



## Mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie oczyszczalni ścieków komunalnych

*Katarzyna Budzińska, Anita Jurek, Bożena Szejniuk,  
Magdalena Michalska, Grzegorz Wroński  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

### 1. Wstęp

Doświadczenia prowadzone w zasięgu oddziaływania oczyszczalni ścieków wykazały, że skład gatunkowy i ilościowy mikroflory powietrza jest ściśle powiązany z rodzajem i liczbą mikroorganizmów obecnych w ściekach. W skład bioaerozoli w rejonach oczyszczalni ścieków wchodzi bakterie, wirusy oraz liczne gatunki grzybów, w tym mikotoksyczne i alergizujące. Takie aerozole biologiczne sprzyjają odczynom alergicznym, chorobom zakaźnym, a nawet epidemiom i epizootiom. Według doniesień literaturowych [2, 5, 10] czynnikiem umożliwiającym powstawanie bioaerozolu wokół oczyszczalni jest liczba mikroorganizmów obecnych w ściekach. Jako graniczną wartość przyjmuje się zawartość drobnoustrojów na poziomie wyższym od  $10^3$  w 1 ml, co warunkuje możliwość uniesienia komórek do powietrza [15]. Do podstawowych parametrów decydujących o zasięgu i stopniu oddziaływania wpływu oczyszczalni ścieków na mikrobiologiczną czystość powietrza należą: wielkość obiektu, stosowana technologia procesów oczyszczania

ścieków, sposób przeróbki i postępowania z osadami ściekowymi, staranność eksploatacji obiektów i inne [1, 2]. Drobnoustroje trafiają do powietrza przede wszystkim na skutek realizacji procesów związanych z napowietrzaniem i mieszaniem ścieków oraz rozprowadzaniem ich na urządzeniach biologicznych [11÷13]. W ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków można wyróżnić kilka newralgicznych punktów, które w sposób szczególny wpływają na emisję bioaerozoli. Najbardziej negatywny wpływ odnotowano w przypadku urządzeń takich jak kratownia, pompownia wstępna, kanały ścieków surowych, piaskownik, komora napowietrzania i poletka osadowe [5]. Duże ryzyko zdrowotne związane z emisją szkodliwych bioaerozoli powoduje, że konieczne jest prowadzenie kontroli czystości mikrobiologicznej powietrza na terenie i wokół oczyszczalni ścieków.

Celem badań było określenie zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza na terenie mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków komunalnych.

## **2. Materiał i metody badań**

Badania mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza prowadzono na terenie mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków komunalnych zlokalizowanej w województwie kujawsko-pomorskim, o średniodobowym przepływie ścieków wynoszącym 13 tys. m<sup>3</sup>. Ścieki dopływające grawitacyjnie do zlewni oczyszczane są na kracie rzadkiej i dwóch kratkach gęstych, dalej przepływają przez piaskownik szczelinowy zlokalizowany na kanale dopływowym do centralnej przepompowni ścieków. Następnie dostarczane są do komory wytłumienia energii kinetycznej. Rozdział strumienia ścieków następuje do dwóch piaskowników radialnych. Podczyszczone ścieki dopływają do dwóch wstępnych osadników radialnych. Po mechanicznym oczyszczeniu, poprzez komorę rozdzielczą dopływają dwoma strumieniami do dwóch zablokowanych komór osadu czynnego. Ścieki przepływają przez następujące strefy: beztlenową (defosfatacji), niedotlenioną (denitryfikacji), tlenową (nitryfikacji). W obiekcie przyjęty jest system drobnopęcherzykowego napowietrzania. Z komór osadu czynnego ścieki dopływają do trzech osadników wtórnych. Biologicznie oczyszczone ścieki odprowadza się poprzez komorę pomiarową ścieków oczyszczonych do rzeki. Osady powstające w proce-

się oczyszczania ścieków (osad wstępny i biologiczny osad nadmierny) po mechanicznym zagęszczeniu stabilizowane są w czterech wydzielonych komorach fermentacyjnych zamkniętych (WKFz), w których następuje proces fermentacji. Osad przefermentowany z WKFz odprowadzany jest grawitacyjnie do zbiorników osadu przefermentowanego, skąd pompami podawany jest na wirówki celem jego odwodnienia. Odwodnione osady ściekowe składowane są krótkoterminowo (kilka tygodni) na placu przy budynku wirówek.

### Lokalizacja punktów pomiarowych

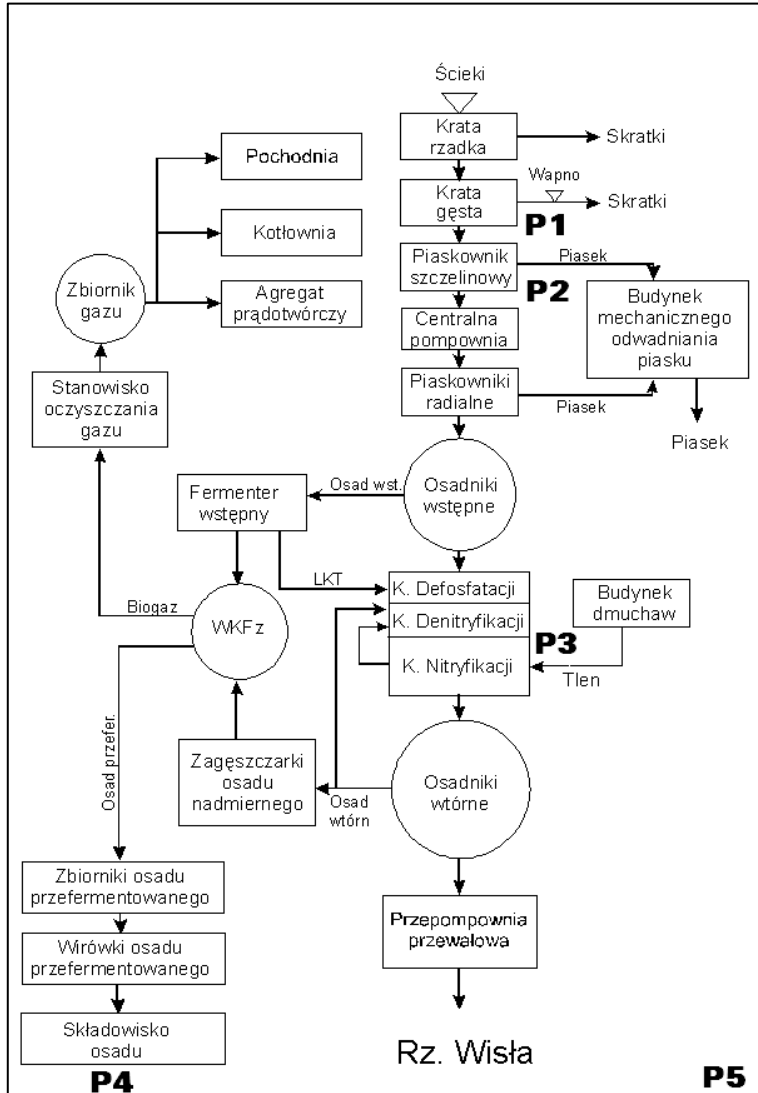
Na terenie oczyszczalni ścieków usytuowano cztery punkty pomiarowe oraz jedno stanowisko badawcze znajdujące się poza terenem oczyszczalni od strony nawietrznej (tło):

- P1 – przy stanowisku krat rzadkich – od strony zawietrznej,
- P2 – w pobliżu piaskownika szczelinowego – od strony zawietrznej,
- P3 – przy komorach napowietrzania – od strony zawietrznej,
- P4 – na placu składowania osadów ściekowych – od strony zawietrznej,
- P5 – stanowisko kontrolne (tło) – 100 m poza terenem oczyszczalni – od strony nawietrznej (rys. 1).

### Badania mikrobiologiczne

Próby powietrza do badań pobierano w smudze zanieczyszczeń metodą zderzeniową próbnikiem SAS 100, uwzględniając każdorazowo kierunek wiatru. Badania mikrobiologiczne obejmowały analizę ilościową następujących mikroorganizmów:

- ogólna liczba bakterii (agar odżywczy), inkubacja: 37°C/24÷48 h,
- ogólna liczba grzybów (agar RBC), inkubacja: 26°C/3÷5 dni,
- gronkowce hemolizujące  $\alpha$  i  $\beta$  (agar wzbogacony krwią), inkubacja: 37°C/48 h,
- gronkowce mannitolododatnie i mannitoloujemne (agar Chapmana), inkubacja: 37°C/24÷48 h,
- *Pseudomonas fluorescens* (podłoże Kinga B), inkubacja: 30°C/2÷7 dni,
- promieniowce (podłoże Pochona), inkubacja: 26°C/5÷14 dni,
- bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* (agar Mac Conkey'a), inkubacja: 37°C/24 h.



**Rys. 1.** Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków z poszczególnymi punktami pomiarowymi

**Fig. 1.** Technological scheme of wastewater treatment plant with particular measurement points

Po odpowiednim czasie inkubacji policzono wyrosłe na płytkach kolonie, a następnie wyniki skorygowano o statystyczne prawdopodobieństwo wielokrotnego przejścia cząstek przez ten sam otwór w głowicy w oparciu o tablice załączone do instrukcji obsługi aparatu SAS 100. Obliczono liczbę jednostek tworzących kolonie poszczególnych drobnoustrojów w 1 m<sup>3</sup> powietrza. W każdym punkcie pomiarowym mierzono temperaturę, wilgotność względną i prędkość ruchu powietrza za pomocą miernika mikroklimatu MM-01 (tab. 1).

**Tabela 1.** Warunki meteorologiczne w trakcie pobierania próbek powietrza

**Table 1.** Meteorological conditions during air sampling

Data badań	Kierunek wiatru	Temperatura [°C]	Wilgotność względną powietrza, [%]	Prędkość ruchu powietrza [m/s]
16.03.2009	NW	7,4	75,6	1,9
15.05.2009	SW	15,2	69,9	1,0
17.07.2009	NW	28,0	45,6	0,6
16.09.2009	SW	10,5	65,3	1,7
15.11.2009	NW	1,5	79,9	1,9

### 3. Wyniki i dyskusja

Liczbę oznaczonych mikroorganizmów w próbkach powietrza pobranego w wyznaczonych punktach pomiarowych przedstawiono w tabelach 2 i 3 oraz na rysunkach 2÷5. Ogólna liczba bakterii w poszczególnych punktach pomiarowych była zróżnicowana i kształtowała się w zakresie od 320 do 4565 jtk w 1 m<sup>3</sup> powietrza. Największą emisję tych drobnoustrojów stwierdzono w pobliżu urządzeń służących do mechanicznego oczyszczania ścieków (P1 – stanowisko krat). Średnia liczba bakterii w tym punkcie wynosiła 2409 jtk/m<sup>3</sup>, przy czym największą liczbę wyizolowano w lipcu (4565 jtk/m<sup>3</sup>) oraz we wrześniu (3021 jtk/m<sup>3</sup>). Według PN-89/Z0411/02 powietrze w tych punktach pomiarowych dwukrotnie oceniono jako silnie zanieczyszczone. W punkcie P1 w miesiącach późnojesiennych stwierdzona ogólna liczba bakterii odpowiadała kryteriom dla powietrza średnio zanieczyszczonego.

**Tabela 2.** Liczba mikroorganizmów (jtk/m<sup>3</sup>) w próbach powietrza pobranego z poszczególnych punktów badawczych

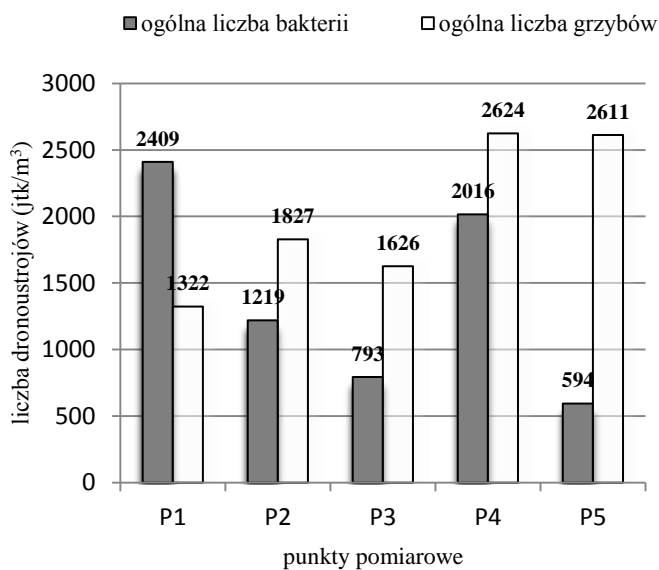
**Table 2.** The number of microorganisms (cfu/m<sup>3</sup>) in the air samples from particular measurement points

miejsce czas		Liczba drobnoustrojów (jtk/m <sup>3</sup> )				
		a	b	c	d	e
P1	III	1450	1220	22	20	20
	V	2040	1550	320	55	15
	VII	4565	2160	125	10	32
	IX	3021	420	144	10	15
	XI	970	1260	55	75	10
P2	III	920	1275	23	12	5
	V	1342	1150	27	50	4
	VII	1240	2285	33	5	14
	IX	1568	3115	24	20	8
	XI	1025	1310	17	105	5
P3	III	540	920	19	10	32
	V	1120	1240	82	40	45
	VII	870	2145	69	5	56
	IX	980	2915	65	5	55
	XI	457	910	48	85	5
P4	III	1350	1130	234	55	26
	V	2560	1226	458	120	12
	VII	2130	3180	422	450	8
	IX	3248	5249	523	108	10
	XI	1100	2334	67	96	11
P5	III	520	1265	2	3	0
	V	780	2100	20	11	1
	VII	548	3850	0	5	0
	IX	690	4500	9	0	0
	XI	320	1340	0	0	0

a – ogólna liczba bakterii, b – ogólna liczba grzybów, c – bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, d – promieniowce, e – *Pseudomonas fluorescens*

Przeprowadzona analiza powietrza w pobliżu piaskownika wykazała ogólną liczbę bakterii na poziomie od 920 do 1568 jtk/m<sup>3</sup>, przy czym czterokrotnie powietrze spełniało wymagania dla powietrza średnio zanieczyszczonego. Kolejnym punktem pomiarowym, w którym odnotowano wysoką liczbę bakterii było stanowisko zlokalizowane w pobliżu miejsca składowania osadów ściekowych (P4).

W okresie prowadzenia badań we wrześniu powietrze oceniono jako silnie zanieczyszczone, a w pozostałych miesiącach średnio zanieczyszczone. Nad komorą napowietrzania w okresie późnowiosennym wyizolowano z powietrza 1120 jtk/m<sup>3</sup> bakterii. W pozostałych miesiącach badań liczba tych drobnoustrojów odpowiadała kryteriom powietrza czystego. Na stanowisku badawczym P5 ogólna liczba bakterii była najniższa i kształtowała się na poziomie od 320 jtk/m<sup>3</sup> w listopadzie do 780 jtk/m<sup>3</sup> w maju (tab. 2, rys. 2).



**Rys. 2.** Średnia liczba bakterii i grzybów w poszczególnych punktach pomiarowych

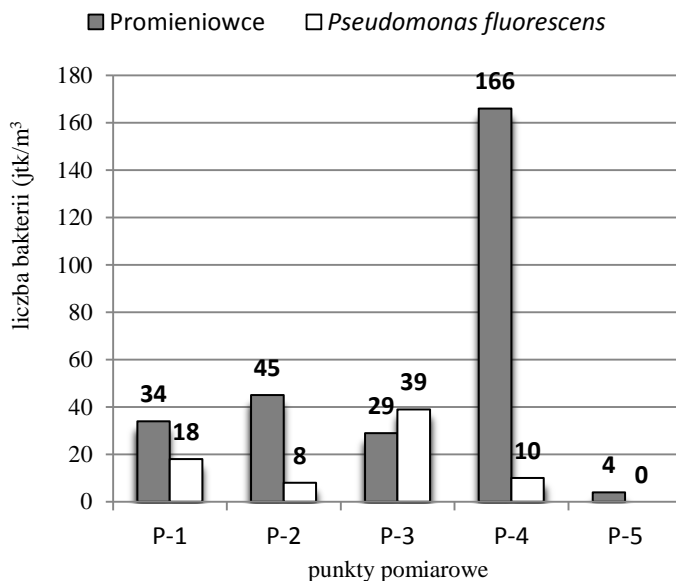
**Fig. 2.** The average number of bacteria and fungi in particular measurement points

Liczba grzybów pleśniowych występujących w powietrzu na wszystkich punktach pomiarowych była niska i wahała się w zakresie od 420 do 5249 kolonii/m<sup>3</sup>. Uzyskane wyniki badań mikologicznych nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że procesy oczyszczania ścieków miały wpływ na liczbę tych mikroorganizmów w badanym powietrzu, ponieważ w punkcie wyznaczonym jako tło średnia liczba grzybów (2611 kolonii/m<sup>3</sup>) była wyższa od koncentracji tych mikroorganizmów punktach P1 (1322 jtk/m<sup>3</sup>), P2 (1827 jtk/m<sup>3</sup>) oraz P3 (1626 jtk/m<sup>3</sup>). W okresie prowadzonych badań średnia liczba grzybów mikroskopowych była najwyższa w miejscu składowania osadów ściekowych (2624 kolonii/m<sup>3</sup>), przy czym normatywna wartość (5000 jtk/m<sup>3</sup>) mogąca negatywnie wpływać na środowisko naturalne człowieka została przekroczona w jednym miesiącu badań (tab. 2, rys. 2).

Bakteriami, które wskazują na możliwość zanieczyszczenia powietrza przez drobnoustroje pochodzące z gleby są promieniowce. Największą koncentrację tych bakterii w powietrzu atmosferycznym stwierdzono w pobliżu składowania osadów ściekowych, gdzie ich liczba kształtowała się w zakresie od 55 do 450 jtk/m<sup>3</sup>. W okresie późnowiosennym i letnim stwierdzono silne zanieczyszczenie powietrza tymi mikroorganizmami. W punktach pomiarowych zlokalizowanych przy urządzeniach mechanicznego oczyszczania ścieków, a także przy reaktorze z osadem czynnym średnia liczba promieniowców oscylowała od 29 do 166 jtk/m<sup>3</sup>, co wskazuje, że powietrze w tych punktach pomiarowych było średnio zanieczyszczone. W punkcie kontrolnym (tło) bakterie te występowały sporadycznie i nie przekraczały wartości normatywnej 10 jtk/1m<sup>3</sup> powietrza (rys. 3).

*Pseudomonas fluorescens* należy do bakterii naturalnie bytujących w wodach powierzchniowych silnie zanieczyszczonych i ściekach, dlatego gatunek ten został wytypowany jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza przez drobnoustroje pochodzące z tego środowiska. Największą emisję tych bakterii ze ścieków do powietrza odnotowano w punkcie P3 (komora napowietrzania). W okresie letnim dwukrotnie liczba tych bakterii przekroczyła 50 jtk/m<sup>3</sup>, co wskazuje według Polskich Norm na silne zanieczyszczenie powietrza. W miesiącach wiosennych powietrze pod względem tego wskaźnika sklasyfikowano jako średnio zanieczyszczone. Powietrze atmosferyczne w pobliżu stanowiska krat oraz w punkcie P4 (miejsce składowania osadów ściekowych) było średnio zanieczyszczone, ponieważ liczba wyizolowanych bakterii *Pseudomonas fluorescens* mieściła się w zakresie od 8÷39 jtk/m<sup>3</sup> (rys. 3).





**Rys. 3.** Średnia liczba promieniowców i *Pseudomonas fluorescens* w powietrzu w poszczególnych punktach pomiarowych

**Fig. 3.** The average number of actinomycetes and *Pseudomonas fluorescens* in particular measurement points

Typ urządzenia napowietrzającego (aeratory turbinowe zanurzone lub powierzchniowe, szczotki Kessnera, rury perforowane), czy też sposób napowietrzania (grubo-, średnio-, lub drobnopęcherzykowe) są istotnymi czynnikami decydującymi o intensywności wymiany pomiędzy ściekami a powietrzem atmosferycznym [2]. Badacze donoszą, że największa emisja mikroorganizmów do powietrza związana jest z napowietrzaniem grubopęcherzykowym, w przypadku, którego powstaje największa ilość kropli tworzących bioaerozol. Brandi i wsp. [2] wykazali, że od 60 do 80% bakterii jest wynoszonych ze ścieków przez krople o średnicy większej niż  $2,1 \mu\text{m}$ . Powyższe dane wskazują, że korzystniejsze ze względów biobezpieczeństwa powietrza są systemy napowietrzania drobnopęcherzykowego. W obiekcie, w którym przeprowadzono badania mikrobiologiczne powietrza zastosowano ten rodzaj napowietrzania, dlatego emisja drobnoustrojów, stwierdzana nad komorą napowietrzania była niższa w porównaniu do wyników prezentowanych przez innych autorów [12, 17]. Najwię-

cej bakterii hemolizujących typu alfa stwierdzono we wszystkich punktach pomiarowych w okresie wiosennym-letnim, gdzie koncentracja tych mikroorganizmów osiągnęła najwyższy poziom  $48 \text{ jtk/m}^3$  (tab.3, rys. 4).

W punkcie poboru prób przy piaskownikach oraz w pobliżu poletek osadowych liczba tych bakterii wskaźnikowych była wysoka i wpłynęła na ocenę powietrza atmosferycznego jako silnie zanieczyszczonego.

Według zaprezentowanych wyników badań przez Breza-Boruta [3] piaskowniki są istotnym źródłem emisji drobnoustrojów do powietrza atmosferycznego. W pozostałych punktach pomiarowych powietrze oceniono jako średnio zanieczyszczone. Oznaczona liczba bakterii hemolizujących typu beta w powietrzu na wyznaczonych punktach pomiarowych mieściła się w zakresie od 0 do  $27 \text{ jtk/m}^3$  (tab. 3, rys. 4), przy czym największą ich liczbę stwierdzono w punkcie P3 zlokalizowanym nad komorą napowietrzania. Bakterie hemolizujące typu alfa i beta są wskaźnikami potencjalnego skażenia powietrza przez drobnoustroje chorobotwórcze pochodzące z układu oddechowego ludzi i zwierząt. Według polskiej normy w powietrzu czystym drobnoustroje te nie powinny występować.

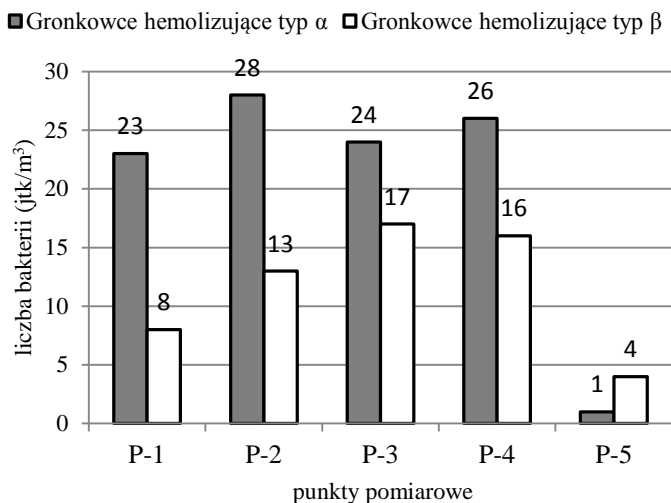
W przeprowadzonych badaniach uwzględniono także oznaczenie liczby gronkowców mannitolododatnich, których wartości dopuszczalne dla powietrza czystego nie powinny przekraczać  $100 \text{ jtk/m}^3$ . Gronkowce mannitolododatnie w badanym powietrzu występowały na niskim poziomie i w żadnej z prób nie przekroczyły liczby dla powietrza czystego zaproponowanej w projekcie normy prPN-Z-04111-1 dotyczącej ochrony czystości powietrza. Breza-Boruta i Paluszak [4] donoszą, że gronkowce mannitolododatnie powodowały na terenie oczyszczalni ścieków najczęściej silne zanieczyszczenie powietrza, przy czym w miejscu składowania przyzmu kompostu normy zostały przekroczone 17-krotnie.

Największą koncentrację bakterii potencjalnie chorobotwórczych z rodziny *Enterobacteriaceae* stwierdzono w próbkach powietrza pobieranego w pobliżu miejsca składowania osadów ściekowych, gdzie ich liczba oscylowała w zakresie od 67 do  $523 \text{ jtk/m}^3$ , a także przy stanowisku krat ( $22\text{--}320 \text{ jtk/m}^3$ ) (tab.3). Zdecydowanie najwyższą średnią liczbę bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oznaczono w miejscu składowania osadów ściekowych (P4 –  $341 \text{ jtk/m}^3$ ) (rys.5).

**Tabela 3.** Liczba gronkowców (jtk/m<sup>3</sup>) w próbach powietrza pobranego z poszczególnych punktów badawczych

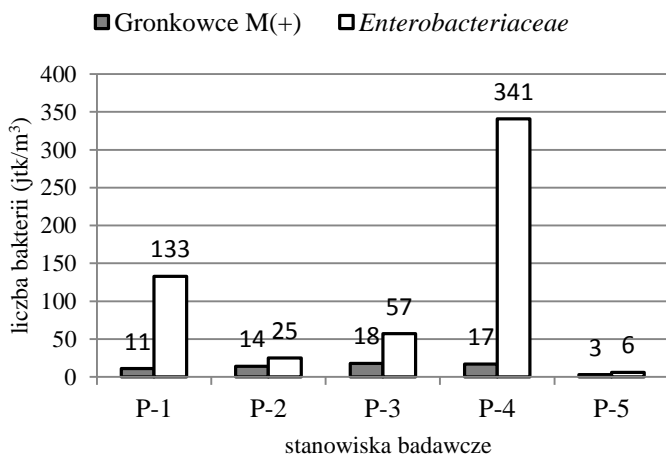
**Table 3.** The number of staphylococci (cfu/m<sup>3</sup>) in the air samples from particular measurement points

Miejsce czas		Liczba gronkowców (jtk/m <sup>3</sup> )			
		$\alpha$	$\beta$	M(+)	M(-)
P1	III	36	21	29	99
	V	48	9	12	120
	VII	13	4	3	14
	IX	19	4	9	44
	XI	0	0	0	15
P2	III	34	25	12	45
	V	24	16	14	12
	VII	40	11	10	21
	IX	42	15	32	33
	XI	0	0	0	24
P3	III	28	18	18	58
	V	39	23	35	43
	VII	22	15	12	32
	IX	30	27	23	77
	XI	0	0	0	11
P4	III	21	17	24	87
	V	44	14	11	71
	VII	34	26	27	66
	IX	29	22	19	67
	XI	4	0	2	34
P5	III	0	0	1	13
	V	0	0	0	18
	VII	1	9	10	21
	IX	4	11	1	32
	XI	0	0	0	15



**Rys. 4.** Średnia liczba gronkowców hemolizujących typu α i β w powietrzu w poszczególnych punktach pomiarowych

**Fig. 4.** The average number of haemolysing staphylococci type α and β in particular measurement points



**Rys. 5.** Średnia liczba gronkowców manitolododatnich i bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w powietrzu w poszczególnych punktach pomiarowych

**Fig. 5.** The average number of mannitol-positive staphylococci and bacteria of the *Enterobacteriaceae* family in particular measurement points

Cyprowski i wsp. [7] również odnotowali największą emisję bioaerozoli (bakterii i endotoksyn) do powietrza w miejscach gdzie składowano osady ściekowe. Wyniki badań wskazują, że poletka osadowe są ważnym emitorem drobnoustrojów na terenie oczyszczalni ścieków. Wielu autorów jest podobnego zdania, że zarówno transport, jak i magazynowanie osadów ściekowych wydatnie przyczynia się do wzrostu zawartości mikroorganizmów w powietrzu [3, 9, 14]. Przeprowadzone badania potwierdzają wyniki innych autorów [4, 8, 10, 16], że pora roku bardzo wyraźnie wpływa na liczbę drobnoustrojów oznaczanych w powietrzu. Największą liczbę mikroorganizmów stwierdzono w próbach powietrza pobieranego w okresie późnowiosennym oraz letnim. Wyjątek stanowiły promieniowce, które w maksymalnej liczbie występowały jesienią. Przeprowadzona ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza wskazuje na to, że istnieje potencjalne ryzyko narażenia pracowników oczyszczalni ścieków na szkodliwe czynniki biologiczne prowadzące do zachorowań (bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, gronkowce alfa i beta hemolizujące oraz gronkowce mannitolododatnie). Cyprowski i Krajewski [6] prowadząc badania na terenie biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków stwierdzili, że wszystkie oznaczone w powietrzu i w ściekach drobnoustroje można zaliczyć do drugiej grupy czynników biologicznych, takich które mogą wywołać chorobę u ludzi i być szkodliwe dla pracowników. Przeprowadzane badania wskazują na konieczność stałego monitoringu oddziaływania oczyszczalni ścieków na środowisko powietrzne co umożliwi prowadzenie skutecznej profilaktyki u osób pracujących na oczyszczalniach.

## 6. Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały największe zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w pobliżu urządzeń do mechanicznego oczyszczania ścieków, a także w miejscu składowania osadów ściekowych.
2. Niska koncentracja grzybów pleśniowych i drożdżoidalnych w powietrzu na terenie oczyszczalni ścieków może wskazywać, że nie dochodziło do znaczącej emisji tych mikroorganizmów podczas procesów oczyszczania ścieków.
3. Wykazana w powietrzu obecność bakterii potencjalnie chorobotwórczych stwarza ryzyko narażenia pracowników oczyszczalni ścieków na zachorowania.

## Literatura

1. **Bauer H., Fuerhacker M., Zibuschka F., Schmid H., Puxbaum H.:** *Bacteria and fungi in aerosols generated by two different types of wastewater treatment.* Water Res., 36, 3965÷3970, 2002.
2. **Brandi G., Sisti M., Amagliani G.:** *Evaluation of the environmental impact of microbial aerosols generated by wastewater treatment plants utilizing different aeration systems.* J. Appl. Microbiol., 88, 845÷852, 2000.
3. **Breza-Boruta B.:** *Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenie powietrza na terenie oczyszczalni ścieków.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 10, 3, 49÷57, 2010.
4. **Breza-Boruta B., Paluszak Z.:** *Ocena oddziaływania oczyszczalni ścieków na stan mikrobiologicznego zanieczyszczenie powietrza.* Przemysł chemiczny, 89, 4, 324÷329, 2010.
5. **Budzińska K., Michalska M.:** *Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza na terenie oczyszczalni ścieków z zakładów mięsnych.* Zesz. Nauk., Wydz. Bud. i Inżyn. Środow., Politechnika Koszalińska, 20, 581÷593, 2001.
6. **Cyprowski M., Krajewski J. A.:** *Czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w oczyszczalni ścieków komunalnych.* Medycyna Pracy, 54, 73÷80, 2003.
7. **Cyprowski M., Szarapińska-Kwaszewska J., Dudkiewicz B., Krajewski J.A., Szadkowska-Stańczyk I.:** *Ocena narażenia pracowników oczyszczalni ścieków na czynniki szkodliwe występujące w miejscu pracy.* Medycyna Pracy, 56, 3, 213÷222, 2005.
8. **Gotkowska-Plachta A., Filipkowska Z., Korzeniewska E., Janczukowicz W.:** *Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza atmosferycznego na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków z systemem stawów napowietrzanych i stabilizacyjnych.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 8, 83÷98, 2008.
9. **Każmierczuk M., Kalisz L., Salbut J.:** *Mikrobiologiczne zanieczyszczenia powietrza w otoczeniu obiektów gospodarki komunalnej.* IOŚ, Warszawa, ss. 67, 2004.
10. **Korzeniewska E., Filipkowska Z., Gotkowska-Plachta A., Janczukowicz W.:** *Bakteriologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie i w otoczeniu hydrofitowej oczyszczalni ścieków.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 8, 161÷173, 2008.
11. **Kulig A.:** *Metody pomiarowo-obliczeniowe w ocenach oddziaływania na środowisko obiektów gospodarki komunalnej.* Ofic. Wydaw., PW, Warszawa, ss. 208, 2004.
12. **Kulig A., Ossowska-Cypryk K.:** *Problematyka badań mikrobiologicznych w ocenach oddziaływania na środowisko obiektów komunalnych – zagadnienia metodyczne.* Probl. Ocen Środ., 1, 51÷58, 1999.

13. **Petrycka H., Godlewska-Zablocka E., Kolasa M.:** *Mikroflora powietrza atmosferycznego na obszarze oczyszczalni ścieków w Tychach-Urbanowicach.* GWiTS 8, 272÷274, 1995.
14. **Taha M. P. M., Drew G. H., Longhurst P. J., Smith R., Pollard S. J. T.:** *Bioaerosol releases from compost facilities: Evaluating passive and active source terms at a green waste facility for improved risk assessments.* Atmospheric Environ. 40, 1159÷1169, 2006.
15. **Teltsch B., Kedmi S., Bonnet L., Borenstajn Rotem Y.:** *Isolation and identification of pathogenic microorganisms at wastewater irrigated fields. Rations in air and wastewater.* Appl. Environ. Microbiol. 39, 1183÷1190, 1980.
16. **Traczewska T. M., Karpińska-Smulikowska J.:** *Wpływ składowiska odpadów komunalnych na jakość mikrobiologiczną powietrza.* Ochrona Środowiska, 2, 35÷38, 2000.
17. **Wlazło A., Pastuszka J.S., Łudzień-Izbińska B.:** *Ocena narażenia na aerozol bakteryjny pracowników niedużej oczyszczalni ścieków.* Medycyna Pracy, 53, 2, 109÷114, 2002.

## **Microbiological Air Pollution in the Area of Municipal Sewage Treatment Plant**

### **Abstract**

The aim of this study was to estimate a degree of microbiological air pollution in the area of a mechanical-biological municipal sewage treatment plant. Four measurement points were situated in the area of the and one research stand was located outside the plant from the windward side (background) – near screen, near sand catchers, at aeration chambers, at sewage sludge deposition site. Air samples were collected in a trail of pollution with the compaction method using the sampler SAS 100. The microbiological analyses involved the quantitative analysis of the following microorganisms: total number of bacteria and fungi, haemolysing staphylococci  $\alpha$  and  $\beta$ , mannitol-positive and mannitol-negative staphylococci, *Pseudomonas fluorescens*, actinomyces and bacteria of the *Enterobacteriaceae* family. Total number of bacteria in particular measurement points varied and ranged from 320 to 4565 cfu in 1 m<sup>3</sup> of air. The highest emission of those microorganisms was observed in the vicinity of appliances for mechanical sewage treatment (screen

site). The next measurement point where a high number of bacteria was recorded was location in the vicinity of the sewage sludge deposition site. The number of mould fungi occurring in the air at all the measurement points was low and ranged from 420 to 5429 colonies·m<sup>-3</sup>. The highest concentration of actinomyces in the air was observed in the vicinity of the sewage sludge storage site, where their number ranged from 55 to 450 cfu·m<sup>-3</sup>. The highest emission of *Pseudomonas fluorescens* from sewage to the air was observed at the point over the aeration chamber, where in the summer period the number of these bacteria exceeded two-fold 50 cfu·m<sup>-3</sup>, which indicates strong air pollution. The largest number of haemolysing bacteria of  $\alpha$  type was found at all measurement stands in the spring-summer period, where their concentration from 0 to 48 cfu·m<sup>-3</sup>. The number of  $\beta$  type bacteria determined in the air at the measurement points was within the range from 0 to 27 cfu·m<sup>-3</sup>, and the largest number was found at the point located over the aeration chamber. The study also involved the determination of the number of mannitol-positive staphylococci, which values permissible for clean air should not exceed 100 cfu·m<sup>-3</sup>. Mannitol-positive staphylococci in the examined air occurred at a low level and in no samples exceeded the number for clean air proposed in the project PN-Z-04111-1 concerning air cleanliness protection. The concentration of potentially pathogenic bacteria of the *Enterobacteriaceae* family was the highest in air samples collected in the vicinity of the sewage sludge storage place, where their number oscillated from 67 to 523 cfu·m<sup>-3</sup>, and at the screen site (22-320 cfu·m<sup>-3</sup>). The results of the study show that sludge-drying beds are an important source of microorganism emission on the premises of a sewage treatment plant. The greatest number of microorganisms was found in air samples collected in late spring and summer. The exception was actinomyces, which occurred in the maximal amount in autumn. The assessment of degree of air pollution indicates that there is a potential risk of exposure sewage treatment plant staff to harmful biological factors leading to disease incidence (bacteria of the *Enterobacteriaceae* family,  $\alpha$  and  $\beta$ -haemolysing microorganisms and mannitol-positive staphylococci). The investigations show the need for constant monitoring of the effect of a sewage treatment plant on the air environment, which will enable efficient prevention of people working at sewage treatment plants.