektywności.



## KOSZT ENERGII

Ponadto, dzięki wykorzystaniu systemów grawitacyjnych oraz unikalnej budowie obiektów, możliwe jest wyeliminowanie znaczącej liczby zasuw, pomp i mieszadeł oraz zoptymalizowanie ilości potrzebnego powietrza, co sprawia, że ilość energii plasuje się na poziomie 0,7 kWh/m<sup>3</sup> dla całego obiektu, co w chwili obecnej jest najlepszym wynikiem na rynku MBR.

# REDUKCJA GŁÓWNYCH KOSZTÓW



## KOSZT PERSONELU

Koszty energii elektrycznej oraz koszty pracownicze należą do dwóch najbardziej obciążających eksploatatora kosztów operacyjnych.



## KOSZT ENERGII

W Schwander Polska zadbaliśmy o ich redukcję do minimum, dzięki czemu nasze obiekty są bardzo ekonomiczne w utrzymaniu.





## ŚRODKI CHEMICZNE

W systemach MBR wszystkie procesy oczyszczania zachodzą na drodze biologicznej. Systemy wspomagania procesów środkami chemicznymi są instalowane wyłącznie awaryjnie.

W przypadku obiektów klasycznych nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie substancji chemicznych – ich zużycie jest znacznie większe.

# 40%

---

Obniżenie ilości zużytej energii elektrycznej o czterdzieści procent.

## STATYSTYKI

---

Efektywność oczyszczania ścieków w technologii MBR szacuje się na ponad dziewięćdziesiąt dziewięć procent.

# 99%

## PONOWNE WYKORZYSTANIE

Permeat (filtrat) może być wykorzystywany powtórnie jako woda technologiczna, tj. do eksploatacji urządzeń, w rolnictwie, do nawadniania (np. pól golfowych), do mycia ulic i placów.



## FILTRAT + DEZYNFEKCJA

Po dodatkowej dezynfekcji UV lub chemicznej filtrat można stosować do wielu czynności związanych z utrzymaniem porządku, nawadnianiem terenów zielonych, a także w przemyśle jako wodę technologiczną.



## OBIEKTY KLASYCZNE

W technologii klasycznej ścieków oczyszczonych nie można ponownie wykorzystywać, gdyż zawierają one całą florę bakteryjną.





## PONOWNE WYKORZYSTANIE

Tworzymy obieg zamknięty,  
pozwalający na odnowę  
biologiczną wody wody.

To rozwiązanie szczególnie  
opłacalne w przemyśle.



# PRZYKŁADOWE PROJEKTY



**Nawadnianie pól golfowych**

**Utworzenie obiegu zamkniętego dla przemysłu barwników do tkanin**

**Oczyszczalnia wkomponowana w stok narciarski oraz ponowne wykorzystanie oczyszczonych ścieków do naśnieżania stoku**



# KOSZTY INWESTYCYJNE

Koszt inwestycyjny oczyszczalni ścieków w technologii MBR, z uwagi na znaczne zmniejszenie kubatur obiektów oraz większą dostępność i mniejsze koszty wytwarzania modułów filtracyjnych, jest mniejszy od kosztów budowy obiektów klasycznych.

Ponadto, istnieje także możliwość wykonania obiektu z materiałów bardzo wysokiej jakości, co w późniejszym czasie prowadzi do znacznego obniżenia kosztów eksploatacyjnych.

# ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI



## ELASTYCZNOŚĆ

Oczyszczalnie ścieków w technologii MBR są bardzo elastycznymi obiektami jeżeli chodzi o przyszłą rozbudowę.



## ŁATWOŚĆ

Zazwyczaj zwiększenie przepustowości polega jedynie na zmianie ustawień programu, który posiada możliwość pracy przy różnych napływach.



## OSZCZĘDNOŚĆ

W przypadku oczyszczalni klasycznej rozbudowa polega wyłącznie na zwiększaniu kubatur, co generuje znaczne koszty.



## KOMPATYBILNOŚĆ Z NOWOCZESNĄ TECHNOLOGIĄ

Oczyszczalnie ścieków wykonane w oparciu o technologię MBR bardzo dobrze współpracują z zaawansowanymi systemami sterowania w czasie rzeczywistym Real Time Control (RTC).



# PODSUMOWANIE



## GŁÓWNA RÓŻNICA

Główną różnicą pomiędzy technologią klasyczną, a technologią MBR jest membrana, czyli bariera pomiędzy obiektem, a środowiskiem, która oprócz wody (filtratu) zatrzymuje wszystko po drugiej stronie.



# PODSUMOWANIE



## POWIERZCHNIA

Kompaktowość i modułowość systemów jest największym atutem technologii MBR.



## KOSZTY

Technologia MBR pozwala na redukcję kosztów inwestycyjnych i operacyjnych.



## USUWANIE BIOGENÓW

Fosfor można strącić do zera, natomiast stężenie azotu ogólnego na odpływie można dowolnie regulować.



## WYSOKA EFEKTYWNOŚĆ

Technologiczne zaawansowania w ciągu ostatnich 10 lat pozwoliły na znaczne obniżenie kosztów oczyszczalni ścieków w technologii MBR, co sprawia, że w chwili obecnej żadna inna technologia nie jest tak wydajna i efektywna.

## INNOWACYJNA TECHNOLOGIA

Zarówno zmodernizowane obiekty, jak i nowe oczyszczalnie ścieków działające w oparciu o technologię MBR są zróżnicowanymi platformami oczyszczania, które mogą zmienić postrzeganie ścieków i przekształcić je w rentowny surowiec.



## NAJLEPSZA INWESTYCJA

Jeżeli chodzi o zaawansowane systemy ponownego wykorzystywania ścieków oczyszczonych, MBR w chwili obecnej stanowi najlepszą dostępną inwestycję, na jaką może się zdecydować właściciel obiektu.

# DANE KONTAKTOWE



+48 18 414 53 46



[www.schwander.pl](http://www.schwander.pl)



[biuro@schwander.pl](mailto:biuro@schwander.pl)







**Dziękujemy za uwagę**

[www.schwander.pl](http://www.schwander.pl)