

*Racjonalne przygotowanie inwestycji dla komunalnej oczyszczalni ścieków  
z zakresu modernizacji/budowy stacji zlewnej  
oraz systemu napowietrzania – doświadczenia PEWIK GDYNIA*



PEWIK GDYNIA

**Anna Remiszewska-Skwarek**

PEWIK GDYNIA Sp. z o.o.



*SZCZYRK 15-17.05.2019r.*

# **Stacje zlewne, nieczystości ciekłe**

## Rozważania w zakresie gospodarowania nieczystościami ciekłymi należy poprzedzić zdefiniowaniem pojęć „ścieki” i „nieczystości ciekłe”.

Według definicji zawartej w Ustawie Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627 z późn. zm.), ścieki to wody zużyte wprowadzane do wód i do ziemi. Według definicji zawartej w Ustawie o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz. U. z 2017 r. poz. 1289), **nieczystości ciekłe to ścieki gromadzone przejściowo w zbiornikach bezodpływowych. Nieczystości ciekłe, jako że nie są wprowadzane do wód i do ziemi, nie są więc ściekami.**

Podstawowym aktem prawnym, definiującym najważniejsze pojęcia w zakresie gospodarowania nieczystościami ciekłymi, jest **Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.**

Według zawartej w niej definicji, **zbiorniki bezodpływowe** to instalacje i urządzenia przeznaczone do gromadzenia nieczystości ciekłych w miejscu ich powstawania.

**Stacje zlewne** to zaś instalacje i urządzenia zlokalizowane przy kolektorach sieci kanalizacyjnej lub przy oczyszczalniach ścieków służące do przyjmowania nieczystości ciekłych dowożonych pojazdami asenizacyjnymi z miejsc gromadzenia.

W języku potocznym **nieczystości ciekłe** bywają określane mianem **ścieków dowożonych** lub **nieczystościami płynnymi**, a **stacje zlewne** mianem **stacji zlewnych**.

**Wśród nieczystości ciekłych wyróżnia się bytowe i przemysłowe.**





## Nieczystości ciekłe – ścieki przemysłowe?

### Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz. U. z 2017 r. poz. 1289)

3. Gminy prowadzą ewidencję:

- 1) zbiorników bezodpływowych w celu kontroli częstotliwości ich opróżniania oraz w celu opracowania planu rozwoju sieci kanalizacyjnej;
- 2) przydomowych oczyszczalni ścieków w celu kontroli częstotliwości i sposobu pozbywania się komunalnych osadów ściekowych oraz w celu opracowania planu rozwoju sieci kanalizacyjnej;

#### ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY<sup>1)</sup>

z dnia 17 października 2002 r.

w sprawie warunków wprowadzania nieczystości ciekłych do stacji zlewnych.

Na podstawie art. 2 ust. 4 ustawy z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz. U. Nr 132, poz. 622, z 1997 r. Nr 60, poz. 369 i Nr 121, poz. 770, z 2000 r. Nr 22, poz. 272, z 2001 r. Nr 100, poz. 1085 i Nr 154, poz. 1800 oraz z 2002 r. Nr 113, poz. 984) zarządza się, co następuje:

§ 1. Ilekroć w rozporządzeniu jest mowa o:

- 1) „właścicieli stacji zlewnej” — należy przez to rozumieć również jednostkę organizacyjną oraz osobę posiadającą stację zlewną w zarządzie lub użytkowaniu, a także inne podmioty władające stacją zlewną;
- 2) „dostawcy nieczystości ciekłych” — należy przez to rozumieć przedsiębiorcę prowadzącego działalność w zakresie opróżniania zbiorników bezodpływowych i transportu nieczystości ciekłych na podstawie zezwolenia udzielonego w trybie przepisów ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.

§ 2. Stacje zlewne, do których wprowadzane są nieczystości ciekłe, powinny posiadać rozwiązania techniczne zabezpieczające prawidłowe działanie urządzeń stacji i oczyszczalni ścieków i być eksploatowane w sposób niezakłócający stosowanej technologii oczyszczania ścieków.

§ 3. Stacje zlewne zapewniają:

- 1) pomiar objętości dowożonych nieczystości ciekłych;
- 2) hermetyczny zrzut nieczystości ciekłych;
- 3) separowanie zanieczyszczeń stałych.

§ 4. Nieczystości ciekłe dowożone do stacji zlewnej jednym pojazdem asenizacyjnym nie mogą stanowić mieszaniny nieczystości ciekłych bytowych z nieczystościami ciekłymi przemysłowymi.

§ 5. Dopuszczalna wielkość ładunku zanieczyszczeń w nieczystościach ciekłych, wprowadzanych do stacji zlewnej, uzgadniana jest przez właściciela stacji zlewnej z posiadaczem oczyszczalni ścieków, w której będą oczyszczane, i wynika z przyjętego dla oczyszczalni ścieków bilansu ilościowego i jakościowego ścieków oraz stosowanych w niej procesów oczyszczania i sposobów stosowania osadów ściekowych.

§ 6. Nieczystości ciekłe wprowadzane do stacji zlewnej są dawkowane równomiernie do oczyszczalni ścieków.

§ 7. 1. Dostawca nieczystości ciekłych wprowadza je do stacji zlewnej, jeżeli w umowie zawartej z właścicielem stacji zlewnej określono w szczególności:

- 1) miesięczną objętość i rodzaj dowożonych do stacji zlewnej nieczystości ciekłych;
- 2) dopuszczalną wielkość ładunku zanieczyszczeń w dowożonych nieczystościach ciekłych;
- 3) miejsce, częstotliwość i sposób pobierania próbek kontrolnych nieczystości ciekłych.

2. Pobieranie próbek kontrolnych do analiz określających stan i skład dowożonych nieczystości ciekłych odbywa się w obecności dostawcy nieczystości lub osoby przez niego upoważnionej, w miejscu pobierania próbek wskazanym w umowie, o której mowa w ust. 1.

§ 8. 1. W stacji zlewnej odbiór nieczystości ciekłych potwierdzany jest zgodnie z wzorem określonym w załączniku do rozporządzenia.

2. Jeżeli nieczystości ciekłe wprowadzane są do bezobsługowej, zautomatyzowanej stacji zlewnej, dostawca nieczystości ciekłych pozostawia i odbiera informacje, o których mowa w załączniku do rozporządzenia, w miejscu wyznaczonym przez właściciela stacji zlewnej.

§ 9. Przepis § 3 stosuje się od dnia 1 stycznia 2004 r.

§ 10. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 30 dni od dnia ogłoszenia.

<sup>1)</sup> Minister Infrastruktury kieruje działem administracji rządowej — budownictwo, gospodarka przestrzenna i mieszkaniowa, na podstawie § 1 ust. 2 pkt 1 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 marca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Infrastruktury (Dz. U. Nr 32, poz. 302).



## NIECZYSTOŚCI CIEKŁE=ŚCIEKI PRZEMYSŁOWE ?

### Największy problem mniejszych oczyszczalni

**W Polsce w 2017 r. funkcjonowało 2 355 tys. takich urządzeń, z czego > 90% stanowiły zbiorniki bezodpływowe. (2016 r. - 2 333 tys. zbiorniki bezodpływowe)**

Większość, bo prawie **86%** przydomowych urządzeń do odprowadzania nieczystości, zlokalizowanych jest na obszarach wiejskich.

GROMADZENIE NIECZYSTOŚCI CIEKŁYCH <sup>a</sup>			
Województwa	Zbiorniki bezodpływowe	Oczyszczalnie przydomowe	Stacje zlewne
	liczba		
<b>POLSKA</b>	<b>2 121 tys.</b>	<b>234 tys.</b>	<b>2 301</b>
Pomorskie	68 992	6 992	117

a) według danych urzędów gminnych. W roku 2017 odebrano 2,3% więcej niż w 2016 r., GUS 2018 „Infrastruktura komunalna 2017”

NIECZYSTOŚCI CIEKŁE WYWIEZIONE DO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW LUB STACJI ZLEWNYCH	
2017 r.	
[GUS 2018, dam <sup>3</sup> ]; 1 m <sup>3</sup> =0,001 dam <sup>3</sup>	
POLSKA	<b>23 666,60</b>
Pomorskie	<b>1 622,80</b>

Zakładając:

- 4 lub 3 osoby w jednym gospodarstwie domowym;
- zużycie wody 1 mieszkaniec wsi – 29 m<sup>3</sup>/rok [2015 GUS]

POMORSKIE (szambo)

68 992 szt. \* 4 osoby = 275 968 osób ~ 8 003 072 m<sup>3</sup> ścieków

**Ilość wywieziona ok. 20 %**

68 992 szt. \* 3 osoby = 206 976 osób ~ 6 002 304 m<sup>3</sup> ścieków

**Ilość wywieziona ok. 27%**

**POLSKA – szacuje się, że tylko ok. 13-15% nieczystości ciekłych gromadzonych w zbiornikach bezodpływowych trafia do oczyszczalni ścieków**

## Nieczystości ciekłe/ścieki dowożone

- mieszkańcy terenów wiejskich zużywają mniej wody od mieszkańców miast; różnice te mogą wynosić nawet 50% – ścieki zatężone (Chmielowski, Ślizowski 2008; Bergel 2006);
- skanalizowane ok. 35 % terenów wiejskich , stąd ścieki /nieczystości ciekłe/ do oczyszczalni dowożone są taborem asenizacyjnym z tzw. „szamb” – ładunki zanieczyszczeń w ściekach dowożonych są znacznie wyższe w porównaniu do stężeń w ściekach dopływających systemem kanalizacyjnym;
- „szambo” powinno być odpowiednio zwymiarowane, czyli mieć taką pojemność, aby wywożenie ścieków odbywało się z częstotliwością, co 3 - 4 tygodnie (PN-EN 12566-1:2004), przez wysokie koszty wywozu – ograniczenie zużycia wody – negatywny wpływ na skład nieczystości;
- dostarczenie dużej ilości ścieków o zwiększonym stężeniu oraz zagniłych powoduje znaczące zakłócenie procesu oczyszczania w oczyszczalni ścieków (na nagłe zmiany stężeń zanieczyszczeń narażone są zwłaszcza oczyszczalnie pracujące w oparciu o metodę osadu czynnego).

### Stężenia zanieczyszczeń - nieczystości ciekłe/ścieki dowożone

wskaźnik	Opracowanie dokumentacji projektowo - kosztorysowej przebudowy oczyszczalni ścieków w Łąckiej Górnej, gm. Żegocina	Dokumentacja projekt technologiczny oczyszczalni ścieków dla gminy Dmosin - Bioprojekt s.c. 2008r.	uproszczona koncepcja rozbudowy oczyszczalni ścieków w Nekli, T. Jaroszyński , Badania i analizy w zakresie ochrony środowiska, Poznań 2009		Wpływ ścieków pochodzących ze zbiorników bezodpływowych na zmienność (...) P. Bugajski i in. 2016		Zmienność ilości ścieków i nieczystości ciekłych oraz ładunki zanieczyszczeń (...) B. Tomczuk 2011	PROJEKT BUDOWLANY Budowa mechaniczno – biologicznej oczyszczalni ścieków dla m. Dopiewo
	Cśred	Cśred	min	max	min	max	Cśred	Cśred
CHZT [mg/dm <sup>3</sup> ]	2000	2000	902	2165	520	<b>3526</b>	1790	2000
BZT <sub>5</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	1200	1200	750	<b>1700</b>	360	1430	1080	1000
Zawiesina ogólna [mg/dm <sup>3</sup> ]	1000	1200	332	<b>2113</b>	310	2000	116	1125
Azot ogólny [mg/dm <sup>3</sup> ]	180	200	85	<b>217</b>			84	150
Fosfor ogólny [mg/dm <sup>3</sup> ]	30	30	13,2	<b>33,8</b>			31,6	34
N-NH <sub>4</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]			83	<b>216</b>				
Tłuszcze [g/m <sup>3</sup> ]			42	<b>157</b>				
pH			6,5-8				7,7	

## Nieczystości ciekłe/ścieki dowożone – wpływ na pracę oczyszczalni

- Ścieki pochodzące ze zbiorników na nieczystości płynne są dowożone na teren zbiorczej oczyszczalni w sposób nieregularny zarówno w odniesieniu do ilości, jak i częstości kursów taboru asenizacyjnego (Bugajski P., Satora S. 2009; Jeleń U., Wyrwik Sz. 2003).
- Ścieki przeważnie dowożone w stanie zgniłym, a pod względem składu podobne są do osadów o bardzo wysokim uwodnieniu [**wysoki ładunek azotu!**]; (średnie stężenie azotu ogólnego wg Tomczuk B. 2011 wyższe o 48% od wartości literaturowych).
- Ponieważ procesy oczyszczania metodami biologicznymi są wrażliwe na duże zmiany zarówno ilości, jak też jakości ścieków należy z dużą ostrożnością dozować ilość ścieków pochodzących ze zbiorników na nieczystości płynne do ogólnej ilości ścieków poddawanych procesom oczyszczania (Krzanowski S., Wałęga A. 2008; Ladu J., Lü X. 2014; Elmitwalli T. A., Ralf, O. 2007; Shibao L. 2015).
- Optymalnym rozwiązaniem dla eksploatatora oczyszczalni jest określenie ilości ścieków dowożonych podanej w % w stosunku do ilości ścieków dopływających, która nie wpłynie na znaczne zmiany stężenia zanieczyszczeń w ogólnej ilości ścieków poddawanych procesom oczyszczania.

Naukowcy twierdzą, że wraz ze wzrostem udziału „ścieków dowożonych” tylko o 1% w mieszaninie ścieków dopływających i dowożonych (P. Bugajski i in. 2016):

- stężenie  $BZT_5$  wzrasta o 14,6 mg  $O_2/dm^3$ .
- stężenie ChZT wzrasta o 40,2 mg  $O_2/dm^3$ .
- stężenie zawiesiny ogólnej wzrasta o 21,4 mg/ $dm^3$ .



## Ścieki dopływające do biologicznej oczyszczalni ścieków powinny charakteryzować się odpowiednim stosunkiem $\text{ChZT}/\text{BZT}_5$

- ❑  $\text{ChZT}/\text{BZT}_5 \leq 2$ , co świadczy o podatności ścieków na rozkład biologiczny;
- ❑  $\text{ChZT}/\text{BZT}_5 \geq 2$  w ściekach świadczy o obecności substancji organicznych trudnorozkładalnych pod wpływem procesów biologicznych;
- ❑  $\text{N}_{\text{og}}/\text{BZT}_5 \leq 0,2$  jest odpowiedni dla prawidłowego przebiegu procesu denitryfikacji (nie wymaga dozowania zewnętrznego źródła węgla);
- ❑  $\text{BZT}_5/\text{P}_{\text{og}} \geq 20$  zarówno dla prawidłowego przebiegu defosfatacji, jak i denitryfikacji.

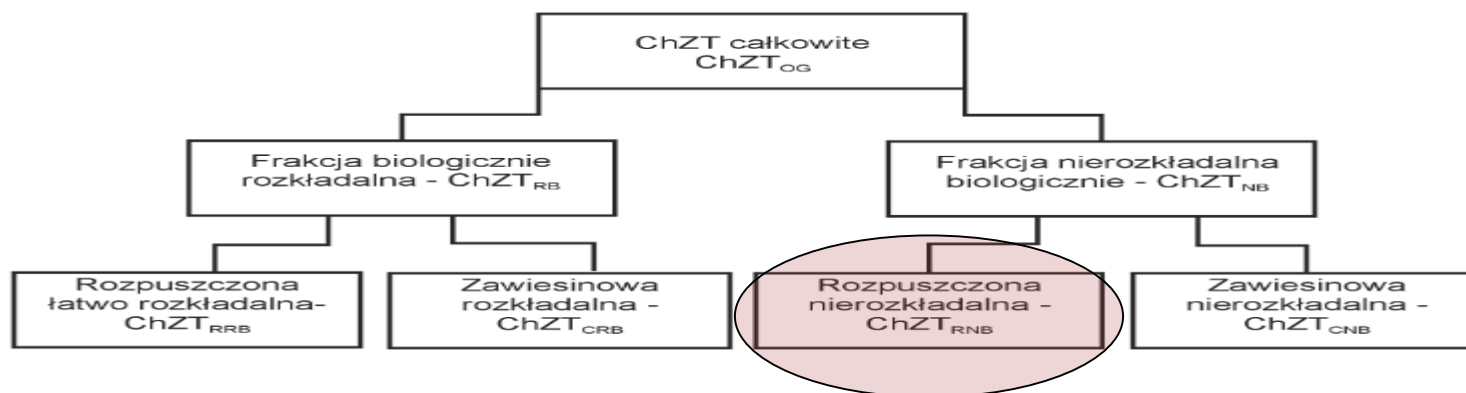


Podstawowy podział ChZT oparty jest na określeniu w ChZT całkowitym ( $\text{ChZT}_{\text{OG}}$ ):

- frakcji rozkładalnej biologicznie ( $\text{ChZT}_{\text{RB}}$ ),
- frakcji nierozkładalnej biologicznie ( $\text{ChZT}_{\text{NRB}}$ )

Następny poziom określa jaką część ChZT stanowi :

- frakcja rozpuszczana ( $\text{ChZT}_{\text{R}}$ ),
- frakcja zawieszinowa ( $\text{ChZT}_{\text{C}}$ )



**Fracja rozpuszczona nierozkładalna biologicznie ( $\text{ChZT}_{\text{RNB}}$ )**

- zawiera związki nierozkładalne w procesach biologicznych, frakcja „przepływa” przez oczyszczalnię ścieków i w niezmienionej postaci odpływa wraz ze ściekami oczyszczonymi.

**Często przyrost stężenia ChZT w ściekach oczyszczonych świadczy o wzroście zawartości nierozkładalnej biologicznie frakcji ChZT w ściekach surowych doprowadzonych do oczyszczalni**

***Źródło: ścieki przemysłowe, nieczystości ciekłe***

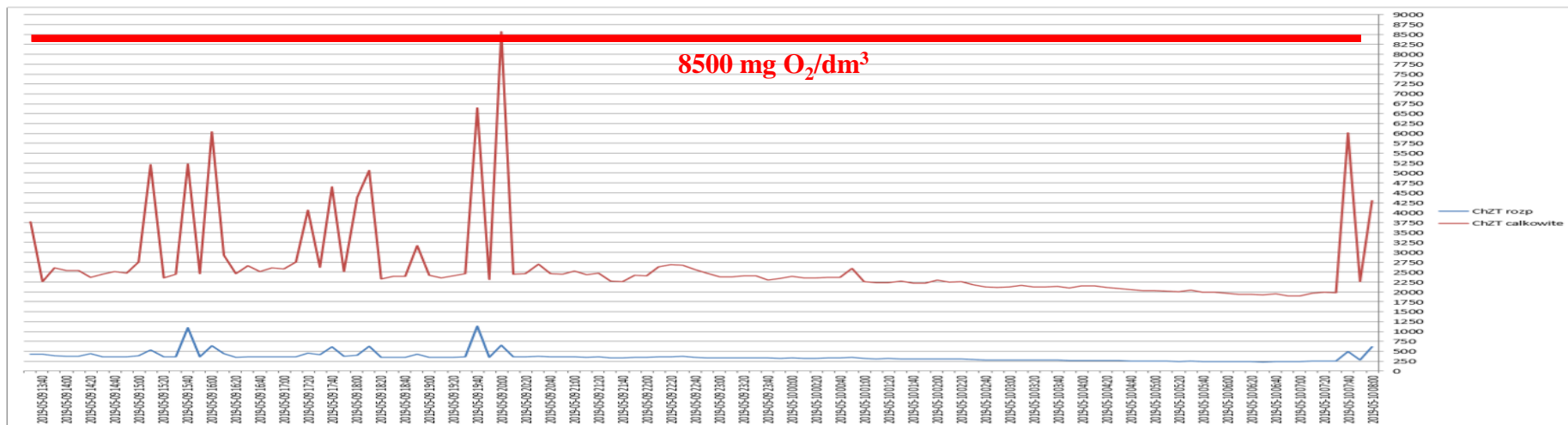
## Przykładowe badania ChZT w nieczystościach ciekłych dowożonych do miejskiej stacji zlewnej w woj. mazowieckim



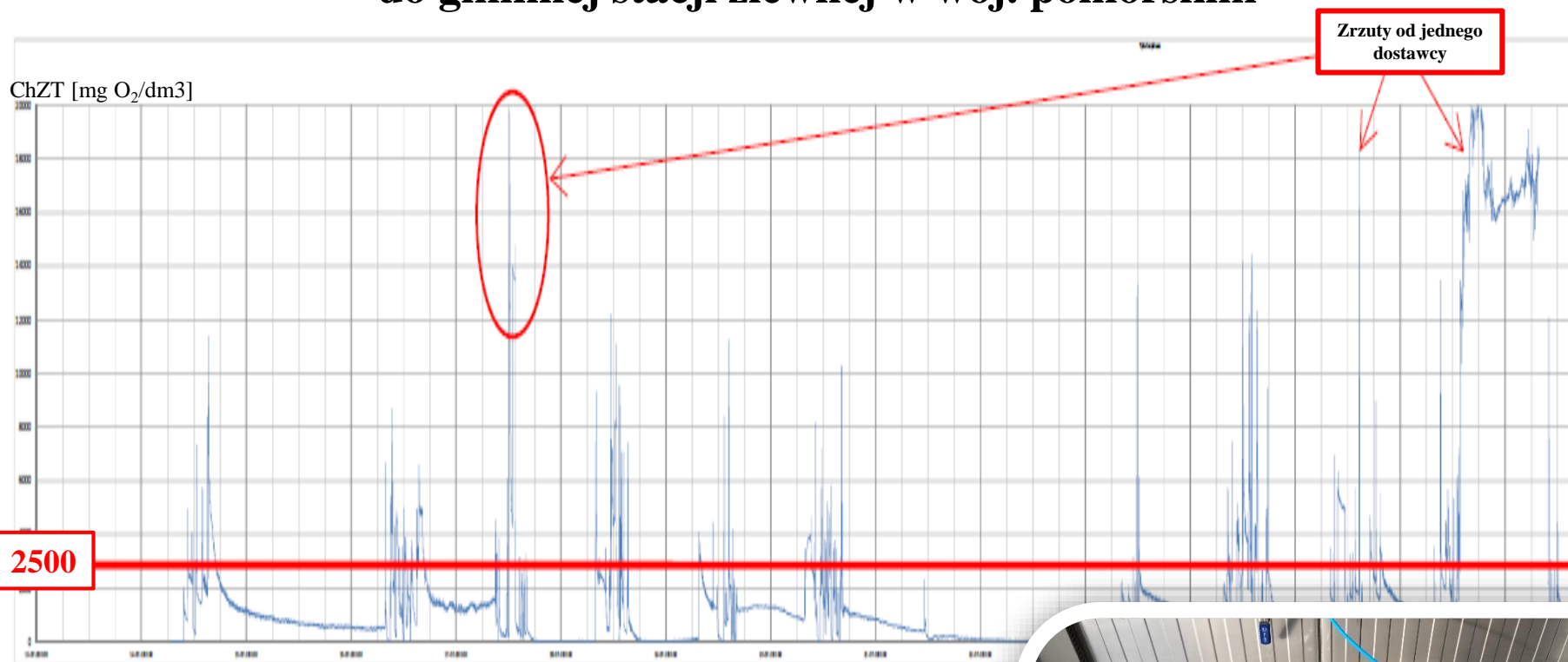
**ChZT<sub>og</sub> - 14 690 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>**



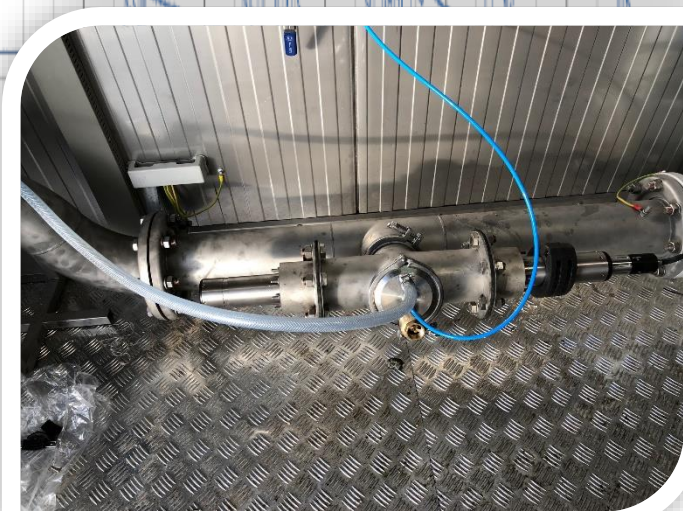
**ChZT<sub>rozp</sub> - 986 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>**



## Przykładowe badania ChZT w nieczystościach ciekłych dowożonych do gminnej stacji zlewnej w woj. pomorskim



Badania testowe ChZT prowadzono w sposób ciągły sondą spektralną (on-line) w dn. 14.07-01.08.2018.  
**Wykazano, iż stężenie ChZT > 50 % dostarczanych tzw. „ścieków dowożonych” > 2500 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>**



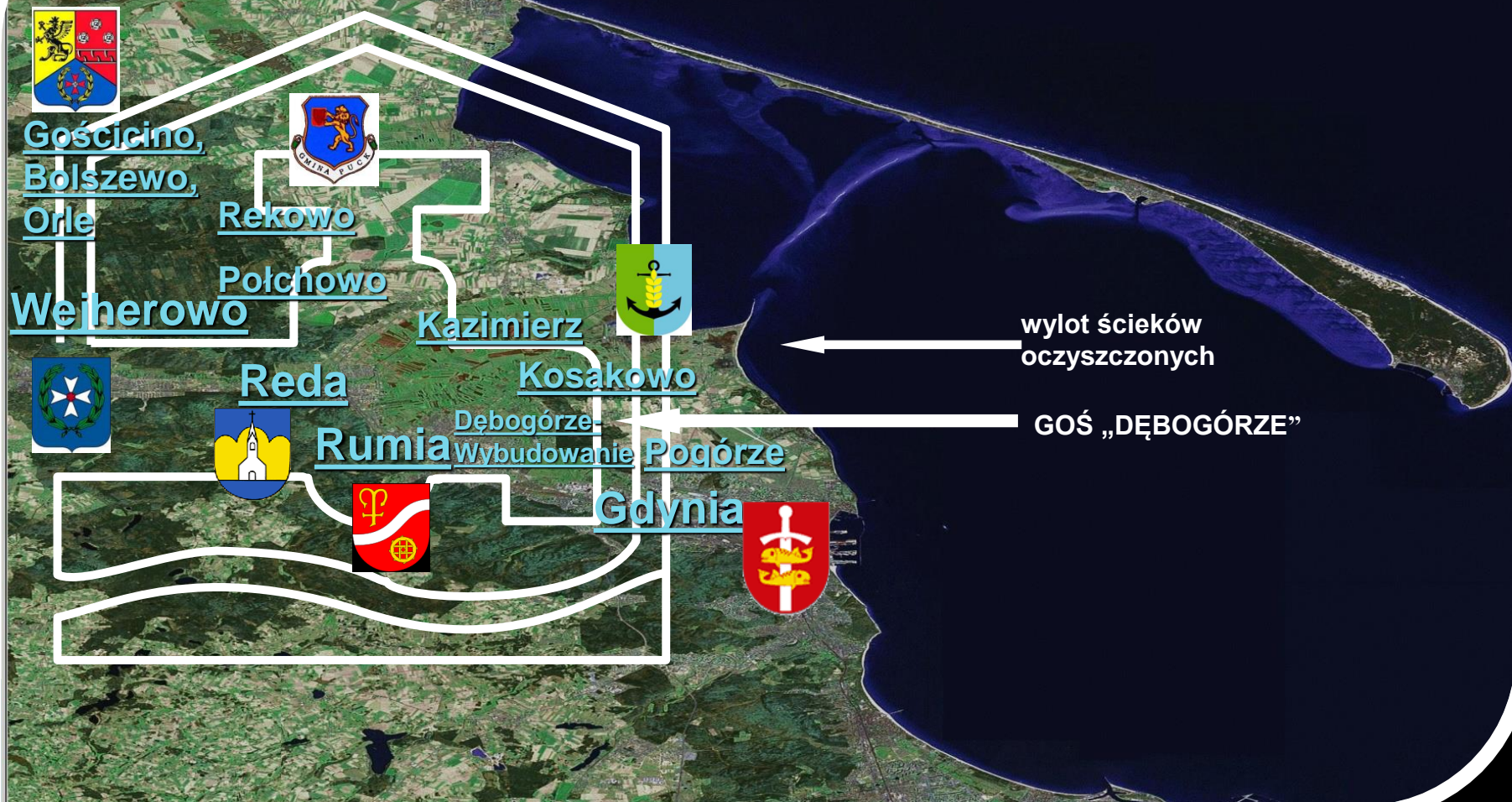
# **Stacje zlewne i nieczystości ciekłe**

**PEWIK GDYNIA**





# PEWIK GDYNIA



## Nieczystości ciekłe – stacje zlewne

W 2018 r. pobrano **133 próbki** nieczystości zrzucanych do kanalizacji sanitarnej.

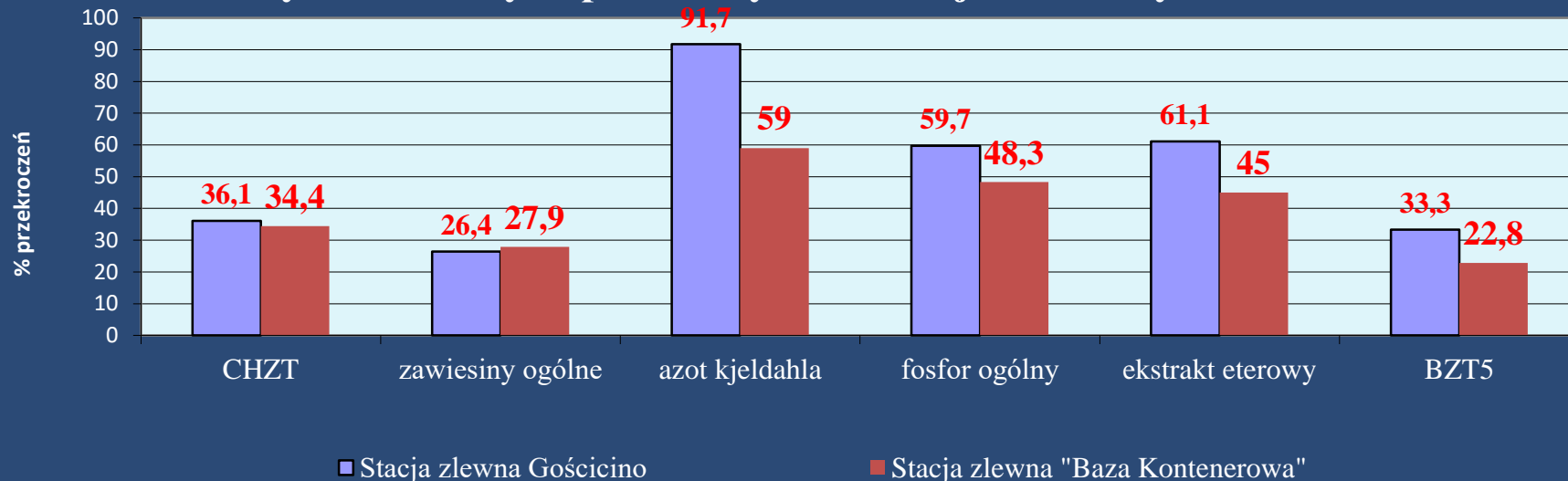
**Warunki dopuszczalnych ładunków spełniono:**

- Gdynia – **12 razy** / 61 pobranych prób),
- Gościcino – **6 razy** / 72 pobrane próby)!

Rok	Stacja zlewna Gdynia „Baza Kontenerowa” [m <sup>3</sup> /rok]	Stacja zlewna Wejherowo/Gościcino [m <sup>3</sup> /rok]	Ogółem [m <sup>3</sup> /rok]
2015	84 622	104 323	188 945
2016	90 938	87 816	178 754
2017	99 614	75 460	175 074
2018	100 465	70 658	171 123

Rok	Gdynia „Baza Kontenerowa” [m <sup>3</sup> ]						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Nieczystości ciekłe bytowe	38 623	39 922	42 414	43 158	48 445	62 887	60 597
Nieczystości ciekłe pochodzące z handlu i usług	34 616	35 747	43 624	36 889	38 749	32 626	39 868
Nieczystości ciekłe pochodzące z produkcji	4 720	4 235	4 132	4 575	3 744	4 101	

## Ilość procentowa przekroczeń wskaźników zanieczyszczenia nieczystości ciekłych pobieranych na stacjach zlewnych w 2018 roku



## Wpływ „ścieków dowożonych” na pracę GOŚ „Dębogórze”

Ilość ścieków komunalnych oczyszczonych w 2018 roku – **21 496 218 m<sup>3</sup>**

Ilość tzw. ścieków dowożonych – 171 123 m<sup>3</sup>/rok stanowi **< 1%** ilości wszystkich ścieków dopływających do wielkomiejskiej oczyszczalni komunalnej, stąd „gorsza” ich jakość nie wpływa bezpośrednio na efektywność oczyszczania w GOŚ „DĘBOGÓRZE”, jednak bezsprzecznie ładunki zanieczyszczeń w przyjmowanych nieczystościach są często wysokie.

## Jakość ścieków oczyszczonych w GOŚ „Dębogórze”

Rok	ChZT		BZT <sub>5</sub>		Zawiesina		Azot ogólny		Fosfor ogólny	
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	redukcja (%)	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	redukcja (%)	mg/dm <sup>3</sup>	redukcja (%)	mgN/dm <sup>3</sup>	redukcja (%)	mgP/dm <sup>3</sup>	redukcja (%)
2013	22,9	98,0	0,8	99,8	1,1	99,8	8,4	90,7	0,64	94,5
2014	30,0	97,1	0,4	99,9	1,3	99,7	8,3	91,2	0,67	94,5
2015	30,5	97,2	0,1	99,9	0,1	99,9	7,4	92,2	0,64	94,6
2016	31,2	97,1	1,2	99,7	0*	99,99	7,7	91,9	0,64	94,4
2017	31,5	96,9	0,4	99,9	0*	99,99	7,3	92,2	0,65	93,9
2018	33,8	97,0	0,3	99,9	1,3	99,7	6,9	92,8	0,66	94,3
wartości dopuszczalne	125		15		35		10		1,0	

Uzyskuje się praktycznie 100% redukcję związków organicznych wyrażonych w BZT<sub>5</sub> i zawieszynie ogólnej; stopień redukcji związków biogennych jest również stabilnie wysoki, co świadczy o efektywności procesu oczyszczania.

W roku 2014 zaobserwowano jednak wzrost stężenia ChZT i azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych, co mogło świadczyć o wzroście udziału frakcji nierozkładalnych w dopływających ściekach.



## Skutki zmiany składu ścieków dopływających do oczyszczalni

Wskaźniki zużycia energii elektrycznej						
rok	cała oczyszczalnia			napowietrzanie		
	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/kg BZT <sub>5</sub> (usuniętego)	kWh/kgN (usuniętego)	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/kgBZT <sub>5</sub> (usuniętego)	kWh/kgN (usuniętego)
2010	0,63	1,43	8,02	0,18	0,42	2,34
2011	0,60	1,46	7,95	0,20	<b>0,48</b>	<b>2,61</b>
2012	0,65	1,49	8,29	0,20	<b>0,47</b>	<b>2,61</b>
2018	0,70	1,52	7,85	0,23	<b>0,51</b>	<b>2,60</b>

- Kosztem bezpośrednim wynikającym z wyższych stężeń ChZT w ściekach oczyszczonych jest wyższa tzw. „opłata środowiskowa”, w roku 2014 ze względu tylko na przyrost ChZT o 7,1 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> w stosunku do roku 2013, **wzrosła o 120 000 złotych**. Obecnie „opłata środowiskowa” dalej rośnie – w roku 2018 jest wyższa o kolejne **111 000 złotych**.
- Zużycie koagulanta (2018) wzrosło w stosunku do roku 2013 o 130 ton, natomiast w roku 2017 prawie o 180 ton. (średnio zapotrzebowanie > 30%)

Pogorszenie składu ścieków dopływających do oczyszczalni wpływa **negatywnie na energochłonność procesu i wzrost kosztów oczyszczania!**

W lutym 2015 roku rozpoczęto monitoring jakości ścieków dopływających do oczyszczalni pod kątem **identyfikacji frakcji nierozkładalnych**.

Zmiana frakcji ChZT w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni [%]  
lata 2015-2018

Frakcje [%]	ChZT <sub>R</sub>	ChZT <sub>C</sub>	ChZT <sub>RRB</sub>	ChZT <sub>RNB</sub>	ChZT <sub>CRB</sub>	ChZT <sub>CNB</sub>	ChZT <sub>RNB</sub> + ChZT <sub>CNB</sub>
2015	21,2	78,8	18,7	2,50	46,1	32,8	35,3
2016	23,4	76,6	20,6	2,80	42,9	33,7	36,5
2017	26,2	73,8	23,3	2,97	42,8	31,0	33,9
2018	26,2	73,3	23,3	<b>3,00</b>	38,3	35,1	<b>38,1</b>

ChZT<sub>R</sub> - Rozpuszczone

ChZT<sub>C</sub> - Cząsteczkowe=zawiesinowe

ChZT<sub>RRB</sub> - ChZT rozpuszczone rozkładalne biologicznie

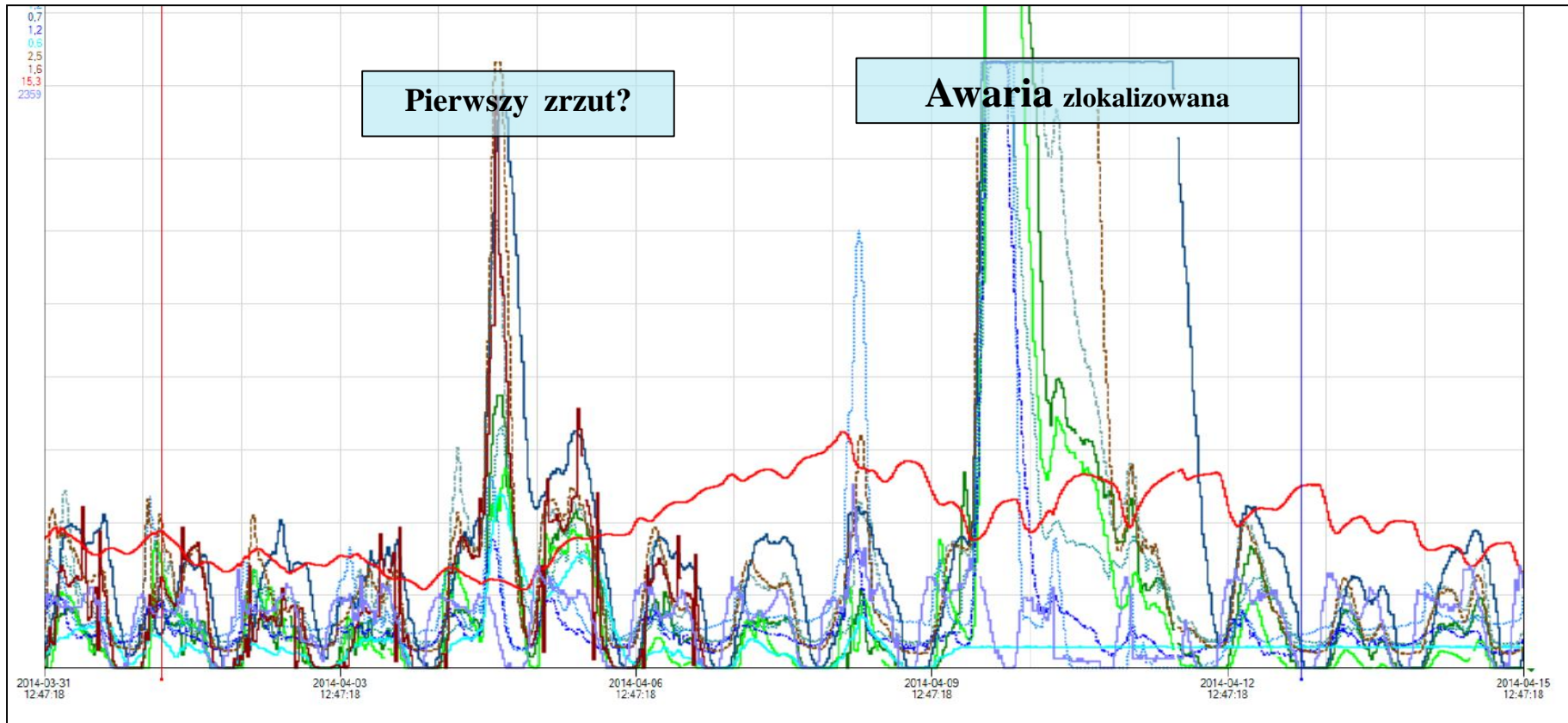
ChZT<sub>RNB</sub> - ChZT rozpuszczone nierozkładalne biologicznie

ChZT<sub>CRB</sub> - ChZT cząsteczkowe rozkładalne biologicznie

ChZT<sub>CNB</sub> - ChZT cząsteczkowe nierozkładalne biologicznie

Przyrost frakcji nierozkładalnych ChZT w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni utrzymuje się od 2015 roku, co bezpośrednio przekłada się na wzrost stężenia ChZT całkowitego w ściekach oczyszczonych odprowadzanych do środowiska naturalnego, a to w konsekwencji powoduje coroczny **wzrost kosztów związanych z tzw. „opłatą środowiskową”**.

## Zawansowane opomiarowanie



**Wprowadzenie ścieków przemysłowych o wysokich ładunkach zanieczyszczeń do sieci kanalizacyjnej PEWIK jest diagnozowane w przeciągu**

**24 godzin.**

## Nieczystości ciekłe – temat „tabu”?

**WAŻNE:** Wytwarzane na terenach wiejskich ścieki to najprawdopodobniej ponad 60% nieczystości ciekłe gromadzone w nieszczelnych zbiornikach, które niestety głównie odprowadzane są w formie nieoczyszczonej do ziemi i wód (ok. 80%).

- Konieczne jest prowadzenie dalszych działań w zakresie uszczelnienia systemu gospodarowania nieczystościami ciekłymi. Działania te spowodują wzrost ilości nieczystości ciekłych dowożonych do oczyszczalni, ograniczeniem tych negatywnych konsekwencji – szybsze tempo kanalizowania wsi + w lokalizacjach, gdzie sieć kanalizacyjna nie ma uzasadnienia ekonomicznego – budowa efektywnych oczyszczalni przydomowych (przy założeniu, że osad z przydomowych oczyszczalni przyjmowany będzie na linię osadową oczyszczalni komunalnej);
- Przeprowadzone badania wykazały, że średnie wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach bytowych, odprowadzanych z osiedli wiejskich i miejsko-wiejskich, potrafią różnić się znacząco od średnich wartości tych wskaźników przedstawianych w literaturze;
- Przy nowoprojektowanych oczyszczalniach należy zachować ostrożność w prognozowaniu stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych wyłącznie na podstawie uogólnionych wartości podawanych w literaturze. Wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach rzeczywistych dopływających do oczyszczalni są często indywidualne dla danej zlewni/gminy;



## Optymalizacja wprowadzania ścieków dowożonych do kanalizacji/oczyszczalni

- Niestety wiele oczyszczalni przy obecnych wymaganiach prawnych będzie wymagało modernizacji ze względu na pojawiające się ryzyko przeciążenia ładunkiem zanieczyszczeń i braku jej efektywności;
- Oczyszczalnie gminne powinny być wyposażone w zbiorniki retencyjne na ścieki dowożone. Przy znacznym udziale ścieków dowożonych – odpowiedni reżim eksploatacyjny;
- Udział ścieków dowożonych, aby nie oddziaływał na pracę oczyszczalni nie powinien być większy niż 10% całkowitej ilości ścieków dopływających siecią kanalizacyjną lub powinno wprowadzić się dowóz ścieków tzw. „świeżych”;
- Ścieki dowożone /nieczystości ciekłe/ pomimo wysokich stężeń zanieczyszczeń w nich występujących są podatne na rozkład biologiczny ( $ChZT/BZT_5 < 2$ ). W większości przypadków nawet duże stężenia zanieczyszczeń typowych dla ścieków bytowych w kilku metrach sześciennych ścieków dowożonych nie powinny spowodować żadnych perturbacji po przejściu przez zbiornik buforowy (postępując zgodnie z procedurą proporcjonalności) nawet w niewielkiej oczyszczalni komunalnej.

## Reżim eksploatacyjny oczyszczalni przy udziale nieczystości ciekłych/ścieków dowożonych

- Stacje zlewne w większości mniejszych Wodociągów zlokalizowane są na terenie oczyszczalni.
- Biorąc pod uwagę, iż zrzut ścieków dowożonych w większości przypadków trwa (5 dn./tydz.) w godzinach 8.00–16.00, przy czym główny strumień z systemu kanalizacji płynie (przeważnie dwuetapowo) pomiędzy godziną 6.00 a 23.00, oczyszczalnia powinna być wyposażona przynajmniej w jeden zbiornik buforowy/magazynowy (uśredniający) dla ścieków dowożonych, w celu równomiernego (proporcjonalnego) zasilania nimi układu oczyszczalni przez całą dobę (7 dni w tygodniu) oraz sito.
- Ponadto stacja zlewna powinno się wyposażyć w czujniki pomiarowe np.: (**redox, pH, przewodnictwo właściwe, ChZT**), który stanowiłby zabezpieczenie przed zrzutem ścieków przekraczających ustalone stężenia dla ścieków dowożonych, po sygnale przekroczenia – automatycznie ścieki „toksyczne” powinny być przekierowane do zbiornika zapasowego. Eksploatator po wykonaniu badań laboratoryjnych (akredytowanych) ustala dodatkową opłatę dla w/w ścieków. Natomiast ścieki dozuje (proporcjonalnie) do układu oczyszczalni mniejszym strumieniem w dłuższym okresie czasu.
- W przypadku kiedy nie ma możliwości doposażyć oczyszczalni w zbiornik magazynowy eksploatator oczyszczalni powinien wyposażyć się przynajmniej w przenośny czujnik np.: potencjału redox i wyrywkowo sprawdzać przewoźników, co pozwoliłoby eliminować wprowadzanie do układu ścieków „toksycznych”, ponadto mogłoby na przewoźników zadziałać dyscyplinująco (przywóz „świeższych ścieków”).
- Dobrym praktykowanym w Polsce rozwiązaniem jest również zmiana polityki w gminie np. poprzez zakup przez gminę wozu asenizacyjnego i dowożenie we własnym zakresie nieczystości do oczyszczalni.

# **Eksploatacja systemu napowietrzania**

## Energochłonność procesu oczyszczania

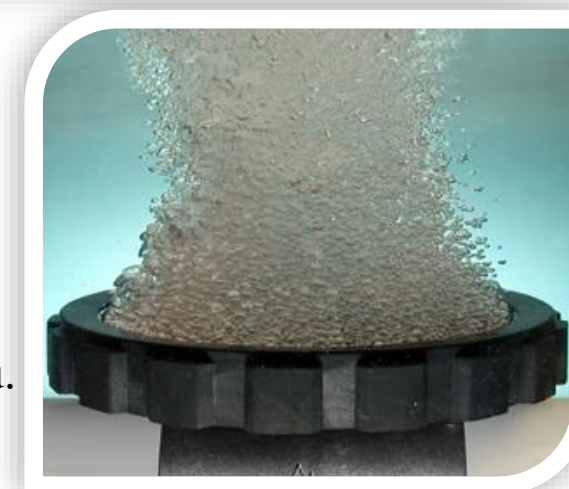
Napowietrzanie może pochłaniać  
**od 50% do 80% energii elektrycznej** zużywanej przez  
oczyszczalnię,  
przy czym koszt energii zużytej może stanowić  
**od 15 do 40%**  
całego budżetu oczyszczalni.

❑ **Należy stosować nowoczesne rozwiązania:**

➤ **napowietrzanie powietrzem z dmuchaw**

(powietrze przesyłane rurociągami do dyfuzorów,  
najczęściej umieszczonych nad dnem reaktora biologicznego)  
**mniej energochłonnych i wysoce efektywnych systemów  
drobnopełcherzykowych** ( $d < 3 \text{ mm}$ )

Im mniejszy jest pełcherzyk wydostający się z dyfuzora,  
tym wolniej będzie się wynurzać  
i tym dłużej pozostanie  
w ściekach, czyli będzie miał więcej czasu na oddanie tlenu.

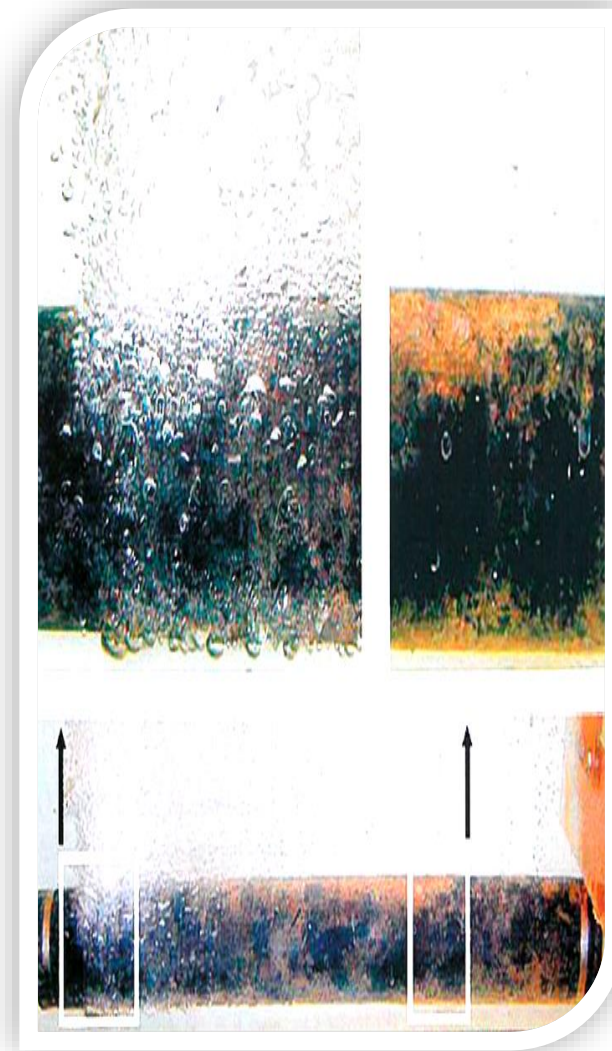




## Efektywność systemu napowietrzania w bioreaktorach

### Zarastanie dyfuzorów

- zjawisko powoduje pogorszenie stopnia wykorzystania tlenu oraz wzrost strat ciśnienia „w sieci”, w konsekwencji uniemożliwia utrzymanie niezbędnego stężenia tlenu w bioreaktorach;
- rośnie energochłonność napowietrzania i negatywny wpływ na stabilność procesu oczyszczania ścieków;
- dodatkowo przyspiesza degradację membran, co wymusza szybszą wymianę uszkodzonych elementów.



**Zarastanie dyfuzorów podnosi koszty i tak wysoce energochłonnego procesu napowietrzania!!!**

## Rodzaje obrostu dyfuzorów

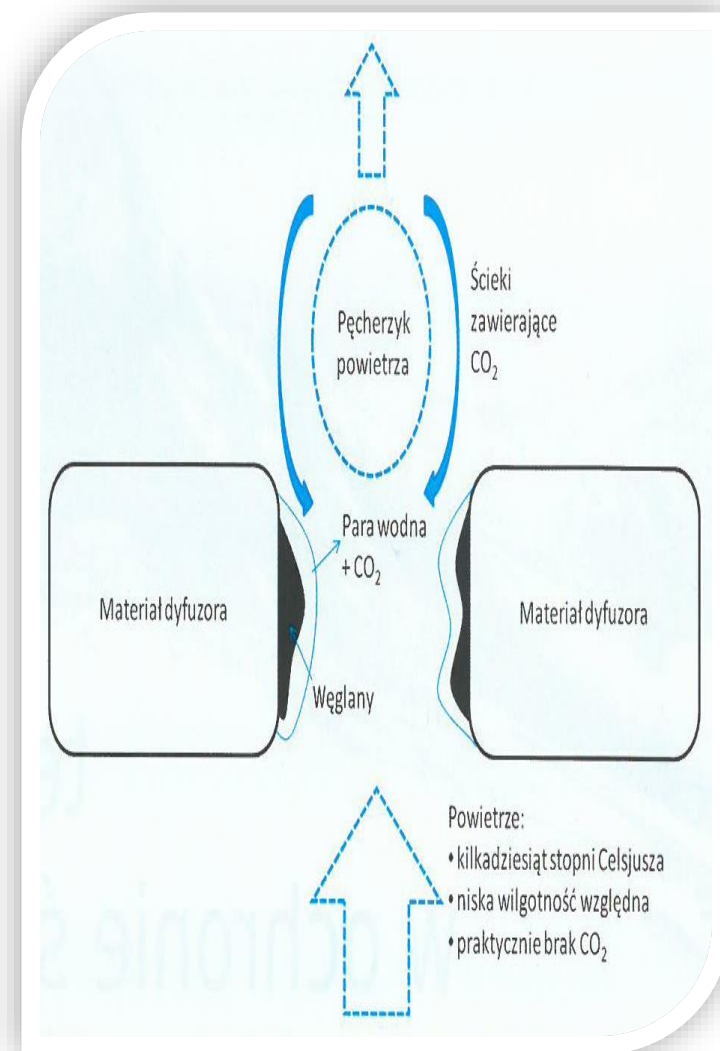
### ➤ obrost mineralny (I typu)

głównie w postaci węglanu wapnia - wytrącający się w porach dyfuzora na styku fazy gazowej ze ściekami;

- szybciej przebiega w porach o wyższych średnicach, w pierwszym etapie poprawiając równomierność wypływu powietrza z dyfuzorów i nieznaczny wzrost stopnia wykorzystania tlenu;

- osadzające się minerały doprowadzają do zatkania części porów dyfuzorów i wzrostu strat ciśnienia,

**co niestety skutkuje wzrostem energochłonności systemu i stratami finansowymi.**



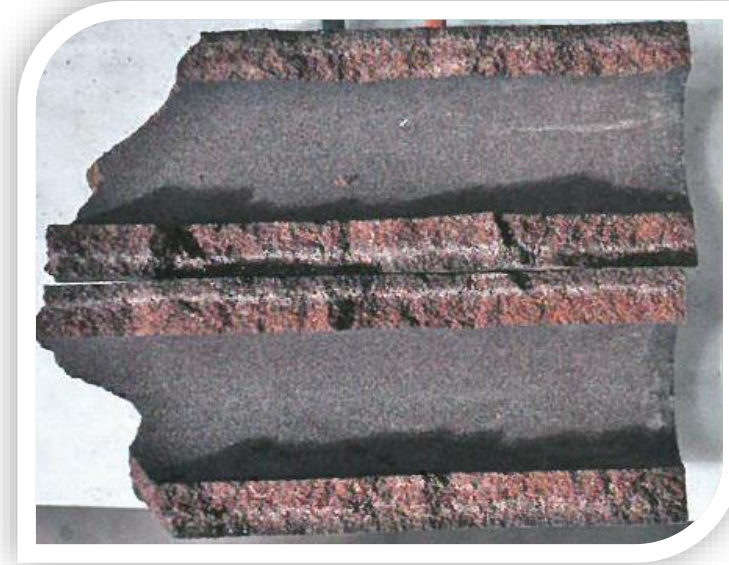
## Rodzaje obrostu dyfuzorów

### ➤ obrost mineralny (I typu)

wewnętrzny, najczęściej jest skutkiem przerw w pracy dmuchaw

- zatrzymanie przepływu powietrza powoduje penetrację ścieków w głąb dyfuzorów.
- przywrócenie przepływu ciepłego powietrza powoduje nagłe odparowanie, stąd wytrącanie osadu w postaci substancji mineralnych pochodzących ze ścieków wewnątrz dyfuzorów.

**Literatura opisuje skrajne przypadki, gdzie wysoka awaryjność dmuchaw i wytworzona warstwa osadu wewnątrz dyfuzorów całkowicie zablokowała przepływ powietrza przez dyfuzor**





## Rodzaje obrostu dyfuzorów

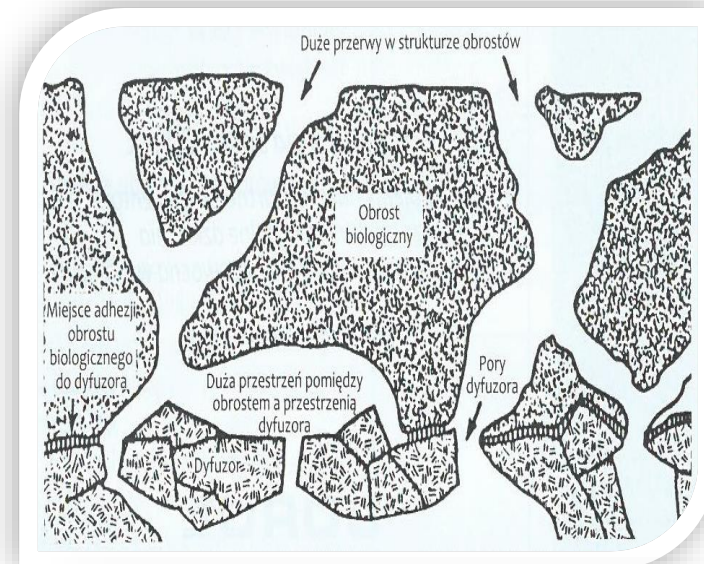
### ➤ obrost biologiczny (II typu)

w postaci biofilmu przylegającego nieszczelnie do powierzchni dyfuzora

- powstające wolne przestrzenie przyczyniają się do tworzenia się pęcherzyków o zwiększonych rozmiarach, co w konsekwencji wpływa negatywnie na stopień wykorzystania tlenu;
- obrost tego typu nie ma istotnego wpływu na straty ciśnienia.

### ➤ obrost biologiczny zewnętrzny (III typu) o znacznym udziale frakcji mineralnych

- frakcje mineralne skutecznie zatykają zewnętrzne partie dyfuzora, powodując spadek wykorzystania tlenu i wzrost strat ciśnienia.





## Regularne diagnozowanie stanu dyfuzorów napowietrzających

Najprostszą metodą analizowania ich stanu jest gromadzenie i analizowanie danych eksploatacyjnych.

### ➤ wzrost strat ciśnienia (średniego)

- analizując wskazania miernika ciśnienia zamontowanego na głównej magistrali jesteśmy w stanie problem szybko zdiagnozować;
- przy nierównomiernym dostarczaniu tlenu do poszczególnych sekcji napowietrzania, bardzo ważne pozostają **obserwacje terenowe**, ale i **pomiary strat ciśnienia** w poszczególnych sekcjach napowietrzania (przenośnym miernikiem ciśnienia);
- **wzmoczona kontrola i szybka reakcja** (walka z obrostami dyfuzorów) wydłuża sprawność układu napowietrzania oraz zapewnia stabilność procesu oczyszczania.

**Zarastanie dyfuzorów w konsekwencji podnosi koszty procesu napowietrzania i uniemożliwia utrzymanie niezbędnego stężenia tlenu w bioreaktorach!!!**



## Zwalczanie zjawiska obrostu - Metody „nieinwazyjne”

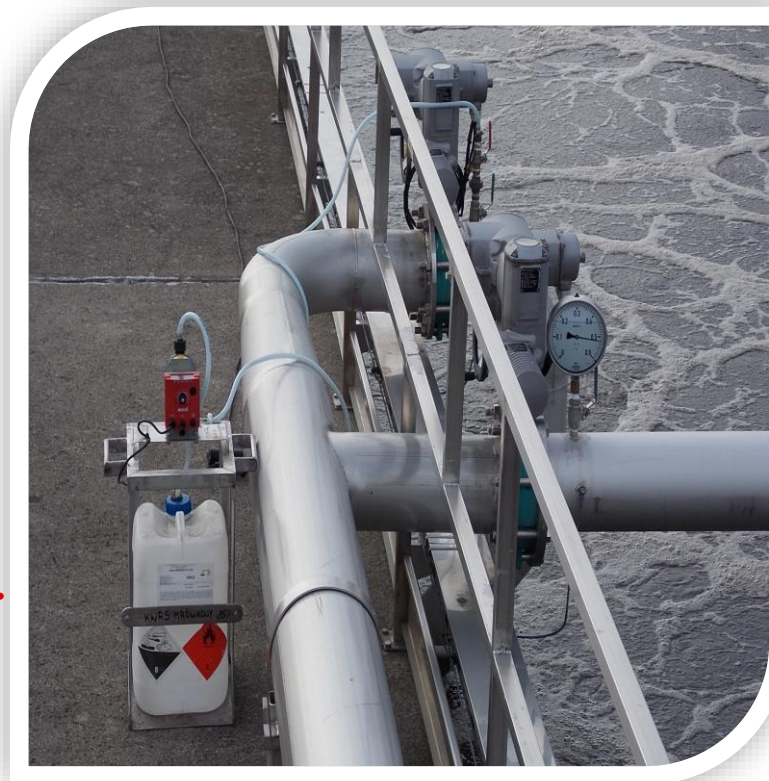
- okresowe (chwilowe) zwiększanie przepływu powietrza - powoduje odrywanie luźnych fragmentów biofilmu zewnętrznego, stąd teoretycznie metoda służy utrzymywaniu stopnia wykorzystania tlenu na wysokim poziomie;
- dawkowanie kwasu mrówkowego do powietrza zasilającego dyfuzory (pozwala jedynie na kontrolę strat ciśnienia dyfuzorów) - ograniczony wpływ na obrost zewnętrzny.

### Obydwie metody stosowane systematycznie:

- „przedmuchiwanie” strefy napowietrzania co 1-2 miesiące;
- dawkowanie kwasu mrówkowy minimum 2 razy w roku

**powinny utrzymać wysoką sprawność dyfuzorów.**

**Brak konsekwencji i brak systematyczności mogą skutkować niskimi efektami obydwu metod.**



## „Przedmuchiwanie” dyfuzorów napowietrzających, jako szybki sposób na poprawę skuteczności napowietrzania bioreaktorów

### PEWIK GDYNIA

Maksymalne bezpieczne obciążenie jednego dyfuzora  
zastosowanego

w GOŚ „Dębogórze” wynosi **20 Nm<sup>3</sup>/h**,

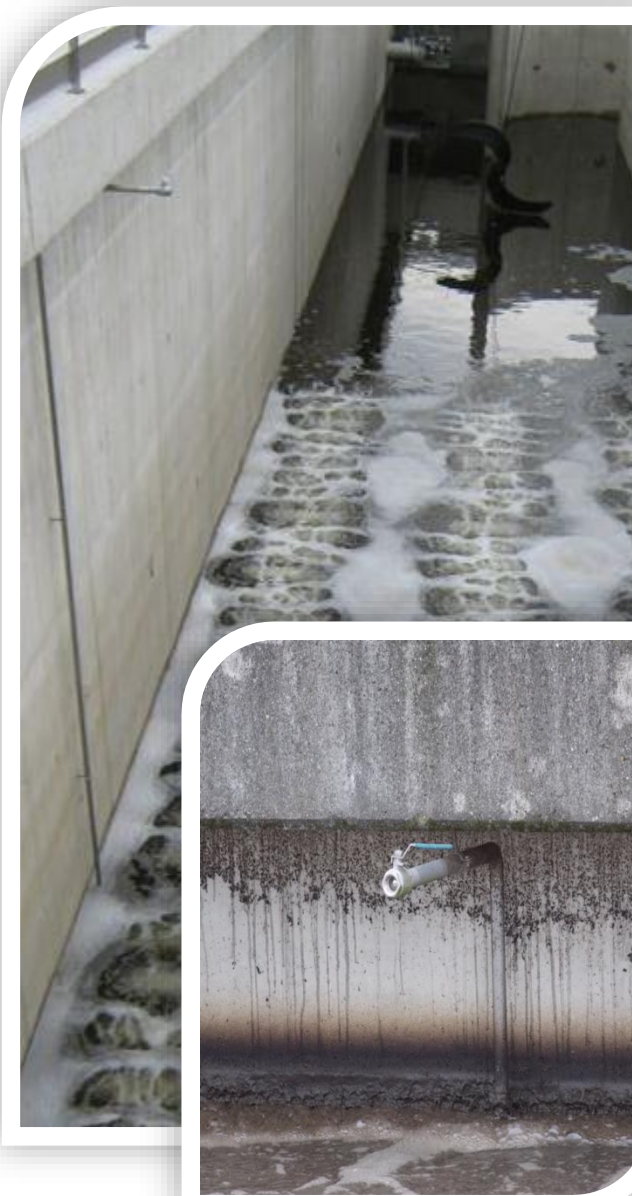
np.: dla reaktora 110/1 → 1 748 szt. = **34 960 Nm<sup>3</sup>/h**

Maksymalne ciśnienie - 71,5 kPa

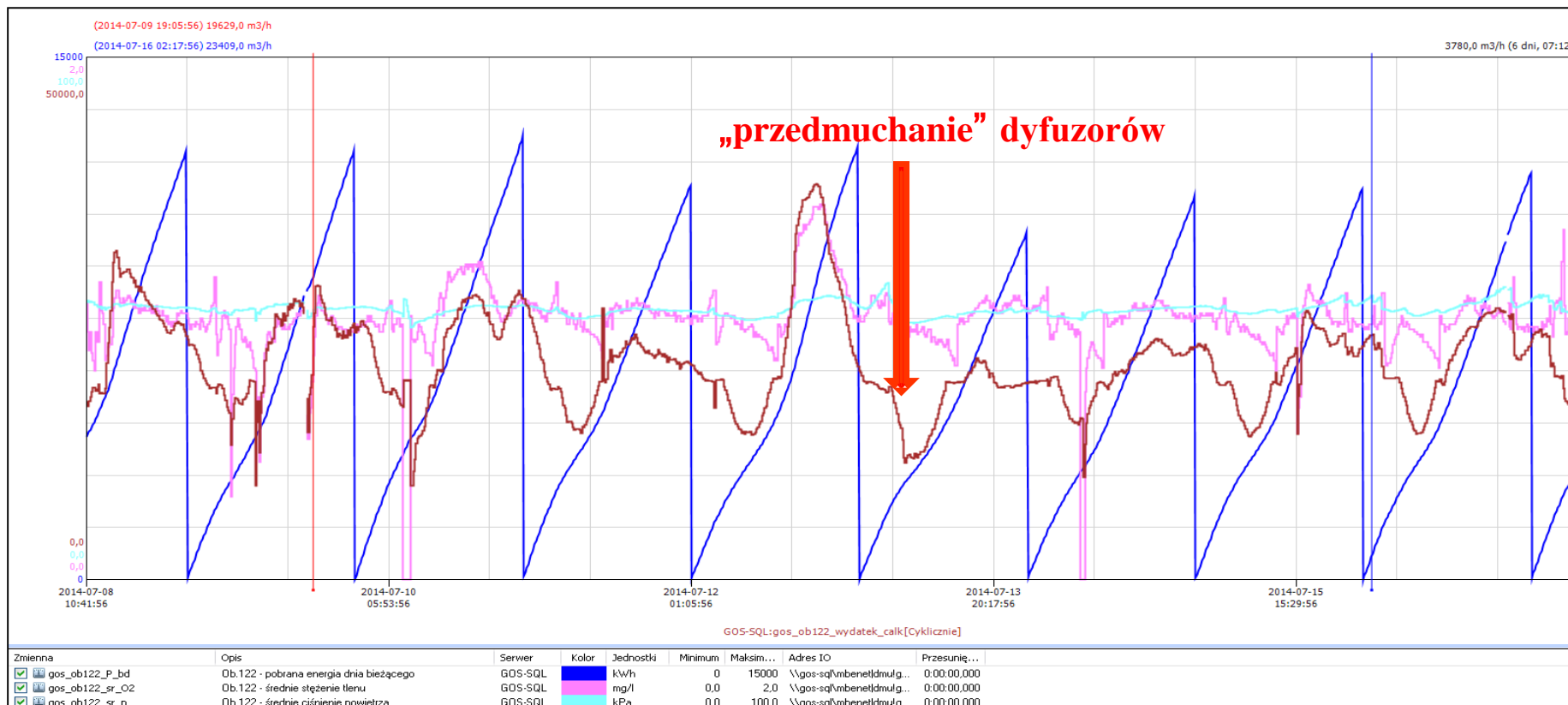
### Proces „przedmuchu”

- otwieramy przepustnice ręczne i elektryczne na danej komorze bioreaktora;
- uruchamiamy dmuchawy na żadaną wydajność - według ilości i parametrów dyfuzorów (sterowanie automatyczne - wyłączone, załączone - ręczne);
  - „przedmuch” na połowie komór danego reaktora: **około ½ h** (pozostałe sekcje - przepustnice zamknięte);
- ciśnienie pod kontrolą max 71,5 kPa - w razie wzrostu, przymykamy jedną z dmuchaw.

**Przed przystąpieniem do prac zawsze odwodniamy ruszt oraz w/w czynności wykonujemy w godz. porannych (niskie zapotrzebowanie na tlen).**



## Efekty „przedmuchiwania” dyfuzorów napowietrzających w reaktorach biologicznych GOŚ „Dębogórze”



➤ Spadek: ciśnienia powietrza;

➤ Osiągnięcie tlenu zadanego w niedotlenionych sekcjach.

**W konsekwencji spadek energii pobranej przez system napowietrzania!!!**



# Instalacja dozująca kwas mrówkowy w celu poprawy skuteczności napowietrzania bioreaktorów GOŚ „Dębogórze”



## **Instalacja dozująca kwas mrówkowy w celu poprawy skuteczności napowietrzania bioreaktorów GOŚ „Dębogórze”**

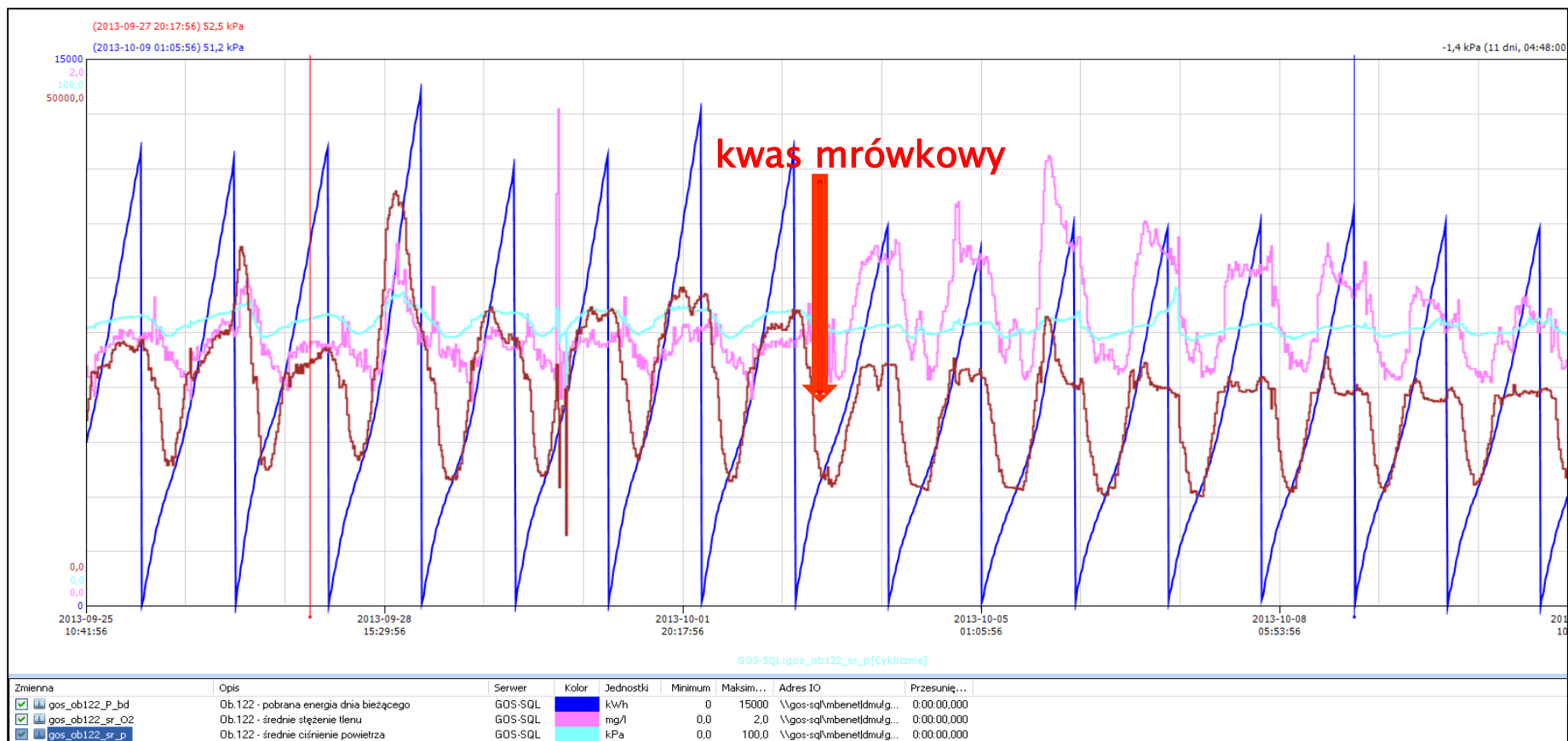
Kwas mrówkowy 85%

Dawka na jeden ruszt = ok. 2,5 dm<sup>3</sup>/30 min.

### **Proces dozowania**

- wykonywany po „przedmuchaniu” i odwodnieniu instalacji;
- do wybranego rusztu z zaworem odcinającym wkręcamy końcówkę węża tłoczego pompy;
- przepustnicę elektryczną danej sekcji ustawiamy na 25% otwarcia;
- otwierając zawory odcinające rozpoczynamy proces dozowania kwasu mrówkowego do instalacji (rusztu) powietrza bioreaktora.

# Efekty dozowania kwasu mrówkowego do systemu dyfuzorów napowietrzających w reaktorach biologicznych GOŚ „Dębogórze”



➤ Spadek ciśnienia powietrza

➤ Osiągnięcie tlenu zadanego w niedotlenionych sekcjach

**W konsekwencji spadek energii elektr. pobranej przez system napowietrzania!!!**



## Inna instalacja dozująca kwas mrówkowy w celu poprawy skuteczności napowietrzania reaktorów (obiekt II)

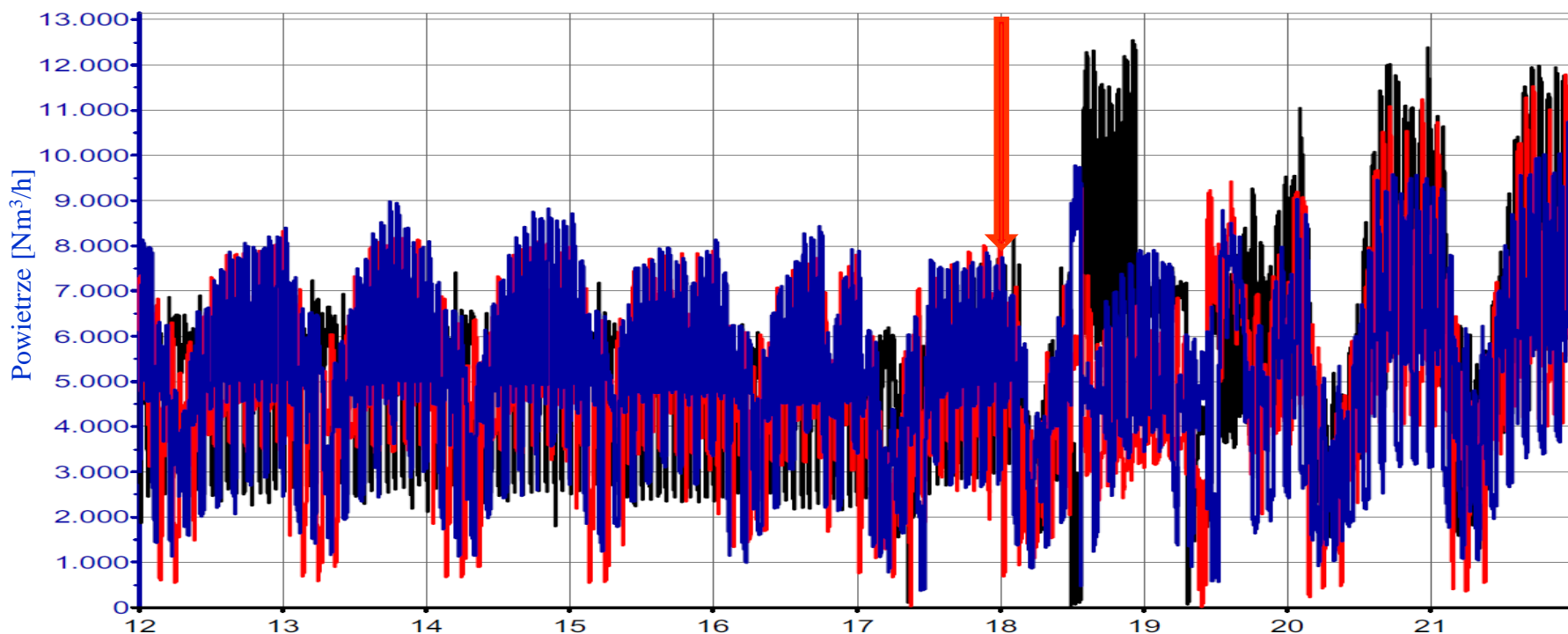




## Efekty dozowania kwasu mrówkowego do systemu dyfuzorów napowietrzających w reaktorach biologicznych (obiekt II)

Oczyszczalnia pracuje na stałym ciśnieniu.

kwas mrówkowy



18.01 – dozowanie kwasu mrówkowego na bloku 1/2 (czarna linia)

19.01 – dozowanie kwasu mrówkowego na bloku 3/4 (czerwona linia) oraz 5/6 (niebieska)

**Zastosowanie czyszczenia systemu po kilku latach eksploatacji – a i tak efekt spektakularny!**

## Podsumowanie

- Niekorzystna zmiana jakości ścieków surowych wprowadzanych do systemu kanalizacyjnego wymaga prowadzenia głębszego monitoringu w zakresie kontroli jakości tych ścieków , np. poprzez wprowadzenie do zakresu analiz oznaczania frakcji ChZT (wdrożono w PEWIK – 2015, analizator ChZT i Nog dla ścieków dopływających – 2019).
- Niekorzystne zmiany w składzie ścieków dopływających do oczyszczalni wpływają negatywnie na energochłonność procesu i wzrost kosztów oczyszczania.
- Niekontrolowane zrzuty ścieków przemysłowych/ścieków dowożonych o podwyższonych ładunkach zanieczyszczeń niosą poważnie konsekwencje w stabilności pracy oczyszczalni komunalnej.
- Nowoczesne systemy napowietrzające (drobnopełcherzykowe) zasilane dmuchawami,
- Wdrożenie systematycznej walki z obrostami poprzez działania typu („przedmuch”, dozowanie kwasu mrówkowego) – przedłużają żywotność zastosowanego systemu napowietrzania;

## Podsumowanie

Zalecenia dla przedsiębiorstw wod-kan, które pomimo poprawnie zaprojektowanej oczyszczalni mają problemy ze stabilnym utrzymaniem skuteczności oczyszczania:

- każdorazowo indywidualnie należy podchodzić do rodzaju, jakości i ilości ścieków doprowadzanych; wnikliwie analizować konsekwencje wprowadzenia konkretnych ścieków do układu technologicznego oczyszczalni;
- należy mieć świadomość, że pobrana opłata dodatkowa za wprowadzenie do sieci kanalizacyjnej ścieków, których stan i skład nie odpowiada warunkom ustalonym dla ścieków wprowadzanych do urządzeń kanalizacyjnych gestora może nie być w stanie zrekompensować poniesionych nakładów eksploatacyjnych;
- wprowadzenie do systemu kanalizacyjnego ścieków toksycznych może być przyczyną poważnej awarii oczyszczalni, której konsekwencje w wymiarze finansowym i środowiskowym będą niewspółmierne do wysokości pobranej opłaty;
- bardzo ważna jest działalność kontrolna przedsiębiorstw wod-kan wobec zakładów przemysłowych, istnieje bowiem potencjalne niebezpieczeństwo niekontrolowanych zrzutów ścieków przemysłowych o podwyższonych ładunkach zanieczyszczeń, które mogą być przyczyną nawet katastrofy ekologicznej.
- poprawna eksploatacja systemu napowietrzania wpływa na jego "żywość" oraz efektywność oczyszczania.

*Szczyrk 15 – 17.05.2019r.*



*dr inż. Anna Remiszewska-Skwarek*

[annar@pewik.gdynia.pl](mailto:annar@pewik.gdynia.pl)

*tel. 698-435-831*

**PEWIK GDYNIA Sp. z o.o.**

Ul. Witomińska 29

Gdynia 81-311