

Łódź 30.05.2016 r.

Szanowny Pan

Grzegorz Andrzejczak

Prezes Zarządu PGKiM Sp. z o.o.

ul. 1 Maja 28/30, 95-070 Aleksandrów Łódzki

**Sprawozdanie z badań nt. „Ocena stężenia bioaerozolu i lotnych związków odorowych
w środowisku pracy Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj”
wykonanych na zlecenie PGKiM Sp. z o.o. ul. 1 Maja 28/30, 95-070 Aleksandrów Łódzki**

Wykonawcy badań:

dr inż. Justyna Skóra

dr inż. Katarzyna Matusiak

dr inż. Katarzyna Pielech-Przybylska

dr inż. Sebastian Borowski

pod naukową opieką dr hab. Beaty Gutarowskiej prof. nadzw.

Cel badań

Celem badań była ocena stężeń mikroorganizmów wskaźnikowych oraz lotnych związków odorowych w powietrzu na stanowiskach pracy w Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj (Ruda-Bugaj 20, 95-070 Aleksandrów Łódzki).

Materiał i metody

Charakterystyka badanych miejsc

W ustaleniu z Kierownikiem Wydziału Oczyszczalni Ścieków wytypowano następujące miejsca poboru próbek powietrza do analiz odorowych związków lotnych (numeracja miejsc zgodna z Rys. 1):

1. budynek krat
2. piaskownik wirowy
3. budynek odwadniania i zagęszczania osadów
6. punkt zlewny
8. stacja dezodoryzacji

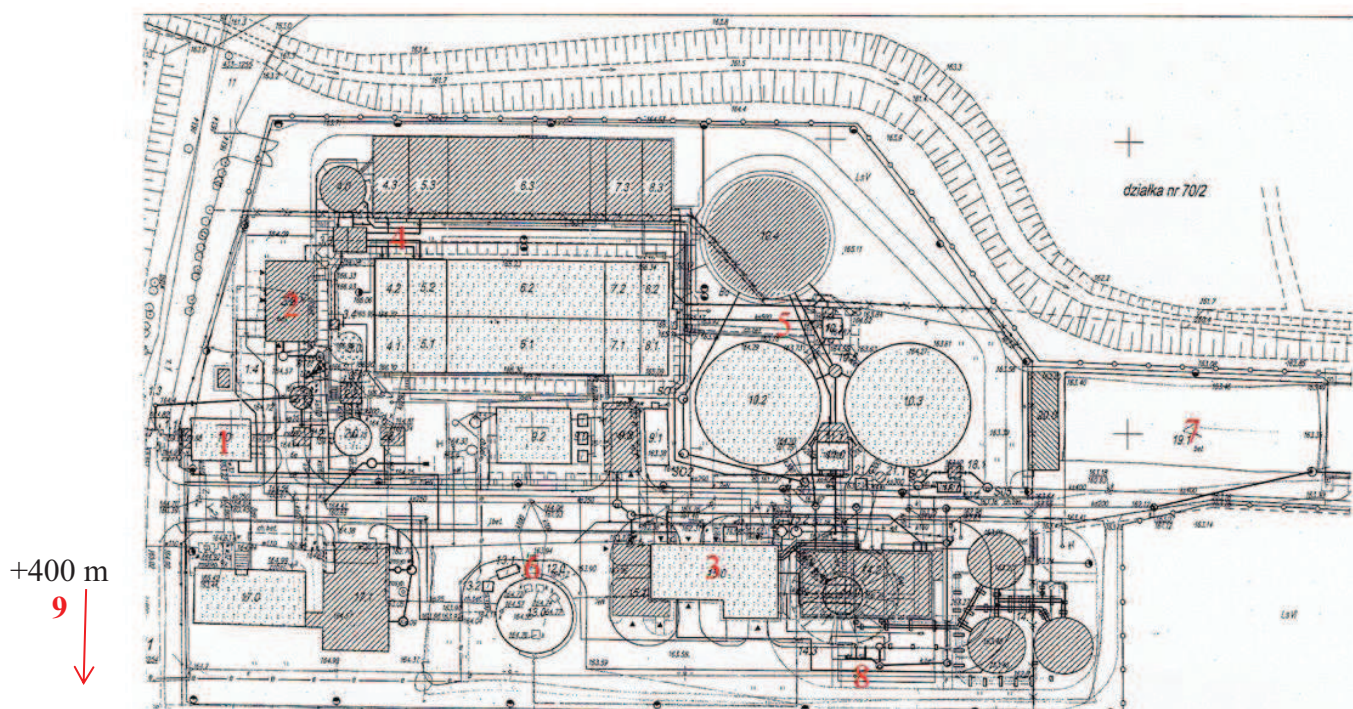
Analizy zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza wykonano dodatkowo w następujących miejscach:

4. przy reaktorach biologicznych
5. przy osadnikach wtórnych
8. w zadaszonym składowisku osadu

Podczas poboru próbek do analizy związków lotnych oraz stężenia mikroorganizmów w powietrzu na terenie Oczyszczalni pobierano równolegle próbkę powietrza w odległości 400 m od Oczyszczalni (punkt pomiarowy nr 9 o współrzędnych 51°50'12.7"N 19°16'48.4"E zlokalizowany przy drodze dojazdowej do drogi Aleksandrów Łódzki - Parzęczew).

Punkty poboru próbek wytypowano na podstawie oceny uciążliwości zapachowej oraz znajomości procesu technologicznego oczyszczania ścieków wybierając miejsca związane z największą emisją odorów oraz bioaerozoli.

Lokalizacja punktów pomiarowych na terenie Oczyszczalni przedstawiono na Rys. 1. Charakterystykę warunków mikroklimatycznych jakie panowały w Oczyszczalni podczas poboru próbek powietrza zestawiono w Tabelach 1-2. Temperaturę oraz wilgotność powietrza oznaczona za pomocą przenośnego higrometru PWT-401 (firmy Elmetron, Poland). Prędkość wiatru zmierzono z użyciem anemometru LV107 (firmy KIMO, Francja). Analizę parametrów mikroklimatycznych wykonano dwukrotnie: 1). 25 kwietnia 2016r. (Tabela 1); 2). 4 maja 2016r. (Tabela 2).



Rys. 1. Miejsca pomiarowe badań obejmujących analizę ilościową zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza: 1 - budynek krat, 2 – piaskownik wirowy, 3 - budynek odwadniania i zagęszczania osadów, 4 - reaktory biologiczne, 5 - osadniki wtórne, 6 - punkt zlewny, 7 - zadaszony składowisko osadu, 8 - stacja dezodoryzacji, 9 - próbka kontrolna

Tabela 1. Charakterystyka parametrów mikroklimatycznych w miejscach poboru próbek do analiz mikrobiologicznych na terenie Oczyszczalni Ścieków (25.04.2016r.)

Symbol	Nazwa	Temperatura powietrza [°C]	Wilgotność względna powietrza [%]	Prędkość wiatru* [m/s]
1	Budynek krat	12,5±0,4	50,0±1,0	nb
2	Piaskownik wirowy	11,8±1,8	47,7±2,8	0,5±0,1
3	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	13,6±0,2	70,4±0,2	nb
4	Reaktory biologiczne	10,4±1,0	41,6±0,7	0,5±0,2
5	Osadniki wtórne	12,3±1,2	38,7±1,9	0,4±0,2
6	Punkt zlewny	12,6±0,1	31,1±0,8	0,6±0,1
7	Składowisko osadu	11,0±1,4	39,9±1,5	0,8±0,2
8	Stacja dezodoryzacji	14,5±0,4	29,4±2,1	0,9±0,4
9	Oczyszczalni (próbka kontrolna)	11,1±0,1	42,9±1,1	0,5±0,1

± odchylenie standardowe; nb – nie badano (pomieszczenie zamknięte); * kierunek wiatru: wiatr zmienny, południowo-zachodni i zachodni

Tabela 2. Charakterystyka parametrów mikroklimatycznych w miejscach poboru próbek do analiz związków odorowych na terenie Oczyszczalni Ścieków (4.05.2016r.)

Symbol	Nazwa	Temperatura powietrza [°C]	Wilgotność względna powietrza [%]	Prędkość wiatru* [m/s]
1	Budynek krat	14,3±0,2	71,5±0,2	nb
2	Piaskownik wirowy	12,7±0,1	82,6±0,1	3,5±0,1
4	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	14,5±0,2	84,8±0,2	nb
6	Punkt zlewny	13,4±0,3	80,2±0,1	3,5±0,2
8	stacja dezodoryzacji	13,7±0,5	81,6±0,5	3,4±0,2
6	w oddaleniu 400 m od Oczyszczalni (próbka kontrolna)	14,1±0,1	80,1±0,1	3,6±0,1

± odchylenie standardowe; nb – nie badano (pomieszczenie zamknięte); *kierunek wiatru: wiatr zmienny, północno zachodni i zachodni

Analiza zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza

Wszystkie pomiary wykonane zostały w 3 powtórzeniach, w 8 miejscach wytypowanych na terenie Oczyszczalni Ścieków oraz w oddaleniu 400 m od Oczyszczalni (próbka kontrolna). Analizy wykonano zgodnie z normami PN 89/Z-04111/02 (Ocena stopnia zanieczyszczenia bakteriami powietrza atmosferycznego) oraz PN 89/Z-04111/03 (Ocena stopnia zanieczyszczenia grzybami powietrza atmosferycznego).

Czystość mikrobiologiczną powietrza oznaczano metodą zderzeniową przy użyciu próbników powietrza MAS – 100 Eco (firmy Merck, Germany).

Próbki powietrza o objętości 50, 100 i 200 l pobrano na płytki Petriego z odpowiednią pożywką agarową: TSA (Tryptic Soy Agar) z dodatkiem nystatyny (do oznaczania ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych), MEA (Malt Extract Agar) z dodatkiem chloramfenikolu (do oznaczania ogólnej liczby grzybów), pożywką Kinga B (oznaczanie liczby bakterii *Pseudomonas fluorescens*), pożywką Chapmana (oznaczanie liczby gronkowców mannitolo – dodatnich), Pochona (oznaczanie ogólnej liczby promieniowców) pożywką Columbia agar (oznaczanie ogólnej liczby gronkowców hemolizujących).

Po pobraniu próbek powietrza płytki Petriego z odpowiednią pożywką inkubowano w temperaturze 20°C (bakterie psychrofilne) i 30°C (*Pseudomonas fluorescens*, promieniowce) 37°C (bakterie mezofilne, gronkowce mannitolo – dodatnie i mannitolo-ujemne, gronkowce hemolizujące) przez 1-2 dni oraz w 30°C przez 7 dni dla określenia ogólnej liczby grzybów. Po inkubacji policzono wyrosłe kolonie, a uzyskany wynik z uwzględnieniem objętości pobranego powietrza przeliczono na jednostki tworzące kolonie w 1 m³ powietrza [jtk/m³].

Analiza odorowych związków lotnych

Analizę odorowych związków lotnych w próbkach powietrza wykonano, w zależności od oznaczanych związków, z zastosowaniem techniki chromatografii gazowej, metody spektrofotometrycznej oraz z wykorzystaniem analizatorów gazów.

Stężenie siarkowodoru w powietrzu oznaczano przenośnym analizatorem gazów GA 21 Bio plus (ELJACK Electronics, Polska) pracującym na bazie sensorów elektrochemicznych i absorpcji promieniowania podczerwonego (NDIR). Zakres pomiarowy: 0-1000 ppm; dokładność: ± 5 ppm.

Stężenie azotu amonowego będącego miarą obecności amoniaku w powietrzu oznaczono metodą spektrofotometryczną. W tym celu próbki powietrza pobrano na płuczki Dreschla, przy prędkości przepływu powietrza wynoszącej 1000 m³/min wykorzystując aspirator SKC 283-224-44MTX (SKC Ltd., Wielka Brytania). Do oznaczenia zawartości azotu amonowego wykorzystano metodę spektrofotometryczną (8038 HACH) przy użyciu spektrofotometru HACH Lange DR/2800. Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach w każdym miejscu i wynik podano w mg/l azotu (NH₃-N), zgodnie z normą PN-EN ISO 11732: 2007.

Stężenie i identyfikację pozostałych odorowych związków lotnych oznaczono techniką chromatografii gazowej. W tym celu próbki powietrza pobrano do worków tedlarowych za pomocą aspiratora SKC 283-224-44MTX (SKC Ltd., Wielka Brytania). Do analizy związków lotnych w pobranych próbkach powietrza wykorzystano technikę mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej w połączeniu ze spektrometrią mas (GC-SPME-MS). Analizy były wykonywane na chromatografie gazowej Agilent 7890A (USA) sprzężonym ze spektrometrem mas Agilent MSD 5975C (USA) z pojedynczym kwadropolem. Do rozdziału związków zastosowano kapilarną kolumnę DB-1 MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m). Mikroekstrakcję do fazy stacjonarnej prowadzono z użyciem włókna z fazą stacjonarną DVB/CAR/PDMS przez 30 minut, następnie przez 5 minut prowadzona była desorpcja w dozowniku aparatu GC (dozowanie bez dzielenia strumienia gazu).

Wyniki i ich omówienie

Analiza zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza

Temperatura powietrza odnotowana podczas poboru próbek do analiz mikrobiologicznych i oznaczania lotnych związków odorowych w dniach 25.04 i 4.05.2016r. była na podobnym poziomie i kształtowała się w tym czasie odpowiednio: 10,4- 14,5°C oraz 12,7-14,5°C. Podczas poboru próbek w dniu 4.05 stwierdzono wyższą wilgotność względną powietrza (71,5-84,8%) niż w dniu 25.04 (29,4-70,4%). W obu dniach wiatr był zmienny z przewagą wiatrów zachodnich oraz południowo i północno-zachodnich. Prędkość wiatru była niewielka od 0,4 do 3,6 m/s.

Wyniki zanieczyszczenia mikrobiologicznego próbek powietrza pobranego na terenie oczyszczalni przedstawiono w Tabeli 3 oraz na Wykresach 2-3.

Najwyższą ogólną liczbę drobnoustrojów w próbkach powietrza (suma ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych oraz grzybów) odnotowano w budynku odwadniania i zagęszczania osadów ($3,0 \times 10^3$ jtk/m³) przy osadnikach wtórnych ($2,9 \times 10^3$ jtk/m³) oraz w punkcie zlewnym ($2,1 \times 10^3$ jtk/m³). Na uwagę zasługuje fakt, iż w pięciu z ośmiu badanych miejsc w Oczyszczalni Ścieków (piaskownik wirowy, budynek odwadniania i zagęszczania osadów; reaktory biologiczne; osadniki wtórne; punkt zlewny), stężenie drobnoustrojów w powietrzu, przekraczało ich poziom występujący w powietrzu kontrolnym, w oddaleniu 400 m od Oczyszczalni Ścieków (Rys. 2).

Ogólna liczba bakterii (suma bakterii psychrofilnych i mezofilnych) w badanych punktach pomiarowych wynosiła od $3,4 \times 10^2$ jtk/m³ (składowisko osadu) do $2,3 \times 10^3$ jtk/m³ (budynek odwadniania i zagęszczania osadów).

Zgodnie z normą PN-89/Z-04111/02 powietrze pobrane w Oczyszczalni w budynku krat, składowisko osadu; osadnikach wtórnych, stacji dezodoryzacji i próbie kontrolnej można zaklasyfikować jako niezanieczyszczone, a w miejscach: piaskownik wirowy; budynek odwadniania i zagęszczania osadów; reaktory biologiczne; punkt zlewny jako średniozanieczyszczone pod względem ogólnej liczby bakterii.

Badane próbki powietrza pod względem liczby bakterii *Pseudomonas fluorescens* spełniały wymogi dla powietrza niezanieczyszczonego (brak komórek tego gatunku w 1 m³) w budynku krat, budynku odwadniania i zagęszczania osadów, przy reaktorach biologicznych, na stacji dezodoryzacji i w próbie kontrolnej; wymogi dla powietrza średniozanieczyszczonego ($5,0 \times 10^1$ jtk/m³ i poniżej) były spełnione w punkcie zlewnym; przy piaskowniku wirowym oraz osadnikach wtórnych, jak również na składowisku osadu.

Liczba promieniowców jedynie w budynku krat, piaskowniku wirowym oraz punkcie zlewnym wskazywała na średnie zanieczyszczenie powietrza kształtując się w zakresie $1,1 \times 10^1$ - $1,7 \times 10^1$ jtk/m³, w pozostałych miejscach była charakterystyczna dla powietrza niezanieczyszczonego.

Liczba gronkowców hemolizujących (wykazujących hemolizę α i β łącznie) wynosiła od $2,2 \times 10^0$ jtk/m³ do $4,0 \times 10^1$ jtk/m³. Liczba ta była charakterystyczna dla powietrza niezanieczyszczonego i średniozanieczyszczonego.

Liczba gronkowców mannitolododatnich w powietrzu pobranym z terenu oczyszczalni mieściła się w zakresie od $9,0 \times 10^0$ do $2,2 \times 10^1$ jtk/m³ spełniającym kryterium dla powietrza średniozanieczyszczonego (poniżej $2,5 \times 10^1$ jtk/m³). Liczba gronkowców była zbliżona do ich stężenia odnotowanego w powietrzu kontrolnym.

Liczba grzybów w próbkach pobranych na terenie Oczyszczalni kształtowała się na poziomie od $4,3 \times 10^1$ jtk/m³ (w budynku odwadniania i zagęszczania osadów) do $2,2 \times 10^3$ jtk/m³

(przy osadnikach wtórnych). Zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie „Ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego grzybami” (PN-89/Z-04111/03) liczba ta nie przekraczała limitu ($3,0 \times 10^3$ jtk/m³) określonego dla powietrza niezanieczyszczonego.

Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy zaproponował w 2014 r. przyjęcie zalecanych wartości dopuszczalnych liczby mikroorganizmów i endotoksyny bakteryjnej w powietrzu na stanowiskach pracy w pomieszczeniach roboczych zanieczyszczonych pyłem organicznym oraz mieszkalnych i użyteczności publicznej. Zgodnie z tymi wytycznymi liczba bakterii mezofilnych nie powinna przekraczać poziomu $5,0 \times 10^3$ - $1,0 \times 10^5$ jtk/m³, a grzybów $5,0 \times 10^3$ - $5,0 \times 10^4$ jtk/m³, w zależności od typu stanowiska pracy. We wszystkich badanych miejscach w Oczyszczalni nie stwierdzono przekroczenia limitów liczby drobnoustrojów proponowanych dla stanowisk pracy przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN.

W tabeli 4 zestawiono stężenia siarkowodoru oraz amoniaku odnotowane dla powietrza w Oczyszczalni Ścieków. Najniższe stężenia siarkowodoru na terenie Oczyszczalni odnotowano przy piaskowniku wirowym (2,78 mg siarkowodoru w 1 m³ powietrza), w budynku krat (4,17 mg/m³) oraz przy stacji dezodoryzacji (5,56 mg/m³). Najwyższe stężenia wynoszące 159,92 i 340,70 mg/m³ stwierdzono w punkcie zlewnym ścieków oraz w budynku odwadniania i zagęszczania osadów. W próbie kontrolnej (powietrzu pobranym w odległości 400 m od Oczyszczalni) nie odnotowano obecności siarkowodoru.

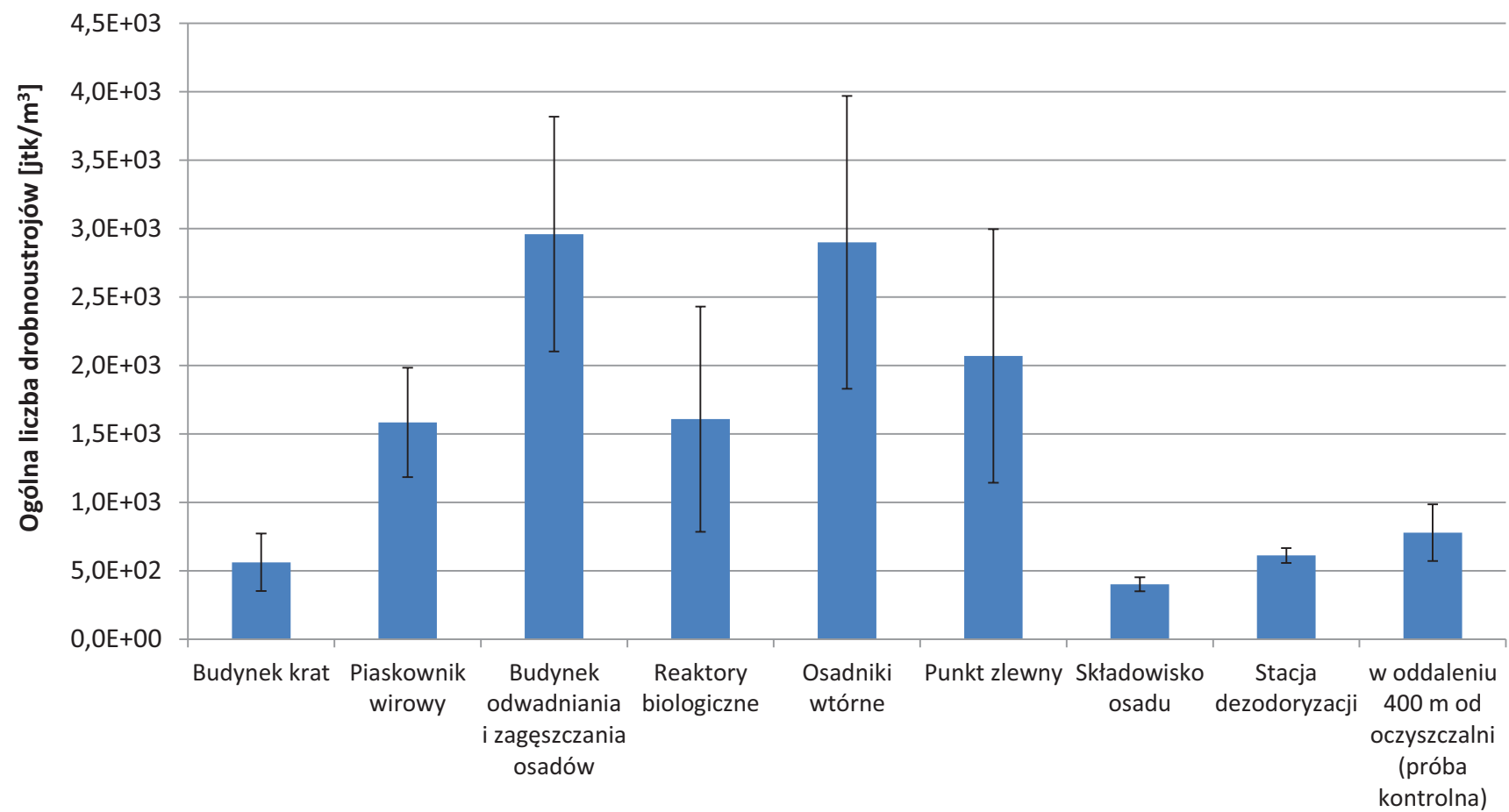
Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) i najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) dla siarkowodoru w powietrzu na stanowiskach pracy wynosi odpowiednio 7 i 14 mg/m³ (CIOP-PiB, 2014). Obie z tych wartości zostały wielokrotnie przekroczone w Oczyszczalni Ścieków w 2 spośród 5 analizowanych miejsc – w budynku odwadniania i zagęszczania osadów oraz w punkcie zlewnym.

Stężenie amoniaku w powietrzu pobranym z terenu Oczyszczalni wynosiło od 0,03 mg/m³ (przy piaskowniku wirowym) do 5,08 mg/m³ (w budynku odwadniania i zagęszczania osadów) (Tabela 4). Amoniak nie wykryto w powietrzu pobranym poza Oczyszczalnią. Nie stwierdzono przekroczeń wartości NDS i NDSCh dla stężeń amoniaku (wynoszących odpowiednio 14 i 28 mg/m³) na badanych stanowiskach pracy w Oczyszczalni.

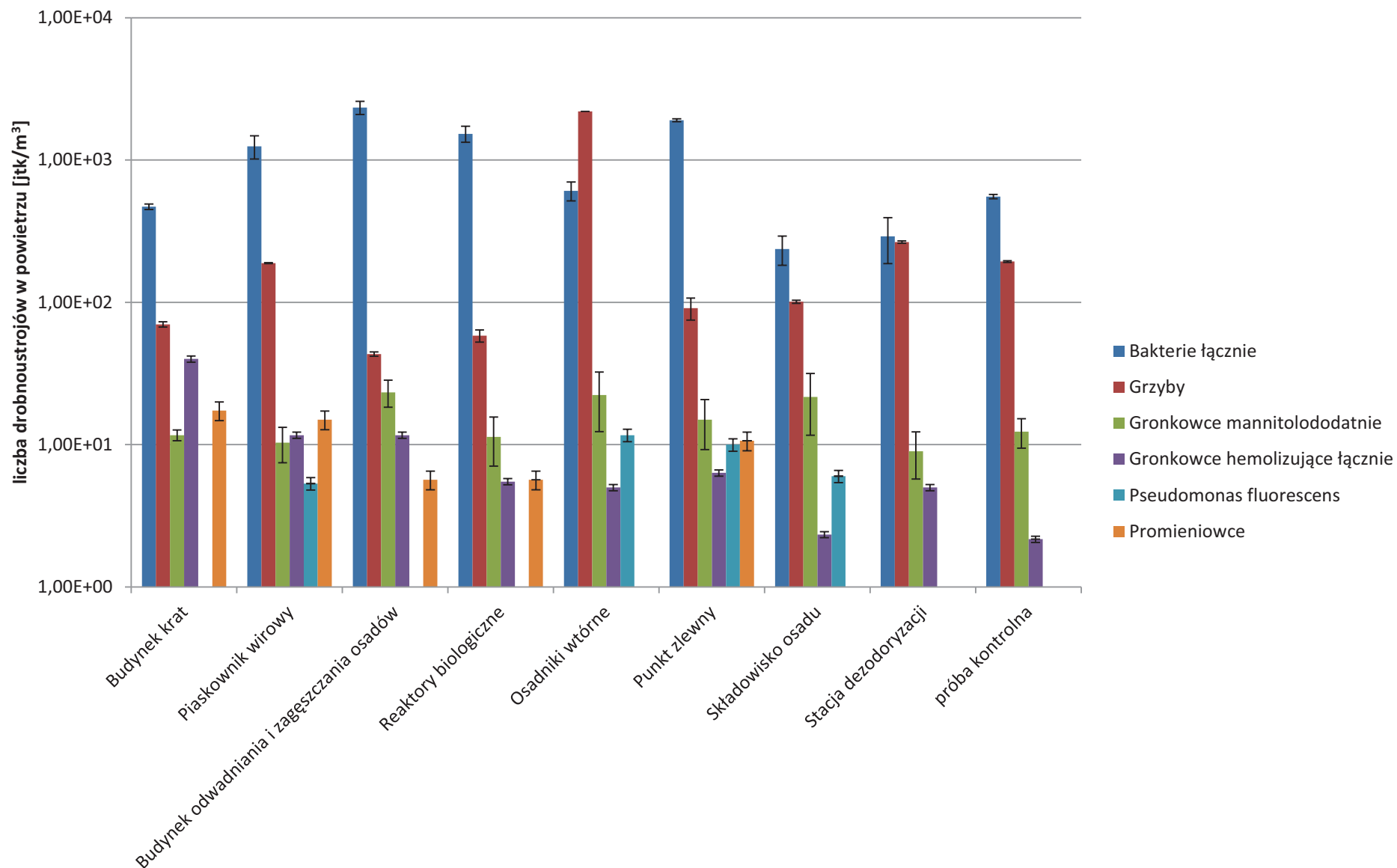
Tabela 3. Liczba drobnoustrojów w próbkach powietrza pobranego na terenie Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj w dniu 25.04.2016r.

Badane miejsce	Liczba mikroorganizmów [jtk/m ³] ± odchylenie standardowe								
	Ogólna liczba drobnoustrojów	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Gronkowce mannitolododatnie	Gronkowce hemolizujące*		Grzyby	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Promieniowce
					α	β			
Budynek krat	5,6x10 ² ±2,1x10 ²	6,2x10 ¹ ±2,9x10 ⁰	4,3x10 ² ±8,9x10 ¹	1,2x10 ¹ ±2,9x10 ⁰	1,0x10 ¹ ±1,8x10 ⁰	3,0x10 ¹ ±1,0x10 ⁰	7,0x10 ¹ ±1,0x10 ¹	0,0±0,0	1,7x10 ¹ 2,5x10 ⁰
Piaskownik wirowy	1,6x10 ³ ±4,0x10 ²	4,3x10 ² ±2,3x10 ¹	9,7x10 ² ±3,5x10 ²	1,0x10 ¹ ±1,5x10 ⁰	2,0x10 ⁰ ±1,5x10 ⁰	8,0x10 ⁰ ±2,9x10 ⁰	1,9x10 ² ±8,3x10 ¹	5,3x10 ⁰ ±5,8x10 ⁻¹	1,5x10 ¹ ±5,0x10 ⁰
Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	3,0x10 ³ ±8,6x10 ²	1,7x10 ³ ±2,0x10 ¹	1,2x10 ³ ±3,0x10 ²	2,3x10 ¹ ±5,8x10 ⁰	0,0±0,0	1,2x10 ¹ ±1,5x10 ⁰	4,3x10 ¹ ±1,5x10 ¹	0,0±0,0	5,7x10 ⁰ ±5,8E-10 ¹
Reaktory biologiczne	1,6x10 ³ ±8,2x10 ²	6,2x10 ¹ ±2,5x10 ⁰	1,5x10 ³ ±3,2x10 ²	1,1x10 ¹ ±1,5x10 ⁰	0,0±0,0	5,5x10 ⁰ ±5,0x10 ⁰	5,8x10 ¹ ±2,8x10 ¹	0,0±0,0	5,7x10 ⁰ ±1,2x10 ⁰
Osadniki wtórne	2,9x10 ³ ±1,1x10 ²	2,7x10 ² ±5,5x10 ⁰	4,3x10 ² ±2,3x10 ¹	2,2x10 ¹ ±2,5x10 ⁰	0,0±0,0	5,0x10 ⁰ ±1,0x10 ⁰	2,2x10 ³ ±1,4x10 ³	1,2x10 ¹ ±7,6x10 ⁰	0,0x10 ⁰ ±0,0x10 ⁰
Punkt zlewny	2,1x10 ³ ±9,3x10 ²	2,2x10 ² ±1,8x10 ¹	1,8x10 ³ ±5,9x10 ¹	1,5x10 ¹ ±5,0x10 ⁰	0,0±0,0	6,3x10 ⁰ ±1,5x10 ⁰	9,1x10 ¹ ±1,4x10 ¹	1,0x10 ¹ ±1,0x10 ⁰	1,1x10 ¹ ±5,8x10 ⁻¹
Składowisko osadu	4,0x10 ² ±5,1x10 ¹	1,9x10 ² ±4,4x10 ⁰	1,1x10 ² ±8,4x10 ¹	2,2x10 ¹ ±1,6x10 ¹	0,0±0,0	2,3x10 ⁰ ±2,8x10 ⁰	1,0x10 ² ±7,9x10 ⁰	6,0x10 ⁰ ±1,0x10 ⁰	0,0x10 ⁰ ±0,0x10 ⁰
Stacja dezodoryzacji	6,1x10 ² ±5,4x10 ¹	1,6x10 ² ±9,2x10 ⁰	1,9x10 ² ±1,3x10 ¹	9,0x10 ⁰ ±1,0x10 ⁰	0,0±0,0	5,0x10 ⁰ ±1,0x10 ⁰	2,7x10 ² ±1,6x10 ²	0,0±0,0	0,0x10 ⁰ ±0,0x10 ⁰
w oddaleniu 400 m od Oczyszczalni (próbka kontrolna)	7,8x10 ² ±2,1x10 ²	9,3x10 ¹ ±2,0x10 ⁰	4,9x10 ² ±7,2x10 ⁰	1,2x10 ¹ ±2,5x10 ⁰	0,0±0,0	2,2x10 ⁰ ±2,0x10 ⁰	1,9x10 ² ±5,5x10 ¹	0,0±0,0	0,0±0,0

* - gronkowce hemolizujące, typ hemolizy α- częściowe zniszczenie krwinek czerwonych, widoczne jako zazielenienie wokół kolonii na pożywce z krwią, typ hemolizy β-całkowite zniszczenie krwinek, widoczne jako odbarwienie pożywki z krwią wokół kolonii



Rys.2. Ogólna liczba drobnoustrojów w powietrzu badanych miejsc w Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj (25.04.2016r.)



Rys.3. Liczba poszczególnych grup mikroorganizmów w powietrzu badanych miejsc w Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj (25.04.2016r.)

Tabela 4. Stężenia odorowych związków lotnych oznaczane na terenie Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj (4.05.2016r.)

Badane miejsce	Siarkowodór [mg/m ³]	Amoniak [mg/m ³]
Budynek krat	4,17±1,90	0,14±0,17
Piaskownik wirowy	2,78±1,20	0,03±0,05
Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	340,70±24,30	5,08±0,08
Punkt zlewny	159,92±27,90	0,44±0,13
Stacja dezodoryzacji	5,56±2,20	1,65±0,78
w oddaleniu 400 m od Oczyszczalni (próbka kontrolna)	0,00±0,00	0,0±0,0

Analiza odorowych związków lotnych

W próbkach powietrza pobranych na terenie Oczyszczalni Ścieków rozpoznano 228 związków chemicznych (Tabela 5). Wśród nich zidentyfikowano związki uznawane za uciążliwe zapachowo (odorowo) (Schiffman i in. 2001; Kośmider i in. 2002; Szynkowska, Zwoździak 2010):

- związki siarki: sulfid metylowo-n-propylowy (methyl-propyl sulfide); sulfid izopropylowo-metylowy (isopropyl methyl sulfide); sulfid allilowo-metylowy (allyl methyl sulfide); siarczan dimetylu (dimethyl sulfide), disiarczan dimetylu (dimethyl disulfide); merkaptan izobutyłu (isobutyl mercaptan); siarczan 2-etyloheksylowy oktadekanolu (sulfurous acid, 2-ethylhexyl octadecyl ester); siarczan 2-etyloheksylowy pentadekanolu (sulfurous acid, 2-ethylhexyl pentadecyl ester); siarczan cykloheksylometanolowy heksadekanolu (sulfurous acid, cyclohexylmethyl hexadecyl ester); siarczan 2-etyloheksylowy oktadekanolu (sulfurous acid, pentyl undecyl ester)
- związki azotu: 2-metylo-2-propyloamina (tert-butylamine);
- inne związki: mesitylene ; cyclohexene;

We wszystkich badanych miejscach odnotowano występowanie związków: alkohol butylowy (1-butanol) (0,0018 - 0,0054 mg/m³); alkohol propylowy (1-propanol) (0,1746 - 1,0661 mg/m³); 2-butanon (2-butanone) (0,0009 - 0,0374 mg/m³); 1,1,5-trimetylo-6-heptanol (7-octen-2-ol, 2,6-dimethyl) (0,0158 - 0,0622 mg/m³); etylobenzen (benzene, ethyl) (0,0085 - 0,0300 mg/m³); alkohol benzylowy (benzyl alcohol) (0,0442 - 0,2216 mg/m³); metylocykloheksan (cyclohexane, methyl) (0,0015 - 0,0045 mg/m³); aldehyd laurynowy (decanal) (0,0032 - 0,0076 mg/m³); disiarczek dimetylu (dimethyl disulfide) (0,0131 - 6,1708 mg/m³); D-limonen (D-limonene) (0,0307 - 0,0968 mg/m³); dodekan (dodecane) (0,0108 - 0,0508 mg/m³); laurynian etylu (dodecanoic acid, ethyl ester) (0,0026 - 0,0100 mg/m³); octan etylu (ethyl acetate) (0,0027 - 0,0437 mg/m³); aldehyd heptylowy (heptanal) (0,0022 - 0,0032) mg/m³; (heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl) (0,0043 - 0,1894 mg/m³); 2,4-dimetyloheptan (heptane, 2,4-dimethyl) (0,0053 - 0,0154 mg/m³); aldehyd pelargonowy (nonanal) (0,0134 - 0,0278

mg/m³); aldehyd kaprylowy (octanal) (0,0068 - 0,0148 mg/m³); toluen (toluene) (0,0220 - 0,0681 mg/m³). Związki te zaznaczono kolorem czerwonym w Tabeli 5.

Wykryte związki najczęściej występowały w wyższych stężeniach w próbkach powietrza pobranych w Oczyszczalni, niż w próbce kontrolnej, co wskazuje na to, iż ich emisja związana jest z pracą Oczyszczalni. Za najbardziej uciążliwe odorowo (największa liczba oraz wysokie stężenia związków odorowych) spośród badanych stanowisk, na podstawie otrzymanych wyników analizy chromatograficznej, można uznać stację dezodoryzacji oraz budynek odwadniania i zagęszczania osadów.

Stężenie disiarczku dimetylu w powietrzu w pobliżu stacji dezodoryzacji i w budynku odwadniania i zagęszczania osadów, było odpowiednio 24-krotnie oraz 3-krotnie wyższe w porównaniu do jego poziomu w próbce kontrolnej. W tych punktach pomiarowych wykazano również obecność siarczku dimetylu (nieobecnego w próbce kontrolnej) i 1- propanolu (w stężeniu około 200 razy wyższym niż w próbce kontrolnej). Są to związki o nieprzyjemnym i ostrym zapachu. Przy stacji dezodoryzacji wykryto ponadto sulfidy oraz merkaptan izopropylu, które znane są z literatury (Schiffman i in. 2001; Kośmider i in. 2002; Szyrkowska, Zwoździak 2010) jako czynniki wywołujące uciążliwość zapachową.

Związki: 1,4-diphenylbut-3-ene-2-ol; 1-butanol; 1- propanol; 2-butanone; 3,5,5-trimethylhexyl acetate; 5-ethyl-2-methyloctane; 7-octen-2-ol, 2,6-dimethyl-; benzene, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-; benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-; benzene, ethenyl-; benzene, ethyl-; benzyl alcohol; butanoic acid; bicyclohexane; decanal; dimethyl disulfide; D-Limonene; dodecane; Dodecane, 2,6,11-trimethyl-; dodecane, 6-methyl-; dodecanoic acid, ethyl ester; gamma-terpinene; heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-; heptane, 2,4-dimethyl-; hexanal; nonanal; nonane, 2,2,4,4,6,8,8-heptamethyl-; nonane,4,5-dimethyl-; Nonane,4-methyl-5-propyl-; octanal; octane; xylene występowały w próbkach powietrza pobranych na terenie Oczyszczalni Ścieków oraz w niższych stężeniach w próbce kontrolnej powietrza pobranego poza terenem Oczyszczalni. Tylko jeden z wymienionych związków - disiarczek dimetylu (dimethyl disulfide) zaliczany jest do wysoce uciążliwych zapachowo (zapach siarkowy, kiszzonej kapusty, cebuli). Jego wykrycie w próbce kontrolnej pobranej w odległości 400 m może świadczyć o jego rozprzestrzenianiu się z Oczyszczalni Ścieków.

Tabela 5. Stężenia lotnych związków wykrytych w próbkach powietrza pobranych w Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj (4.05.2016r.)

Związek chemiczny	Stężenie związku w poszczególnych miejscach [mg/m ³]					
	Budynek krat	Piaskownik wirowy	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	Punkt zlewny	Stacja dezodoryzacji	Próbka kontrolna
(S)-(+)-1,2-Propanediol	-	-	-	0,0007	-	-
1,3-Dimethylheptane	0,0059	0,0051	-	-	-	-
1,4-Diphenylbut-3-ene-2-ol	0,0086	-	0,0065	-	0,0053	0,0025
10-Methylnonadecane	0,0059	-	-	-	-	-
11-Methyldodecanol	-	-	0,0075	-	-	-
1-Butanol	0,0041	0,0023	0,0054	0,0018	0,0037	0,0032
1-Butanol, 2-amino-	0,0001	-	-	-	-	-
1-Decanol, 2-ethyl-	-	-	-	0,0006	-	-
1-Decene, 3,4-dimethyl-	0,0025	0,0024	-	0,0038	0,0025	-
1-Decene, 8-methyl-	-	-	-	-	0,0011	-
1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl-	0,0015	0,0008	-	0,0011	-	-
1-Hexadecanol, 3,7,11,15-tetramethyl-	0,0027	-	-	0,0011	-	-
1-Hexanol, 4-methyl-, (S)-	-	-	0,0022	-	-	-
1-Hexyl-3-methylcyclopentane	0,0033	0,0036	-	0,0039	-	-
1-Octadecyne	0,0042	-	-	0,0049	0,0030	-
1-Octanol, 2-butyl-	0,0033	-	0,0126	0,0108	-	-
1-Octene	-	-	-	-	0,0019	-
1-Octyn-3-ol, 4-ethyl-	-	-	0,0014	-	-	-
1-Propanol	0,7674	0,4420	0,9180	0,1746	1,0661	0,0052
2(10)-Pinene	-	-	-	-	0,0072	-
2,2,4,4-Tetramethyloctane	-	-	-	0,0173	-	-
2,2-Dimethyl-3-pentanol	0,0025	-	-	-	-	-
2,3,4-Trimethylpentane	0,0008	-	-	-	-	-
2,4-Dimethyl-1-heptene	0,0008	0,0005	-	0,0014	0,0013	-
2-Butanol	-	-	0,0104	-	-	-
2-Butanol, 3,3-dimethyl-	-	-	-	0,0011	-	-
2-Butanone	0,0105	0,0009	0,0374	0,0158	0,0048	0,0012
2-Butanone, 3-methyl-	-	-	0,0024	0,0004	0,0009	-
2-Dodecenal	-	0,0017	-	-	-	-
2-ethylhexanol	-	-	0,0010	-	0,0012	-
2-Isopropyl-5-methyl-1-heptanol	-	-	-	0,0007	-	0,0007
2-Methylcyclopentanone	0,0116	-	-	-	-	-
2-Methylheptane	0,0008	0,0024	0,0031	0,0007	-	-
2-Methyltetracosane	-	0,0014	0,0059	-	-	-
2-Pentanone	-	-	0,0213	-	-	0,0005
2-Pentanone, 3-methyl-	0,0013	-	-	-	-	-
2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl-	0,0005	-	-	0,0009	-	-
2-Pentene, 2,3,4-trimethyl-	-	-	-	0,0003	-	-
2-Propanamine, 2-methyl- (syn. tert-Butylamine)	0,0034	-	-	-	-	-
2-Undecene, 4-methyl-	-	0,0066	-	-	-	-
3,5,5-Trimethylhexyl acetate	0,0022	0,0044	-	-	-	0,0033

Związek chemiczny	Stężenie związku w poszczególnych miejscach [mg/m ³]					
	Budynek krat	Piaskownik wirowy	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	Punkt zlewny	Stacja dezodoryzacji	Próbka kontrolna
3-Heptene, 3-ethyl-	-	-	0,0229	-	0,0012	-
3-Hexanone	-	-	0,0002	-	-	-
3-Hexanone, 4-methyl-	-	-	0,0008	-	-	-
3-Hexanone, 5-methyl-	-	-	0,0019	-	-	-
3-Tolualdehyde	-	-	-	0,0049	-	-
4(10)-Thujene	-	0,0147	-	-	-	-
4,5-Octanediol, 3,6-dimethyl-	-	-	0,0023	-	-	-
4,6-Dimethyl-3-nonanone	0,0055	0,0017	0,0156	-	-	-
4-Terpinenyl acetate	0,0026	0,0001	-	0,0015	-	-
5-Decene	0,0038	-	-	-	-	-
5-Ethyl-2-methyloctane	0,0187	-	-	-	0,0224	0,0120
6,6-Dimethylheptane-2,5-diol	-	-	0,0004	-	-	-
7,7-Dimethylcycloheptatriene	-	-	-	-	0,0012	-
7,7-Dimethylcycloheptatriene	0,0009	-	-	-	-	-
7-Octen-2-ol, 2,6-dimethyl-	0,0514	0,0622	0,0158	0,0447	0,0221	0,0475
7-Octenal, 3,7-dimethyl-	-	0,0044	-	-	-	-
Acetic acid	0,0002	0,0249	-	-	-	0,0086
Allyl methyl sulfide	-	-	-	-	0,0014	-
Benzaldehyde	-	0,0394	0,0132	0,0341	-	-
Benzene	0,0020	0,0017	-	0,0015	0,0020	-
Benzene, (1-methylethyl)-	-	0,0014	-	-	-	-
Benzene, (1-methylpropyl)-	-	-	0,0014	0,0014	-	-
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	-	-	0,0318	-	-	-
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	-	0,0113	-	0,0178	-	-
Benzene, 1,2-dimethyl-	-	0,0140	-	0,0147	-	-
Benzene, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-	0,0025	0,0032	0,0035	0,0033	-	0,0026
Benzene, 1-ethenyl-3,5-dimethyl-	-	-	0,0017	-	-	-
Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	-	-	-	0,0121	-	-
Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	-	0,0101	0,0105	0,0098	0,0121	0,0031
Benzene, 1-methyl-3-propyl-	-	-	-	-	0,0006	0,0008
Benzene, 1-propenyl-	-	-	0,0083	-	-	-
Benzene, ethenyl-	0,0086	0,0099	0,0084	0,0074	0,0051	0,0051
Benzene, ethyl-	0,0146	0,0125	0,0300	0,0178	0,0085	0,0070
Benzene, propyl-	-	-	-	0,0077	-	-
Benzyl alcohol	0,0915	0,2216	0,0561	0,0774	0,0442	0,0854
Butanal, 3-methyl-	0,0004	-	-	-	-	-
Butane, 2,2-dimethyl-	-	-	0,0026	-	-	-
Butanoic acid	0,0022	0,0042	-	-	-	0,0008
Carbonic acid, neopentyl 2-ethylhexyl ester	-	-	-	0,0022	-	-
Cyclobutene, 1,2,3,4-tetramethyl-, cis-	-	0,0009	-	-	-	-
Cyclohexane	-	0,0013	0,0070	-	-	0,0008
Cyclohexane, (1-methylethyl)-	-	-	-	0,0003	-	-

Związek chemiczny	Stężenie związku w poszczególnych miejscach [mg/m ³]					
	Budynek krat	Piaskownik wirowy	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	Punkt zlewny	Stacja dezodoryzacji	Próbka kontrolna
Cyclohexane, 1,3-dimethyl-, cis-	-	-	0,0005	-	-	-
Cyclohexane, butyl-	0,0005	-	-	-	-	-
Cyclohexane, methyl-	0,0018	0,0015	0,0038	0,0017	0,0045	-
Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-	-	0,0031	-	-	-	-
Cyclohexanone, 3-butyl-	-	-	-	0,0012	-	-
Cyclohexanone, 4-ethyl-	-	-	0,0030	-	-	-
Cyclohexene	-	-	-	-	0,0010	-
Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	-	-	-	0,0109	-	-
Cyclopentane, 1,2-dipropyl-	-	-	-	0,0028	-	-
Cyclopentane, methyl-	0,0016	-	0,0091	0,0019	0,0040	-
Cyclopentanone	-	-	0,0008	-	-	-
Cyclopentanone, 2-methyl-	-	-	-	-	0,0091	0,0059
Decanal	0,0048	0,0070	0,0076	0,0032	0,0044	0,0058
Decane 3-cyclohexyl-, 3-cyclohexyl-	-	-	-	-	0,0003	-
Decane, 2,3,5,8-tetramethyl-	-	-	0,0012	-	-	-
Decane, 2,6,7-trimethyl-	-	-	-	0,0020	-	-
Decanedioic acid, didecyl ester	-	-	-	0,0076	-	-
Diethyl Phthalate	-	0,0080	-	-	-	-
Dimethyl disulfide	0,1567	0,0467	0,7954	0,0131	6,1708	0,2543
Dimethyl sulfide	-	-	0,0069	-	0,5583	-
D-Limonene	0,0968	0,0899	0,0307	0,0575	0,0452	0,0523
Dodecanal	-	-	-	-	0,0032	-
Dodecane	0,0119	0,0163	0,0508	0,0444	0,0108	0,0112
Dodecane, 2,6,10-trimethyl-	0,0100	-	-	-	-	-
Dodecane, 2,6,11-trimethyl-	-	0,0106	0,0117	0,0119	-	0,0054
Dodecane, 3-methyl-	-	-	0,0017	-	-	-
Dodecane, 4,6-dimethyl-	-	0,0158	-	-	-	-
Dodecane, 6-methyl-	0,0019	-	-	-	-	0,0002
Dodecanoic acid, 1-methylethyl ester	-	-	0,0016	-	-	-
Dodecanoic acid, ethyl ester	0,0054	0,0100	0,0055	0,0026	0,0050	0,0033
Ethanol, 1-(2-butoxyethoxy)-	-	0,0035	-	-	-	-
Ethanol, 2-(2-propenyloxy)-	-	-	-	0,0002	-	-
Ethyl Acetate	0,0027	0,0034	0,0123	0,0437	0,0038	-
Ethyl tert-butyl ether	-	-	0,0081	-	-	-
gamma-Terpinene	-	0,0019	-	-	0,0007	0,0009
Heptanal	0,0022	0,0032	0,0026	0,0031	0,0028	0,0036
Heptane	0,0019	-	0,0037	-	0,0016	-
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	0,0150	0,0104	0,0043	0,1894	0,0057	0,0423
Heptane, 2,4-dimethyl-	0,0064	0,0053	0,0154	0,0083	0,0117	0,0035
Heptane, 2-methyl-	-	-	0,0016	0,0019	-	-
Heptane, 3-methyl-	0,0011	0,0008	-	-	0,0008	-
Heptane, 4-ethyl-	-	-	0,0013	-	-	-
Hexadecane, 2,6,11,15-	0,0112	0,0091	-	-	-	-

Związek chemiczny	Stężenie związku w poszczególnych miejscach [mg/m ³]					
	Budynek krat	Piaskownik wirowy	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	Punkt zlewny	Stacja dezodoryzacji	Próbka kontrolna
tetramethyl-						
Hexanal	0,0095	0,0106	0,0174	-	0,0094	0,0090
Hexanal, 2-ethyl-	0,0010	-	-	-	-	-
Hexane, 1-(hexyloxy)-3-methyl-	-	0,0049	-	-	-	-
Hexane, 1-(hexyloxy)-5-methyl-	0,0026	-	-	0,0032	-	-
Hexane, 2,3,5-trimethyl-	-	-	-	-	0,0009	-
Hexane, 2-methyl-	0,0032	0,0021	-	0,0136	0,0017	-
Hexane, 3-methyl-	-	-	-	0,0028	0,0026	-
Indane	-	-	0,0041	-	-	-
Isoamyl acetate	0,0006	0,0008	-	-	-	-
Isobutyl mercaptan	-	-	-	-	0,0011	-
Isobutyl nonyl carbonate	-	-	0,0028	-	0,0016	-
Isopropyl methyl ketone	0,0008	-	-	-	-	-
Isopropyl methyl sulfide	-	-	-	-	0,0023	-
m-Cymene	0,0131	-	-	-	-	-
Mesitylene (syn. 1,3,5-Trimethylbenzene)	0,0077	-	0,0095	-	-	-
m-Xylene	0,0108	0,0100	-	0,0185	-	-
Naphthalene	-	0,0052	-	0,0035	-	-
Naphthalene, decahydro-1,2-dimethyl-	-	-	-	-	0,0010	-
Naphthalene, decahydro-2,3-dimethyl-	-	-	0,0009	-	-	-
Nonanal	0,0138	0,0278	0,0209	0,0134	0,0181	0,0206
Nonane	-	-	-	0,0037	-	-
Nonane, 2,2,4,4,6,8,8-heptamethyl-	0,0172	-	0,1002	-	-	0,0604
Nonane, 4,5-dimethyl-	-	0,0050	0,0209	0,0068	0,0194	0,0084
Nonane, 4-methyl-5-propyl-	-	-	0,0035	-	-	0,0015
Nonane, 5-(1-methylpropyl)-	0,0004	-	0,0005	-	-	0,0008
Nonane, 5-(2-methylpropyl)-	0,0010	-	0,0028	0,0025	0,0006	-
Nonane, 5-butyl-	-	0,0010	-	-	-	-
Nonane, 5-methyl-	-	-	0,0022	-	-	-
Nonanoic acid, 5-methyl-, ethyl ester	-	0,0063	-	-	-	-
n-Tridecan-1-ol	-	-	0,0028	0,0029	0,0026	-
Octanal	0,0087	0,0148	0,0068	0,0081	0,0069	0,0077
Octane	0,0069	-	0,0086	0,0116	0,0066	0,0040
Octane, 2,3,6,7-tetramethyl-	-	-	-	-	0,0019	-
Octane, 3,5-dimethyl-	-	-	-	0,0051	-	-
Octane, 4-methyl-	-	-	0,0141	0,0070	0,0106	-
Octane, 5-ethyl-2-methyl-	0,0109	-	0,0008	0,0237	-	-
Octane, 6-ethyl-2-methyl-	-	-	-	-	0,0015	-
Octanoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester	0,0004	0,0005	-	-	-	-
Oxalic acid, hexadecyl propyl ester	0,0042	-	-	-	-	-
p-Cymene	-	-	0,0023	-	-	-
Pentadecanal-	0,0010	-	-	-	-	-

Związek chemiczny	Stężenie związku w poszczególnych miejscach [mg/m ³]					
	Budynek krat	Piaskownik wirowy	Budynek odwadniania i zagęszczania osadów	Punkt zlewny	Stacja dezodoryzacji	Próbka kontrolna
Pentadecane	-	-	0,0227	-	-	-
Pentadecane, 2,6,10-trimethyl-	0,0029	-	-	-	-	-
Pentane, 1-propoxy-	-	-	-	0,0032	-	-
Pentane, 2,2-dimethyl-	-	-	0,0009	-	-	-
Pentane, 2,3,3,4-tetramethyl-	-	-	-	0,0014	-	-
Pentane, 2-methyl-	-	-	-	0,0005	0,0048	-
Pentane, 3-ethyl-	-	0,0011	-	-	-	-
Pentane, 3-ethyl-2,4-dimethyl-	-	-	-	0,0010	-	-
Pentane, 3-methyl-	-	-	0,0027	-	-	-
Pentanoic acid	-	0,0029	-	0,0009	0,0009	-
Phenol, 3,5-dimethyl-	-	-	-	-	-	-
Propane, 1-(methylthio)- (syn. Methyl-propyl sulfide)	-	-	-	-	0,0009	-
Propane, 2-ethoxy-2-methyl-	-	-	-	0,0023	-	-
Propanoic acid	0,0015	-	-	-	-	-
Propanoic acid, propyl ester	0,0145	0,0036	0,0050	-	0,0102	-
Propionaldehyde, dipropyl acetal	0,0034	-	-	-	-	-
p-Xylene	-	0,0293	0,0325	0,0255	0,0067	-
Sulfurous acid, 2-ethylhexyl octadecyl ester	0,0016	-	-	-	-	-
Sulfurous acid, 2-ethylhexyl pentadecyl ester	0,0015	-	-	-	-	-
Sulfurous acid, cyclohexylmethyl hexadecyl ester	-	-	-	-	0,0027	-
Sulfurous acid, pentyl undecyl ester	-	-	0,0002	0,0015	-	-
Tetra propylene	-	0,0024	-	-	-	-
Tetradecane, 2,6,10-trimethyl-	-	0,0027	-	-	-	-
Toluene	0,0295	0,0248	0,0545	0,0681	0,0220	-
Tridecane	0,0102	-	0,0092	-	-	-
Tridecane, 6-methyl-	0,0002	0,0123	-	0,0030	-	-
Tridecanol, 2-ethyl-2-methyl-	0,0013	0,0010	-	-	-	-
Tropone (syn. Cycloheptatrienone)	-	-	-	-	0,0003	-
Undecane	0,0074	-	-	-	0,0085	0,0103
Undecane, 2,6-dimethyl-	-	-	0,0036	-	-	-
Undecane, 2-cyclohexyl-	-	-	0,0011	-	-	-
Undecane, 4-methyl-	-	-	0,0022	-	-	-
Undecane, 5,5-dimethyl-	-	0,0002	-	-	-	-
Xylene	-	-	-	-	0,0182	0,0104

czerwonym kolorem zaznaczono związki o znanej z literatury uciążliwości odorowej.

Wnioski

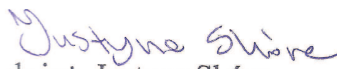
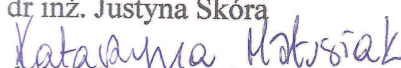
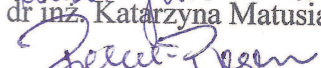
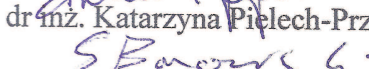
1. Powietrze w badanej Oczyszczalni Ścieków można uznać za niezanieczyszczone lub średniozanieczyszczone mikrobiologicznie na podstawie Polskich Norm: PN 89/Z-04111/02; PN 89/Z-04111/03
2. Liczba bakterii mezofilnych oraz grzybów we wszystkich badanych miejscach w Oczyszczalni Ścieków nie przekraczała limitów liczby drobnoustrojów proponowanych dla stanowisk pracy przez Zespół Ekspertów ds. Czynniki Biologiczne Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN (liczba bakterii mezofilnych nie powinna przekraczać poziomu $5,0 \times 10^3$ - $1,0 \times 10^5$ jtk/m³, a grzybów $5,0 \times 10^3$ - $5,0 \times 10^4$ jtk/m³ w zależności od typu stanowiska pracy).
3. W powietrzu na terenie Oczyszczalni Ścieków stwierdzono podwyższone stężenie siarkowodoru (od 152,92 do 333,7 mg/m³). Stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) i najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) siarkowodoru w powietrzu w budynku odwadniania i zagęszczania osadów oraz w punkcie zlewnym. Brak siarkowodoru w powietrzu kontrolnym wskazuje, że gaz ten jest ściśle związany z pracą Oczyszczalni.
4. Nie stwierdzono przekroczeń wartości NDS i NSDCh dla stężeń amoniaku na badanych stanowiskach pracy w Oczyszczalni Ścieków.
5. Wśród lotnych związków w próbach powietrza pobranego z terenu Oczyszczalni zidentyfikowano substancje charakteryzujące się, na podstawie literatury, nieprzyjemnym zapachem: propane, dimethyl disulfide; dimethyl sulfide; 1-(methylthio)-(syn. methylpropyl sulfide); sulfurous acid, 2-ethylhexyl octadecyl ester; sulfurous acid, 2-ethylhexyl pentadecyl ester; sulfurous acid, cyclohexylmethyl hexadecyl ester; sulfurous acid, pentyl undecyl ester; isopropyl methyl sulfide; allyl methyl sulfide; isobutyl mercaptan; mesitylene (syn. 1,3,5-trimethylbenzene); cyclohexene; 2-propanamine, 2-methyl- (syn. tert-butylamine).
6. Wykrycie disiarczku dimetylu (dimethyl disulfide) w powietrzu na terenie Oczyszczalni Ścieków oraz w próbce kontrolnej pobranej w odległości 400 m od Oczyszczalni może świadczyć o jego emisji z Oczyszczalni i rozprzestrzenianiu się na dalsze odległości. Może to stanowić przyczynę uciążliwości zapachowej dla pobliskich mieszkańców.

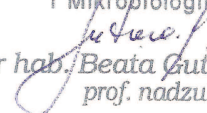
7. Obecność uciążliwych zapachowo lotnych związków odorowych i wysokie stężenia siarkowodoru, w powietrzu w budynku odwadniania i zagęszczania osadów sugeruje, iż osady ściekowe odprowadzone z komór ATSO nie są w dostatecznym stopniu ustabilizowane. Zdaniem autorów raportu, jest to główny problem uciążliwości zapachowej powstającej na terenie oczyszczalni ścieków. Poprawę istniejącego stanu rzeczy można uzyskać poprzez instalację urządzeń do napowietrzania w komorze osadu ustabilizowanego. Zastosowanie dodatkowego napowietrzania osadu po procesie termofilnej stabilizacji tlenowej umożliwi desorpcję oraz utlenienie związków odorowych, zwłaszcza zredukowanych form azotu i siarki, a dodatkowo zwiększy podatność osadów ustabilizowanych na odwadnianie.

Literatura:

1. Skowroń J., Górny R. (2014) Szkodliwe czynniki biologiczne [w:] Czynniki szkodliwe w środowisku pracy: wartości dopuszczalne 2012. [red.] Augustyńska D., Pośniak M. Międzyresortowa Komisja ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy CIOP-PIB Warszawa.
2. PN 89/Z-04111/02 Ocena stopnia zanieczyszczenia bakteriami powietrza atmosferycznego
3. PN 89/Z-04111/03 Ocena stopnia zanieczyszczenia grzybami powietrza atmosferycznego
4. Schiffman S. S., Bennett J. L., Raymer J. H., (2001) Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina. Agricultural and Forest Meteorology 108, 213–240
5. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszyński B., 2002. Odory, Wyd. Nauk. PWN
6. Szynkowska M., Zwoździak J., 2010. Współczesna problematyka odorów, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa, 255 – 259; 269 – 274; 453 – 460

Wykonawcy badań:


dr inż. Justyna Skóra

dr inż. Katarzyna Matusiak

dr inż. Katarzyna Pielech-Przybylska

dr inż. Sebastian Borowski

DYREKTOR
Instytutu Technologii Fermentacji
i Mikrobiologii-PIŁ

dr hab. Beata Gutarowska
prof. nadzw.