

## Opis technologii oczyszczania STM

/oczyszczalnia 5 – 60 RLM/

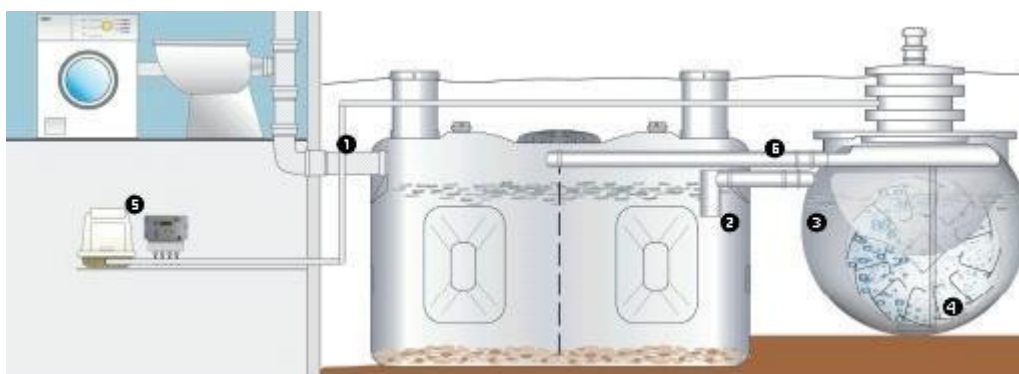
System Stählermatic®

### 1. OGÓLNY OPIS SYSTEMU

Biologiczne oczyszczanie ścieków w systemie Stählermatic® odbywa się w następujących etapach technologicznych:

1. Mechaniczne oczyszczanie wstępne w wielokomorowym osadniku wstępnym ze wspólnym gromadzeniem się osadu.
2. Proces biologicznego w zbiorniku zintegrowanym reaktora biologicznego Stählermatic® składającym się z: komory biologicznej i komory osadnika wtórnego z grawitacyjnym powrotem osadu do komory biologicznej i poborem osadu nadmiernego do osadnika wstępnego za pomocą sprężonego powietrza na zasadzie podnośnika powietrznego (pompa mamutowa).

Ścieki z gospodarstwa domowego trafiają do osadnika wstępnego [1] (por. rys. 1), gdzie zachodzi proces rozdziału zawieszin, a także oczyszczanie wstępne. Tak sklarowane ścieki doprowadzane są poprzez odpowiednio skonstruowany odpływ [2] do kulistego zbiornika składającego się z komory biologicznej ze zintegrowanym osadnikiem wtórnym [3]. W nim ma miejsce biologiczna neutralizacja zanieczyszczeń, dzięki ciągłemu dostarczaniu tlenu. Powietrze dostarczane na dnie komory wymusza jednocześnie obrót złoża [4] - wielu wyprofilowanych tarcz z tworzywa sztucznego o dużej powierzchni przeznaczonych do wzrostu błony biologicznej rozkładającej zanieczyszczenia. Do napędzania tarcz poprzez napowietrzanie służy kompresor o mocy 30 W (dla STM 5) zainstalowany w szafce sterowniczej [5]. Zbierający się osad nadmierny odprowadzany jest z komory biologicznej do komory osadnika wstępnego za pomocą załączanej automatycznie pompy mamutowej, skąd może być usunięty w razie konieczności [6].



Rys. 1. Schemat działania oczyszczalni Aquamatic STM.

## 2. BUDOWA OCZYSZCZALNI

Oczyszczalnia Aquamatic STM składa się z dwóch zbiorników z polietylenu wykonanych techniką rotacyjną przeznaczonych do zagłębiania w gruncie: dwukomorowego osadnika wstępnego i dwukomorowego zbiornika reaktora biologicznego Stählermatic®. W skład oczyszczalni wchodzi także szafka sterownicza z kompresorem i 2 węże powietrza po 12,5 m. Orurowanie pomiędzy zbiornikami nie jest dostarczane w komplecie z oczyszczalnią – odpowiednie rury PCV  $\phi 100$  i  $\phi 50$  należy zapewnić podczas montażu.

**Osadnik wstępny** jest zbiornikiem dwukomorowym z przegrodą wewnętrzną. W przegrodzie wewnętrznej wykonanej z polietylenu znajduje się otwór umożliwiający przepływ klarowanych ścieków do drugiej komory osadnika wstępnego. Osadnik jest wyposażony w nadstawkę z odkręcaną pokrywą, umożliwiającą usunięcie osadu nadmiernego z pierwszej komory i kontrolę pracy urządzenia oraz następujące króćce:

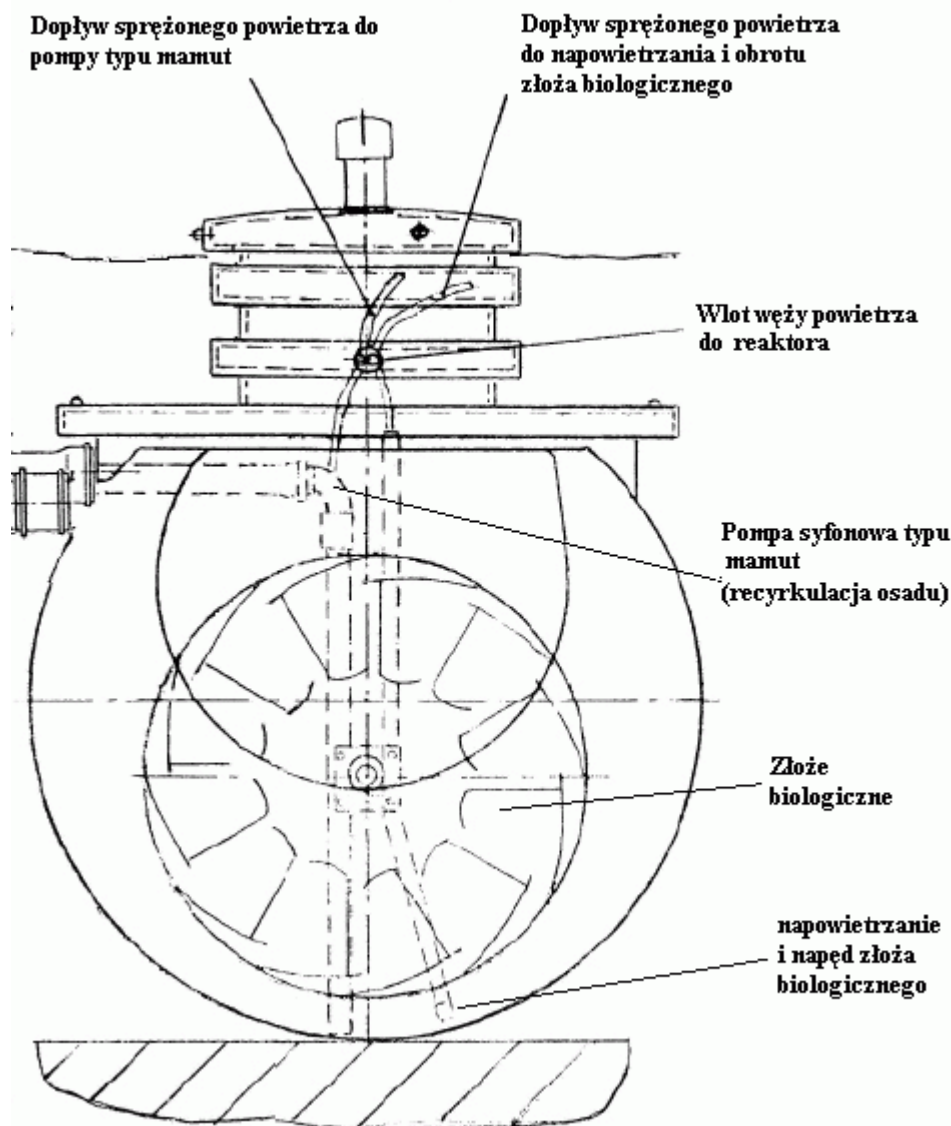
- dopływu ścieków surowych do pierwszej komory osadnika wstępnego ( $\phi 100$ ),
- odpływu ścieków z drugiej komory osadnika wstępnego do komory biologicznej reaktora ( $\phi 100$ ),
- dopływu osadu recyrkulowanego z komory biologicznej do pierwszej komory osadnika wstępnego ( $\phi 50$ ).

Zbiornik posiada elementy ułatwiające jego zakotwiczenie i transport.

**Reaktor biologiczny Stählermatic®** jest kulistym zbiornikiem dwukomorowym składającym się z komory biologicznej i zintegrowanego osadnika wtórnego. Połączenie obu komór znajduje się przy dnie zbiornika. Zewnętrzna ściana osadnika wtórnego jest skośna (nachylenie pod kątem  $60^\circ$ ). Wyprowadzenie ścieków oczyszczonych jest umieszczone w górnej części osadnika wtórnego. W komorze biologicznej reaktora znajduje się zawieszona na specjalnej konstrukcji z rur PCV-U obrotowe złoża tarczowe. Na dnie komory umiejscowiona jest rura z PCV-U podająca powietrze wymuszające obrót złoża oraz dolny koniec podnośnika powietrznego. Wszystkie elementy stalowe wykonane są ze stali nierdzewnej. Zbiornik reaktora posiada następujące króćce:

- dopływ ścieków oczyszczonych mechanicznie z osadnika wstępnego do komory biologicznej ( $\phi 100$ ),
- odpływ ścieków oczyszczonych z komory osadnika wtórnego do odbiornika ( $\phi 100$ )
- odpływ osadu recyrkulowanego z komory biologicznej do komory osadnika wstępnego ( $\phi 50$ ).

**Złoże biologiczne STM** wykonane jest jako system połączonych równolegle wyprofilowanych tarcz z polipropylenu osadzonych na stalowym wale. Wał osadzony jest na łożysku z poliamidu smarowanym kłaczkami osadu czynnego. Podczas normalnej pracy urządzenia złoża jest zanurzone do ok. 75 % swojej średnicy w mieszaninie osadu czynnego i ścieków. Tarcze posiadają na swojej powierzchni liczne zagłębienia zwiększające ich powierzchnię właściwą służącą jako miejsce osadzania się biologicznie aktywnej błony rozkładającej zanieczyszczenia. Tarcze te przylegają do siebie ściśle, tak iż ich wyprofilowane powierzchnie tworzą system komór różnych rozmiarów. Na ramie nośnej, na której zawieszona są tarcze złoża, powyżej powierzchni cieczy znajdują się dwa króćce do przyłączenia gumowych węży powietrza. Powietrze dostarczane jest stamtąd na dno komory, gdzie służy napowietrzaniu i napędzaniu złoża obrotowego. Drugi króciec połączony jest z pompą mamutową, a powietrze nim tłoczone służy do recyrkulacji osadu. Napęd powietrzny złoża osiągany jest dzięki sile wyporu, jaka tworzy się wówczas, gdy podawane na dnie komory powietrze zamykane jest wewnątrz profilowanych przestrzeni między tarczami i powoduje ich obrót. Powietrze to służy zarazem do napowietrzania złoża i osadu czynnego.



Rys.2. Schemat reaktora biologicznego przydomowej oczyszczalni ścieków STM

**Szafka sterująca** wykonana jest z tworzywa sztucznego i zawiera kompresor membranowy o mocy 30 W (STM 5), sterownik, oraz przyłącze powietrza. Powietrze tłoczone jest bądź do napowietrzania i obrotu złoża tarczowego (na dno komory biologicznej) bądź do recyrkulacji osadu (do pompy mamutowej).

### 3. TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA

#### Oczyszczanie mechaniczne (wstępne)

Ścieki przeznaczone do oczyszczenia trafiają najpierw do pierwszej komory osadnika wstępnego w celu ich obróbki mechanicznej, tzn. oddzielenia substancji opadających i zawiesin. W osadniku wstępnym zachodzi także częściowe oczyszczanie biologiczne (częściowa denitryfikacja) oraz następuje wspólne odkładanie się osadów wstępnego, wtórnego i zawiesiny. Do pierwszej komory osadnika wstępnego zawracany jest także pochodzący z komory biologicznej osad wtórny, który wspomaga zachodzące procesy oczyszczania. Osadnik wstępny zaprojektowano tak, by miał odpowiednio dużą objętość, stanowi więc skuteczny zbiornik wyrównawczy, buforowy, chroniąc przed nieregularnymi dopływami ścieków, które są charakterystyczne dla gospodarstw domowych. Sklarowane ścieki trafiają następnie do części biologicznej.

## Oczyszczanie biologiczne

Rdzeń całej technologii oczyszczania ścieków stanowi komora biologiczna Stählermatic®, w której znajdują się złoża biologiczne STM zanurzone w osadzie czynnym. Te dwa współpracujące ze sobą komponenty biologiczne stanowią czynnik efektywnie rozkładający zanieczyszczenia w ściekach. **Jest to innowacyjne i opatentowane rozwiązanie określane jako: technologia hybrydowa obrotowego złoża biologicznego i osadu czynnego w jednej komorze.**

### a) złoża biologiczne

Złoże stanowi częściowo zanurzone w ściekach koło składające się z wielu równoległych, profilowanych, przylegających do siebie tarcz z polipropylenu. Tarcze te przylegają do siebie ściśle, tak że ich wyprofilowane powierzchnie tworzą pomiędzy nimi system komórek (kanalików, zagłębień) przez które przenikają powietrze i ścieki. Na tej dużej powierzchni tworzy się błona biologiczna stanowiąca w istocie mikroorganizmy rozkładające ścieki.

Ruch obrotowy złoża jest wywołany przez napęd ciśnieniowy. Poniżej koła za pomocą zewnętrznego kompresora wdmuchiwane jest powietrze. Na swojej drodze do powierzchni wody powietrze jest przechwytywane przez system komórek (zagłębień) pomiędzy profilami tarcz i wywołuje siłę wyporu. Ta siła wyporu wprawia koło w pożądany ruch obrotowy.

Gdy złoża biologiczne ponownie zanurza się w mieszaninie ścieków i osadu czynnego, powietrze jest zamykane profilowanych zagłębieniach między tarczami i nie może dalej uchodzić. Objętość powietrza w części złoża zanurzającego się jest mniejsza niż objętość powietrza w części złoża wynurzającego się. Dzięki tej różnicy objętości pakietu powietrznego powstaje siła wyporu napędzająca ruch obrotowy. To uwięzione przez zanurzającą się część złoża powietrze dostarcza tlen do osadu czynnego, a także, opływając stale powierzchnię złoża, do błony biologicznej, a zatem złoża samo będąc napowietrzane wspomaga również napowietrzanie osadu czynnego.

Wynurzenie części złoża (koła tarczowego) jest korzystne ze względu na charakterystykę stężenia tlenu w utworzonej błonie biologicznej. W miarę obracania się złoża na drodze ku górze, ciśnienie cząstkowe tlenu w uwięzionym na złożu powietrzu spada, a więc gdy złoża dociera ku tlenowej atmosferze zbiornika, pozostające na nim uwięzione powietrze szybko nasycy się na nowo tlenem. Poprzez dyfuzję tlen dociera następnie do głębszych warstw błony biologicznej tworząc gradient stężenia. W ten sposób błona biologiczna osiadła na złożu natleniania jest efektywnie zarówno podczas wynurzania się, jak i zanurzania się w cieczy.

Podsumowując, dzięki przenikającemu powietrzu oraz dzięki ruchowi obrotowemu złoża, które pozostaje w części wynurzone, mikroorganizmy osiadłe otrzymują optymalną ilość tlenu niezbędną do procesu rozkładu. Tlen pochodzi zarówno z napowietrzania, jak i pobierany jest bezpośrednio z atmosfery zbiornika podczas ruchu obrotowego tarcz.

Złoże biologiczne STM nadmiernie nie zarasta. Dzięki ciągłemu ruchowi złoża i występującym siłom ścinającym obumarłe elementy biomasy stale są odrywane, a ich miejsce tworzą się nowe. Ma miejsce ciągła regeneracja biomasy.

#### b) osad czynny

Złoże biologiczne zanurzone jest w osadzie czynnym, stanowiącym dodatkowy czynnik oczyszczania. Kłaczki osadu czynnego stanowią element dopełniający wraz z obecnym złożem biologicznym całego systemu biologicznego oczyszczania. Dzięki obecności złoża, indeks osadu (IO) jest niższy niż przy tradycyjnych rozwiązaniach. Osad zatem łatwo sedymentuje i nie pieni się. Mniejsza jest także jego ilość, co dla użytkownika oznacza niższą częstotliwość wywozu osadu nadmiernego. Osad nadmierny podlega recyrkulacji do osadnika wstępnego za pomocą załączanej automatycznie pompy mamutowej, gdzie wspomaga procesy tam zachodzące.

#### Osadnik wtórny

Mieszanina wody i osadu czynnego przepływa przez otwór w dolnej części ściany działowej zbiornika reaktora biologicznego Stählermatic® do komory osadnika wtórnego. W tym spokojnym obszarze odkładają się kłaczki osadu czynnego i spływają po skosie (60°) ściany zewnętrznej z powrotem do zbiornika z osadem czynnym. Tam osad pobierany jest cyklicznie przez pompę mamutową do osadnika wstępnego, gdzie jego nadmiar może być usuwany w razie potrzeby. Oczyszczone ścieki są odprowadzane na zewnątrz przez trójnik z tworzywa sztucznego. Odpływanie osadu pływającego jest zahamowane.

### **4. PODSUMOWANIE**

System biologicznego oczyszczania ścieków Stählermatic® (STM) łączy w sobie technologie złoża biologicznego i osadu czynnego. Proces oczyszczania ścieków następuje równocześnie w jednej komorze zarówno dzięki swobodnie unoszącemu się osadowi czynnemu (biomasa w formie zawiesiny), jak i poprzez osiadłe mikroorganizmy znajdujące się na powierzchni rotujących tarcz (złoża biologicznego). Dzięki takiemu rozwiązaniu przestrzennemu udało się połączyć zalety systemu złoża biologicznego i osadu czynnego w jednym procesie technologicznym. W ten sposób wzrasta efektywność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków, w szczególności intensyfikuje się nityfikacja i uniezależnia się jej przebieg od wieku osadu czynnego i czasu zatrzymania w ściekach.

System Stählermatic® (STM) można zatem traktować jako oczyszczanie ścieków w technologii osadu czynnego - daje on te same możliwości kombinacji, co ta metoda - jednakże należy wziąć pod uwagę jego o wiele większą wydajność oczyszczania i wyższy efekt ekologiczny. Większa wydajność wiąże się również z obniżeniem kosztów eksploatacyjnych, a co za tym idzie inwestycja szybko się zwraca.

Oczyszczone ścieki mogą być odprowadzone do cieku wodnego, rowu, studni chłonnej, drenażu.

## 5. DANE TECHNICZNE

Tabela 1. Podstawowe parametry typoszeregu oczyszczalni

Typ	Oczyszczalnia typu STM 5	Oczyszczalnia typu STM 8	Oczyszczalnia typu STM 10
Liczba stałych mieszkańców	do 5 osób	do 8 osób	do 10 osób
Osadnik wstępny (dł x szer. x wys.)	2030 x 1095 x 1270	2008 x 1540 x 1418	2420 x 1740 x 2000
Reaktor biologiczny (śr x szer. X wys.)	1700 x 1550 x 2050	1700 x 1550 x 2050	1700 x 1550 x 2050
Zużycie energii	kompresor 30 W 260 kWh/rok	kompresor 50 W 260 kWh/rok	kompresor 80 W 695 kWh/rok

Tabela 2. Parametry ścieków oczyszczonych

Minimalne osiągnięte parametry ścieków oczyszczonych na odpływie oczyszczalni Aquamatic STM	
BZT <sub>5</sub> /5-dniowe biochemiczne zapotrzebowanie na tlen/	< 25 mg/l
ChZT /chemiczne zapotrzebowanie tlenu/	< 100 mg/l
Zawiesina ogólna	< 35 mg/l

Przy zastosowaniu mocniejszych kompresorów (opcja dodatkowa):

50 W dla STM 5  
80 W dla STM 8  
120 W dla STM 10

możliwe jest uzyskanie BZT < 15 mg/l i ChZT < 75 mg/l oraz nityfikacji i denityfikacji.

Tabela 3. Tabela danych technicznych i doboru oczyszczalni przydomowych systemu STM

Podstawa doboru					
Typ urządzenia			STM 5	STM 8	STM 10
Liczba mieszkańców		M	do 5	do 8	do 10
Specyficzna ilość ścieków	$Q_{sp}$	L/(Mxdoba)	150,00	150,00	150,00
Dobowa ilość ścieków	$Q_d$	m <sup>3</sup> /doba	0,75	1,20	1,50
Maksymalna godzinowa ilość ścieków	10 h	m <sup>3</sup> /h	0,075	0,120	0,15
	24 h	m <sup>3</sup> /h	0,031	0,050	0,06
Ładunek biologiczny					
- bez oczyszczania wstępnego	baza:	60 g BZT <sub>5</sub> (M/doba)	0,3	0,48	0,6
- z 1,5-godz. oczyszczaniem wstępnym	baza:	40 g BZT <sub>5</sub> (M/doba)	0,2	0,32	0,4
Typ urządzenia			STM 5	STM 8	STM 10
Mechaniczny etap oczyszczania z ogólnym magazynowaniem osadu mieszanego			STM 5	STM 8	STM 10
Forma konstrukcyjna: zbiornik dwukomorowy			1 zbiornik	1 zbiornik	1 zbiornik
Specyficzna objętość użytkowa dla oczyszczania wstępnego	$V_1$	m <sup>3</sup> /M	0,300	0,300	0,300
Specyficzna objętość użytkowa dla zbiornika na osad przemieszany	$V_2$	m <sup>3</sup> /M	0,074	0,074	0,074
Łączna objętość specyficzna dla oczyszczania wstępnego i zbiornika osadu	$V_3$	m <sup>3</sup> /M	0,374	0,374	0,374
Wymagana objętość łączna	$V_c$	m <sup>3</sup>	2,00	2,99	3,74
Wybrana łączna objętość	$V_w$	m <sup>3</sup>	do 2,00		
			3,00	3,00	3,81
Typ urządzenia			STM 5	STM 8	STM 10
Zbiornik biologiczny			STM 5	STM 8	STM 10
Średnica	D	mm	1.700	1.700	1.700
Liczba tarcz	n	szt.	5	10	14
Powierzchnia obrastania na 2 płytach końcowych	A	m <sup>2</sup>	brak	brak	4,52
Powierzchnia obrastania na tarczach	A	m <sup>2</sup>	16,9	33,8	47,32
Łączna powierzchnia obrastania złoża	A	m <sup>2</sup>	16,9	33,8	51,84
Głębokość wody – ścieków	H	m	1,2	1,2	1,2
Objętość użytkowa	$V_{bio}$	m <sup>3</sup>	1,03	1,03	1,03
BZT <sub>5</sub> -obciążenie powierzchni	Of	g/(m <sup>2</sup> xdoba)	4	4	4
BZT <sub>5</sub> -rozkład dzięki obracającym się tarczom	Oł	kg BZT <sub>5</sub> /doba	0,068	0,135	0,207
BZT <sub>5</sub> -rozkład dzięki czynnikom osadu czynnego	Oł	kg BZT <sub>5</sub> /doba	0,132	0,185	0,193
Zawartość substancji suchej	G	kg/m <sup>3</sup>	4,00	4,00	4,00
BZT <sub>5</sub> -obciążenie osadu	Oos	kg/kg*doba	0,032	0,045	0,047
BZT <sub>5</sub> -obciążenie przestrzeni	Oop	kg/ m <sup>3</sup> *doba	0,129	0,179	0,187
Ilość dostarczanego tlenu podczas eksploatacji		kg O <sub>2</sub> /doba	0,280	0,560	0,784
Obciążenie tlenowe czynnika osadu czynnego		kg O <sub>2</sub> /kgBZT <sub>5</sub> *doba	2,11	3,03	4,07
Typ urządzenia			STM 5	STM 8	STM 10
Osadnik wtórny			STM 5	STM 8	STM 10
Ilość przestrzeni oczyszczania wtórnego	n	szt.	1	1	1
Powierzchnia	$A_{wt}$	m <sup>2</sup>	0,87	0,87	0,87
Objętość	$V_{wt}$	m <sup>3</sup>	0,51	0,51	0,51
Zasilanie powierzchni	$Q_{wt}$	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> h	0,086	0,138	0,172
Głębokość wody – ścieków	$H_{wt}$	m	1,10	1,10	1,10
Czas przepływu	$t_{wt}$	h	6,80	4,25	3,50