

2015 -12- 17

4012



GDAŃSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY L.dz.

WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej

Zakład Immunobiologii i Mikrobiologii Środowiska

ul. Dębinki 7

80-211 Gdańsk

tel. 58 349 17 65, kierownik 58 349 17 66

e-mail: immunobiol@gumed.edu.pl, kzorena@gumed.edu.pl



„Opracowanie wyników badania próbek powietrza pobranych na terenie składowiska odpadów Gdańsk Szadółki i w rejonie oddziaływania składowiska odpadów”

Wykonawcy:

dr Maria Bartoszewicz

dr Małgorzata Michalska

Gdańsk, grudzień 2015 r.

Cel pracy

Celem pracy było oszacowanie, na podstawie wyników badań mikrobiologicznych, liczby wybranych bakterii i grzybów mikroskopowych w próbkach powietrza pobranych na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. w Gdańsku Szadółkach oraz w rejonie oddziaływania składowiska odpadów.

Materiał i metody

Próbki powietrza były pobierane przez pracowników Zakładu Immunobiologii i Mikrobiologii Środowiska, od 29.05.2015 r. do 16.11.2015 r., wykonano 7 serii badań i pomiarów. Próbki powietrza pobierano metodą szczelinowo-zderzeniową za pomocą próbnika M Air T Millipore. Zasada tej metody polega na przepuszczeniu powietrza przez otwory i nadaniu temu powietrzu prędkości wystarczającej do wydzielenia zanieczyszczeń podczas uderzenia o powierzchnię pożywki znajdującej się na dostosowanej do miernika płytce z wybraną pożywką mikrobiologiczną. Następnie zainfekowaną pożywkę poddaje się inkubacji i liczy wyrosty kolonie.

Analiza mikrobiologiczna powietrza obejmowała najczęściej wykonywane oznaczenia w ocenie jakości powietrza zgodnie z przepisami Unii Europejskiej (Dyrektywa 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz. U. 2005 nr 81 poz. 716) w pobranych próbkach powietrza identyfikowano drobnoustroje zaliczane do drugiej grupy zagrożenia.

Są to czynniki, które mogą wywoływać choroby u ludzi, mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale rozprzestrzenienie ich w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne. Zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia. Do tej grupy czynników należą: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes/cloace*, *Aspergillus fumigatus*.

W każdej próbce powietrza (1 m³) oznaczano:

1. liczbę bakterii psychrofilnych, na agarze odżywczym, płytki inkubowano w temperaturze 22°C, po zakończeniu czasu inkubacji liczono wszystkie kolonie wyrosłe na podłożu;
2. liczbę bakterii mezofilnych, na agarze odżywczym, płytki inkubowano w temperaturze 36°C, po zakończeniu czasu inkubacji liczono wszystkie kolonie wyrosłe na podłożu;
3. liczbę bakterii *Klebsiella pneumoniae* i *Citrobacter freundii* z zastosowaniem podłoża MacConkey'a jako podłoża wstępnie różnicującego. Podejrzane kolonie identyfikowano w oparciu o standaryzowaną metodę testów biochemicznych API 20 E Biomerieux.

4. liczbę bakterii *Enterobacter aerogenes/cloacae* na podłożu agarowym Slanetz'a-Bartley'a. Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24–48 godzin. Na filtrze liczono wszystkie kolonie bakterii koloru czerwonego lub różowego
5. liczbę bakterii *Escherichia coli* na podłożu agarowym Endo oraz Chromocult Coliform Agar. Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 – 48 godzin. Bakterie które wyrosły na pożywce Endo w postaci okrągłych, gładkich, czerwonych kolonii z charakterystycznym metalicznym połyskiem uznawano za dodatni wynik. Wzrost na podłożu szczepów w postaci kolonii bez charakterystycznego połysku, przyjmowano za wynik wątpliwy. Wynik taki wymagał dalszego badania uzupełniającego. Wzrost innych kolonii uznawano jako wynik ujemny. Przy braku zmian w podłożu po 24 godzinach hodowlę inkubowano dalej i ponownie odczytywano wyniki po następnych 24 godzinach. Badanie uzupełniające stosowano w przypadku wzrostu nietypowych kolonii. Bakterie te przesiewano z podłoża Endo na płynną pożywkę laktozową ze wskaźnikiem Andrade w celu stwierdzenia zdolności wyizolowanego szczepu do fermentowania laktozy. Pożywkę inkubowano w temperaturze 37°C przez 48 godzin. Odczyty wykonywano po 24 a następnie po 48 godzinie. Zmętnienie pożywki, zakwaszenie (różowe zabarwienie) oraz obecność gazu przyjmowano jako wynik dodatni. Brak tych zmian jako wynik ujemny. W przypadku zastosowania podłoża Chromocult Coliform Agar liczono wszystkie kolonie o typowym wyglądzie dla bakterii rodzaju *Enterobacteriaceae* – kolonie od różowych do ciemno-czerwonych oraz dla *Escherichia coli* – kolonie od ciemnoniebieskich do fioletowych.
6. liczbę gronkowców mannitolo (+) i mannitolo (-) oznaczano używając podłoża agarowego Chapmana. Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin. Po czasie inkubacji liczono wszystkie kolonie koloru białego, kremowego i żółtego wyrosłe na powierzchni pożywki, a następnie wykonywano badania potwierdzające. Badania potwierdzające polegały na wykonywaniu preparatów barwionych metodą Grama, wykonywaniu testów wykrywających obecność enzymów: aminopeptydazy i katalazy oraz potwierdzających zdolność badanych bakterii do fermentowania glukozy w warunkach beztlenowych. Różnicowano także *Staphylococcus aureus* od szczepów saprofitycznych *Staphylococcus epidermis (albus)* w teście z osoczem króliczym.
7. liczbę bakterii *Pseudomonas fluorescens* i liczbę bakterii *Pseudomonas aeruginosa* oznaczano używając podłoża agarowego z cetrymidem (płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin oraz podłoża wg Kinga B (płytki inkubowano w temperaturze 26°C przez 120 godzin i w temperaturze 4°C przez 148 godzin. Po czasie inkubacji liczono charakterystyczne kolonie wyrosłe na powierzchni podłoża. *Pseudomonas aeruginosa* rosną na podłożu agarowym z cetrymidem wytwarzając barwniki w kolorze zielono-białym, niebiesko-zielonym lub zielono-brązowym, o charakterystycznym jaśminowo-miodowym zapachu. W świetle lampy UV liczono kolonie które fluoryzowały na zielono, zielonożółto lub niebiesko. *Pseudomonas fluorescens* identyfikowano na podłożu Kinga B licząc kolonie fluoryzujące w świetle lampy UV na zielono. Badania uzupełniające stosowano w przypadku, gdy stwierdzono obecność

nietypowych kolonii na pożywce z cetrymidem. Bakterie przeszczepiano wówczas na skos agarowy. Po 24 godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C wykonywano następujące badania:

- i. barwienie preparatów metodą Grama
 - ii. test na obecność oksydazy
 - iii. badanie zdolności bakterii do wzrostu w temperaturze 42°C
 - iv. wykrywanie zdolności bakterii do hydrolizy kazeiny na podłożu z mlekiem i cetrymidem;
8. liczbę promieniowców z użyciem podłoża Pochona. Zainfekowane płytki inkubowano w temperaturze 26°C przez 6 dni. Po czasie inkubacji liczono wszystkie kolonie okrągłe, płaskie lub wypukłe, matowe z białawym nalotem wykazujące zapach próchnicy lub ziemi.
 9. liczbę grzybów pleśniowych i drożdżakopodobnych na podłożu Sabouraud'a. Zainfekowane płytki inkubowano w temperaturze 20-25°C przez 14 dni. Począwszy od drugiej doby prowadzono systematyczną obserwację wzrostu kolonii grzybów. Kolonie liczono codziennie. Obserwowano makroskopowo hodowle grzybów drożdżakopodobnych, barwę strzępek grzybów pleśniowych, ich ułożenie oraz barwę podłoża wokół kolonii. Prowadzono również obserwacje pod mikroskopem preparatów grzybów pleśniowych, morfologia konidioforów i konidiów była podstawą ich identyfikacji. Preparaty grzybów drożdżakopodobnych do obserwacji mikroskopowych barwiono błękitem metylenowym.

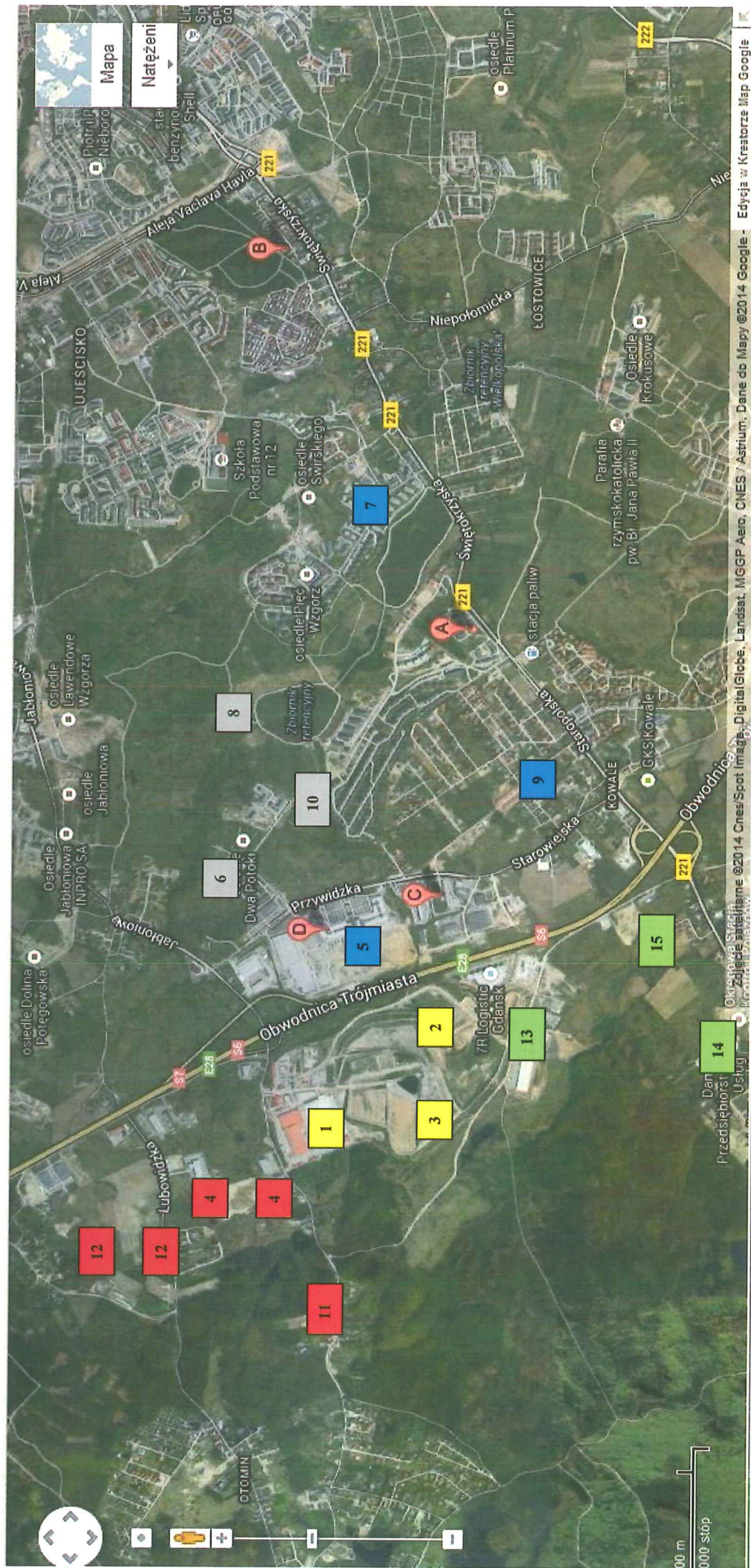
Do liczenia bakterii na podłożach agarowych używano aparatu do liczenia kolonii z powiększającą lupą.

Punkty pobierania próbek powietrza zarówno na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. jak i przypuszczalnym rejonie oddziaływania Zakładu zostały wybrane przez Zamawiającego.

I tak:

Nr punktu	Położenie punktu
1	teren Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o., plac dojrzewania kompostu
2	teren Zakładu, rejon podczyszczalni odcieków 701.1
3	teren Zakładu, za kwaterą składowiska 800/1
4	ul. Konna na wysokości firmy TAPI
5	okolice Fashion House, parking w kierunku sklepu „Agata Meble”
6	ul. K. Guderskiego rejon ronda
7	północny brzeg zbiornika retencyjnego ul. Świętokrzyska
8	zbiornik wodny, ujście Potoku Kozackiego
9	ul. Św. Faustyny rejon przedszkola niepublicznego
10	ul. K. Guderskiego osiedle „Dwa Potoki”
11	ul. Konna restauracji ośrodek jazdy konnej „Tabun”
12	skrzyżowanie ul. Lubowidzkiej z ul. Polną
13	ul. Magnacka okolice firmy Żywiec
14	ul. Ordynacka 5 Bąkowo
15	ul. Kasztelańska 11 Kowale
16	tło – 7 km od Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o. o. Gdańsk Wrzeszcz ogród

Lokalizację punktów przedstawia Rysunek 1.



Rysunek 1. Mapa punktów pobierania próbek powietrza w roku 2015

Tabela 1. Liczba próbek pobranych na każdym stanowisku

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.2015	30.09.15	29.10.15	16.11.15	Liczba próbek
1	X	X	X	X	X	X	X	7
2	X	X	X	X	X	X	X	7
3	X	X	X	X	X	X	X	7
4				X		X		2
5	X	X			X			3
6			X					1
7	X	X			X			3
8			X					1
9	X	X			X			3
10			X					1
11				X		X		2
12				X		X		2
13							x	1
14							x	1
15							X	1
16	X	X	X	X	X	X	X	7
RAZEM	7	7	7	7	7	7	7	49

O wyborze punktów pobierania próbek w danym dniu (oprócz oczywiście stanowisk położonych na terenie Zakładu) decydował kierunek wiatru.

- Przy wietrze zachodnim i północno zachodnim pobierano próbki powietrza na stanowiskach: 5, 7 i 9.
- Przy wietrze południowo zachodnim – na stanowiskach 6, 8 i 10.
- Przy wiatrach wiejących z północy, wschodu i północnego wschodu – na stanowiskach 13, 14 i 15.
- Przy wiatrach wiejących z południa i południowego wschodu – na stanowiskach: 4, 11 i 12.

Ogółem pobrano 49 próbek powietrza.

Ocenę jakości badanego powietrza pod względem liczby bakterii w 1 m³ przeprowadzono w oparciu o wytyczne normy PN-89/Z-04111/02:

Stopień zanieczyszczenia powietrza	Ogólna liczba bakterii mezofilnych [jtk/m ³]	Liczba promieniowców [jtk/m ³]	Liczba <i>Pseudomonas Florescens</i> [jtk/m ³]	Liczba gronkowców [jtk/m ³]	
				Mannitolo(+) [jtk/m ³]	Mannitolo (-) [jtk/m ³]
Niezanieczyszczone	<1000	<10	brak	brak	brak
Średnio zanieczyszczone	>1000 - 3000	>10 - 100	do 50	do 25	do 50
Silnie zanieczyszczone	>3000	>100	>50	>25	>50

Ocenę jakości badanego powietrza pod względem liczby grzybów pleśniowych i drożdżakopodobnych w 1 m³ przeprowadzono w oparciu o wytyczne normy PN-89/Z-04111/03:

Stopień zanieczyszczenia	Liczba jtk/m ³
Przeciętnie czyste powietrze atmosferyczne, zwłaszcza w okresie późnowiosennym i wczesnowiosennym	od 3000 do 5000
Zanieczyszczenie mogące negatywnie oddziaływać na środowisko naturalne człowieka	od 5000 do 10 000
Zanieczyszczenie zagrażające środowisku naturalnemu człowieka	>10 000

Tabela 2. Warunki atmosferyczne panujące w dniach poboru próbek powietrza

Data poboru próbek powietrza	Temperatura powietrza [°C]	Kierunek wiatru	Prędkość wiatru [km/h]	Wilgotność powietrza [%]	Opady w czasie pobierania próbek
29.05.2015	16	południowozachodni	13	58	brak
25.06.2015	17	zachodni, północno-zachodni	8	75	brak
23.07.2015	19	zachodni	11	67	brak
27.08.2015	24	południowy	18	41	brak
30.09.2015	10	północno zachodni, zachodni	3,7	94	brak
29.10.2015	3	południowo-wschodni	14	93	brak
16.11.2015	6	południowo zachodni	15,2	92	brak

Wyniki badań

Tabela 3. Liczba bakterii psychrofilnych w pobranych próbkach powietrza [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.2015	30.09.15	29.10.15	16.11.15	Wartość średnia
1	10000	3750	100	4250	512	1115	517	2892
2	182	202	4	2120	270	170	220	453
3	140	900	120	1700	400	215	412	555
4				3150		137		1644
5	182	33			130			115
6			520					520
7	140	64			52			85
8			1100					1100
9	174	274			66			171
10			990					990
11				258		270		264
12				212		60		136
13							174	174
14							200	200
15							190	190
16	81	131	181	121	119	44	16	99

Bakterie psychrofilne to bakterie zimnolubne. Jest to liczna grupa bakterii heterotroficznych żyjących i rozmnażających się w niskich temperaturach, w zakresie od 0°C do 25°C (przy czym optymalną temperaturą do wzrostu tych bakterii jest temperatura 20°C); większość należy do bakterii gram ujemnych. Bakterie te najczęściej zasiedlają glebę i chłodne wody powierzchniowe. W powietrzu mogą pojawić w wyniku działania wiatrów wprawiających w ruch drobiny gleby i wody.

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że w roku 2015, średnia liczba bakterii psychrofilnych w badanym powietrzu na poszczególnych stanowiskach, nie przekraczała wartości 3000 jtk/m³. W czasie prowadzenia badań zanotowano jednak kilka przypadków gdy liczba bakterii psychrofilnych była znacznie większa niż wartość 3000 jtk/m³. W dniach 29.05.15 r. oraz 25.06.15 r. na stanowisku 1 (Zakład Utylizacyjny plac dojrzewania kompostu) liczba tych bakterii wynosiła odpowiednio 10 000 jtk/m³ i 3750 jtk/m³. Także w dniu 27.08.15 r. zanotowano wysokie stężenia bakterii psychrofilnych na stanowiska 1, 2 i 3 (położonych na terenie Zakładu) oraz na stanowisku 4 (ul. Konna w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) (Tabela 3).

Zwraca uwagę duża skala liczby bakterii psychrofilnych, która mieściła się w zakresie od 4 jtk/m³ do 10 000 jtk/m³ i to na stanowiskach położonych na terenie Zakładu. Minimalną liczbę bakterii psychrofilnych 4 jtk/m³ zanotowano na stanowisk 2 (podczyszczania ścieków) 23.07.15 r. W tym dniu także na stanowiskach 1 i 3 liczba bakterii psychrofilnych była stosunkowo niska, odpowiednio: 100 i 120 jtk/m³.

Liczba bakterii psychrofilnych w powietrzu zewnętrznym nie jest normowana, ale może być przydatna do szacowania zasięgów rozprzestrzeniania bakterii wokół źródła zanieczyszczenia.

Tabela 4. Liczba bakterii mezofilnych w pobranych próbkach powietrza [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15	Wartość średnia
1	8500	890	94	3100	112	71	350	1874
2	22	40	4	2000	77	60	142	335
3	84	80	118	1480	102	95	227	312
4				2800		120		1460
5	34	10			55			33
6			500					500
7	152	34			41			76
8			890					890
9	24	28			50			34
10			620					620
11				250		90		170
12				200		52		126
13							88	88
14							92	92
15							112	112
16	7	5	77	7	70	20	12	28

Bakterie mezofilne to drobnoustroje rozwijające się w temperaturach umiarkowanych. Optymalna temperatura do ich wzrostu mieści się zazwyczaj w zakresie od 20°C do

45°C. Do bakterii mezofilnych należą organizmy saprofityczne i większość gatunków chorobotwórczych dla człowieka.

Pod względem liczby bakterii mezofilnych powietrze badane w rejonie przyległym do składowiska odpadów, z jednym wyjątkiem, można określić jako niezanieczyszczone, ponieważ liczba tych bakterii, w 28 próbkach na 49 przebadanych, była niższa niż 1000 jtk/m³ (norma PN-89/Z 04111/02). Jedynie w dniu 27.08.15 r. liczba bakterii mezofilnych na stanowisku 4 (ul. Konna, w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) powietrze było średnio zanieczyszczone, ponieważ liczba bakterii mezofilnych przekraczała wartość 1000 jtk/m³ ale nie była wyższa niż 3000 jtk/m³. Porównując liczbę bakterii mezofilnych w badanych próbkach powietrza, można wskazać stanowiska 1, 2, 3 (położone na terenie Zakładu Utylizacyjnego) jako, w niektórych przypadkach, średnio i silnie zanieczyszczone bakteriami mezofilnymi (w 1 m³ powietrza). Znajduje to odzwierciedlenie w także w średniej rocznej liczbie bakterii mezofilnych: powietrze było średnio zanieczyszczone na stanowiskach 1 i 4, w pozostałych przypadkach powietrze było niezanieczyszczone (Tabela 4).

Tabela 5. Liczba bakterii *Pseudomonas aeruginosa* [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1	2		2			6	
2							
3				6		6	
13						2	

W badanym powietrzu liczba bakterii *Pseudomonas aeruginosa* mieściła się w zakresie od 2 do 6 jtk/m³. Bakterie *Pseudomonas aeruginosa* występowały w 6 próbkach (na 49 pobranych). W 5 przypadkach bakterie te notowano w powietrzu pobranym na terenie Zakładu Utylizacyjnego (stanowiska 1, 3) i raz na stanowisku 13 (Tabela 5).

Bakterii *Pseudomonas fluorescens* w badanym powietrzu nie odnotowano.

Tabela 6. Liczba promieniowców [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1						4	
2							
3				4			

Promieniowce (*Actinomycetes*) należą do bakterii Gram-dodatnich, występują powszechnie w glebie, ale także w wodach słodkich i słonych, kompostach czy oborniku. Biorą udział w procesie rozkładu szczątków zwierzęcych i materiałów biologicznych, takich jak celuloza, chityna, lignina. Do grupy tej należą również patogeny, wywołujące choroby ludzi, zwierząt i roślin.

W pobranych próbkach powietrza obecności promieniowców zanotowano jedynie w 2 przypadkach: w dniu 27.08.15 r. w próbce pobranej na stanowisku 3 (4 jtk/m³) oraz

w dniu 29.10.15 r. na stanowisku 1 (4 jtk/m³). Pod względem liczby promieniowców badane powietrze oceniono jako niezanieczyszczone (Tabela 6).

Tabela 7. Liczba gronkowców mannitol(-)[jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1					70		
2							
3					20		

W pobranych próbkach powietrza nie zanotowano obecności gronkowców mannitol (+). Obecność gronkowców mannitol (-) zanotowano w 2/49 próbkach, ich liczba w jednym przypadku przekraczała wartość 70 jtk/m³ – co odpowiada silnemu poziomowi zanieczyszczenia powietrza tym bakteriami, w drugim przypadku było to 20 jtk/m³, co odpowiada średniemu poziomowi zanieczyszczenia powietrza. Gronkowce mannitol (-) notowano na stanowiskach położonych na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (stanowiska 1 i 3) (Tabela 7).

Tabela 8. Liczba bakterii *Escherichia coli* w pobranych próbkach powietrza [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1		2		2		24	2
4				6		6	
9					2		
11						4	
12						2	

W pobranych próbkach powietrza w 9/49 przypadkach zaobserwowano występowanie bakterii *E. coli*, ich liczba mieściła się w zakresie od 2 do 24 jtk/m³. Wartość maksymalną – 24 jtk/m³ bakterii *E. coli* zanotowano w dniu 29.10.15 r. na stanowisku 1. W 4 przypadkach na 9 bakterie *E. coli* występowały w próbkach powietrza pobranego na terenie Zakładu na stanowisku 1. Bakterie *E. coli* zanotowano także w próbkach powietrza zebranych na stanowiskach położonych na terenach przyległych do Zakładu. Jeden raz 30.09.15 r. na stanowisku 9 (ul. Św. Faustyny) – 2 jtk/m³, oraz w dniu 29.10.15 r. na stanowisku 11 (ul. Konna, w pobliżu ośrodka jazdy konnej „Tabun”) 4 jtk/m³ i na stanowisku 12 (ul. Lubowidzka) 2 jtk/m³ (Tabela 8). Stadnina koni „Tabun” może mieć wpływ na jakość powietrza w tym rejonie. W pozostałych próbkach powietrza nie zanotowano obecności bakterii *E. coli*.

Liczba bakterii *E. coli*, a także liczba bakterii *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* i *Enterobacter aerogenes/cloacae* (należących do rodziny *Enterobacteriaceae*), w powietrzu zewnętrznym nie jest normowana, tym niemniej bakterie te zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22.04.2005 zostały umieszczone w 2 grupie organizmów mogących mieć wpływ na zdrowie ludzi.

Tabela 9. Liczba bakterii *Citrobacter freundii* [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1		2	1			6	
3			17				
4				6		4	
11						2	
12						4	

Bakterie *Citrobacter freundii* należą do rodziny *Enterobacteriaceae*, występują w odchodach ludzi, mogą wywoływać u ludzi biegunki. Występowały w 8/49 próbkach pochodzących w czterech przypadkach z terenu Zakładu Utylizacyjnego (stanowisko 3 17 jtk/m³ w dniu 25.06.15 r. oraz dwa razy na stanowisku 4 (w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) i po jednym razie na stanowiskach 11 i 12 (Tabela 9).

Tabela 10. Liczba bakterii *Klebsiella pneumoniae* [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1		6	20	2			
3			23				
4				12			
11				2			
12						4	

Bakterie *Klebsiella pneumoniae* (rodzina *Enterobacteriaceae*) zanotowano w 7 próbkach powietrza, ich maksymalna liczba wynosiła 23 jtk/m³ (stanowisko 3) Występowały także na stanowisku 1 (trzy przypadki) oraz na stanowiskach: 4 (w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) w dniu 27.08.15 r. 12 jtk/m³, 11 () i 12 () przypadki (Tabela 10).

Tabela 11. Liczba bakterii *Enterobacter aerogenes/cloacae*

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15
1			12	2	2	10	
2			2				
3			15				
4				2		12	
10			2				
11						2	
12						10	
14							2
15							2

Bakterie *Enterobacter aerogenes/cloacae* występowały w badanym powietrzu częściej niż bakterie *Klebsiella pneumoniae* – zanotowano 12/49 takich przypadków, ale rozkład przestrzenny *Enterobacter aerogenes/cloacae* był podobny do rozkładu *Klebsiella pneumoniae*. Najczęściej występowały one w próbkach powietrza pobranych na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. oraz na stanowiskach 4, 10, 11, 12, 14, 15 (Tabela 11).

Tabela 12. Liczba grzybów pleśniowych i drożdżopodobnych [jtk/m³]

Nr punktu	29.05.15	25.06.15	23.07.15	27.08.15	30.09.15	29.10.15	16.11.15	29.05.15	Wartość średnia
1	12	239	2	133	1590	88	280	12	335
2	3	80	0	16	10	76	12	3	28
3	52	19	120	117	1020	18	104	52	207
4				410		12			211
5	10	49			58			10	39
6			14						14
7	10	7			16			10	11
8			0						0
9	4	22			42			4	23
10			70						70
11				93		2			48
12				126		20			73
13							28		28
14							4		4
15							32		32
16	0	0	2	22	14	52	2	0	13

Ogółem z pobranych próbek powietrza wyizolowano 5112 szczepów grzybów pleśniowych, które należały do 11 gatunków. Najczęściej izolowano grzyby gatunku *Mucor mucedo* – 2350/5112 oznaczeń (46 %) oraz *Penicillium notatum* – 1802/5112 oznaczeń (35 %). Najrzadziej w badanym powietrzu występował grzyb *Phialospora sp.* – wyizolowano go jedynie 2 razy (Tabela 12).

Tabela 13. Skład gatunkowy i liczba izolacji grzybów wyizolowanych z próbek powietrza

	Nazwa gatunkowa	Liczba oznaczeń
1	<i>Aspergillus fumigatus</i>	10
2	<i>Aspergillus niger</i>	434
3	<i>Aspergillus nidulans</i>	140
4	<i>Fusarium sp.</i>	155
5	<i>Mucor mucedo</i>	2350
6	<i>Penicillium ochraceum</i>	121
7	<i>Penicillium notatum</i>	1802
8	<i>Phialospora sp.</i>	2
9	<i>Rhizopus stolonifer</i>	50
10	<i>Rhizopus nigricans</i>	33
11	<i>Rhodotorula rubra</i> (drożdżaki)	15
		5112

Pod względem liczby grzybów pleśniowych i drożdżakopodobnych w 1 m³ badane powietrze można określić, zgodnie z normą PN-89/Z-04111/02, jako przeciętnie czyste ponieważ liczba ta w żadnym przypadku nie przekraczała wartości 5000 jtk/m³, a ponadto w 47/49 była także niższa niż 3000 jtk/m³. Na podstawie średniej liczby grzybów pleśniowych (Tabela 12) można wskazać stanowiska gdzie powietrze było bardziej zanieczyszczone – były to przede wszystkim stanowiska zlokalizowane na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. – 1 i 3 oraz stanowisko 4 (Tabela 13). Na stanowisku 4 (w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) położonym w rejonie bezpośrednio przyległym do Zakładu, średnia roczna liczba grzybów pleśniowych wynosiła 211 jtk/m³ i mogło to być wynikiem przemieszczania się zanieczyszczeń powstałych w wyniku działalności Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o.

W pobranych próbkach powietrza oznaczano 1 gatunek grzybów, który zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22.04.2005 został zaliczony do 2 grupy czynników biologicznych mogących zagrażać zdrowiu ludzi, był to: *Apergillus fumigatus*. Grzyby te, w liczbie 10 jtk/m³, występowały w próbce powietrza pobranej na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. na stanowisku 1 (plac dojrzewania kompostu) w dniu 27.08.2015 r. (Tabela 13).

Oznaczone w badanym powietrzu gatunki grzybów pleśniowych należą do typowej mikroflory glebowej, uczestniczą aktywnie w przemianach i krążeniu materii organicznej, dlatego też składowisko odpadów jest miejscem ich znacznego nagromadzenia. Należy w tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że badane powietrze, na wszystkich stanowiskach, pod względem liczby grzybów było przeciętnie czyste, a w związku z tym jego negatywne oddziaływanie na zdrowie ludzi było minimalne.

Ocena porównawcza jakości mikrobiologicznej powietrza w rejonie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. w latach 2013 – 2015

Położenie punktów pobierania próbek w roku 2013 i 2014

2013		2014 i 2015	
Nr punktu	Położenie punktu	Nr punktu	Położenie punktu
1	Teren Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o., okolice dojrzewalni kompostu	1	teren Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o., plac dojrzewania kompostu
1 a	Plac doczyszczania kompostu		
2	Teren Zakładu, rejon podczyszczalni odcieków	2	teren Zakładu, rejon podczyszczalni odcieków 701.1
2 a	za kwaterą składowiska	3	teren Zakładu, za kwaterą składowiska 800/1
3	ul. Konna na wysokości firmy TAPI	4	ul. Konna na wysokości firmy TAPI
4	Rejon przystanku przy firmie IVECO		
5	Okolice Fashion House, parking w kierunku Agata Meble	5	okolice Fashion House, parking w kierunku sklepu „Agata Meble”
6	ul. K. Guderskiego rejon ronda	6	ul. K. Guderskiego rejon ronda
7	Północny brzeg większego zbiornika	7	północny brzeg większego zbiornika
8	Ujście Potoku Kozackiego	8	zbiornik wodny, ujście Potoku Kozackiego
9	ul. Świętej Faustyny rejon przedszkola niepublicznego	9	ul. Św. Faustyny rejon przedszkola niepublicznego

2013		2014 i 2015	
Nr punktu	Położenie punktu	Nr punktu	Położenie punktu
		10	ul. K. Guderskiego osiedle „Dwa Potoki”
		11	ul. Konna okolice restauracji „Tabun”
		12	skrzyżowanie ul. Lubowidzkiej z ul. Polną
10	Brama wjazdowa do magazynów Żywca przy ul. Magnackiej	13	ul. Magnacka okolice firmy Żywiec
11	Osiedle Leszczynowe, ul. Leszczynowa		
		14	ul. Ordynacka 5 Bąkowo
		15	ul. Kasztelańska 11 Kowale
12	Tłó – 7 km od Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o. o. Gdańsk Wrzeszcz ogród	16	tłó – 7 km od Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o. o. Gdańsk Wrzeszcz ogród

Biorąc pod uwagę średnie roczne wartości liczby bakterii i grzybów w próbkach powietrza można stwierdzić, że jakość badanego powietrza w latach 2013 – 2015 uległa kilku zmianom. O ile w latach 2013 – 2014 pod względem średniej liczby bakterii mezofilnych badane powietrze oceniono jako niezanieczyszczone na wszystkich stanowiskach pomiarowych, o tyle w roku 2015 badane powietrze na stanowiskach 1 i 4 oceniono jako średnio zanieczyszczone na pozostałych 14 stanowiskach powietrze było niezanieczyszczone. Pod względem liczby grzybów pleśniowych i drożdżopodobnych badane powietrze w trzyleciu 2013 – 2015 oceniono jako przeciętnie czyste (Tabela 14 i 15).

Tabela 14. Porównanie średniej rocznej liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych w próbkach powietrza w latach 2013 – 2015

Bakterie psychrofilne [jtk/m ³]						Bakterie mezofilne [jtk/m ³]					
Nr punktu	2013	Nr punktu	2014	Nr punktu	2015	Nr punktu	2013	Nr punktu	2014	Nr punktu	2015
1	329	1	770	1	2892	1	181	1	514	1	1874
1a	336					1a	188				
2	131	2	432	2	453	2	200	2	300	2	335
2a	421	3	766	3	555	2a	296	3	546	3	312
3	137	4	556	4	1644	3	73	4	370	4	1460
4	162					4	73				
5	306	5	141	5	115	5	108	5	72	5	33
6	112	6	84	6	520	6	94	6	51	6	500
7	206	7	90	7	85	7	171	7	64	7	76
8	152	8	250	8	1100	8	133	8	210	8	890
9	109	9	21	9	171	9	61	9	13	9	34
		10	24	10	990			10	12	10	620
		11	238	11	264			11	120	11	170
		12	490	12	136			12	240	12	126
10	58	13	147	13	174	10	46	13	31	13	88
11	258					11	165				
		14	214	14	200			14	136	14	92
		15	227	15	190			15	25	15	112
12	17	16	53	16	99	12	12	16	30	16	28

Tabela 15. Porównanie średniej rocznej liczby grzybów pleśniowych i drożdżakopodobnych w próbkach powietrza w latach 2013 – 2015

Grzyby pleśniowe i drożdżakopodobne [jtk/m ³]					
Nr punktu	2013	Nr punktu	2014	Nr punktu	2015
1	121	1	540	1	335
1a	130				
2	35	2	241	2	28
2a	96	3	518	3	207
3	90	4	565	4	211
4	93				
5	92	5	87	5	39
6	48	6	134	6	14
7	33	7	1550	7	11
8	70	8	960	8	0
9	27	9	88	9	23
		10	18	10	70
		11	30	11	48
		12	45	12	73
10	34	13	365	13	28
11	87				
		14	309	14	4
		15	234	15	32
12	9	16	27	16	13

W odniesieniu do średniej rocznej liczby grzybów odnotowano poprawę jakości powietrza na stanowiska położonych na terenie Zakładu (Tabela 16). Zmniejszyła się liczba dodatnich oznaczeń gronkowców mannitolo(-) – 2 przypadki w 2015 (w w 2013 – 11, a w 2014 – 10 przypadków, jednak koncentracja tych bakterii była wyższa niż poprzednich lat i odpowiadała średniemu i silnemu zanieczyszczeniu powietrza (Wytyczne oceny powietrza). W przypadku bakterii *Citrobacter freundii* liczba próbek dodatnich zmniejszyła się z 19 w 2013 i 17 w 2014 do 8 w 2015 (Tabela 16).

Ponadto w 2015 podobnie jak w roku 2014 roku w badanym powietrzu nie występowały bakterie *Pseudomonas fluorescens* – w roku 2013 notowano pojedyncze przypadki ich występowania (Tabela 16).

Tabela 16. Porównanie liczby bakterii oznaczanych w próbkach powietrza w latach 2013, 2014 i 2015

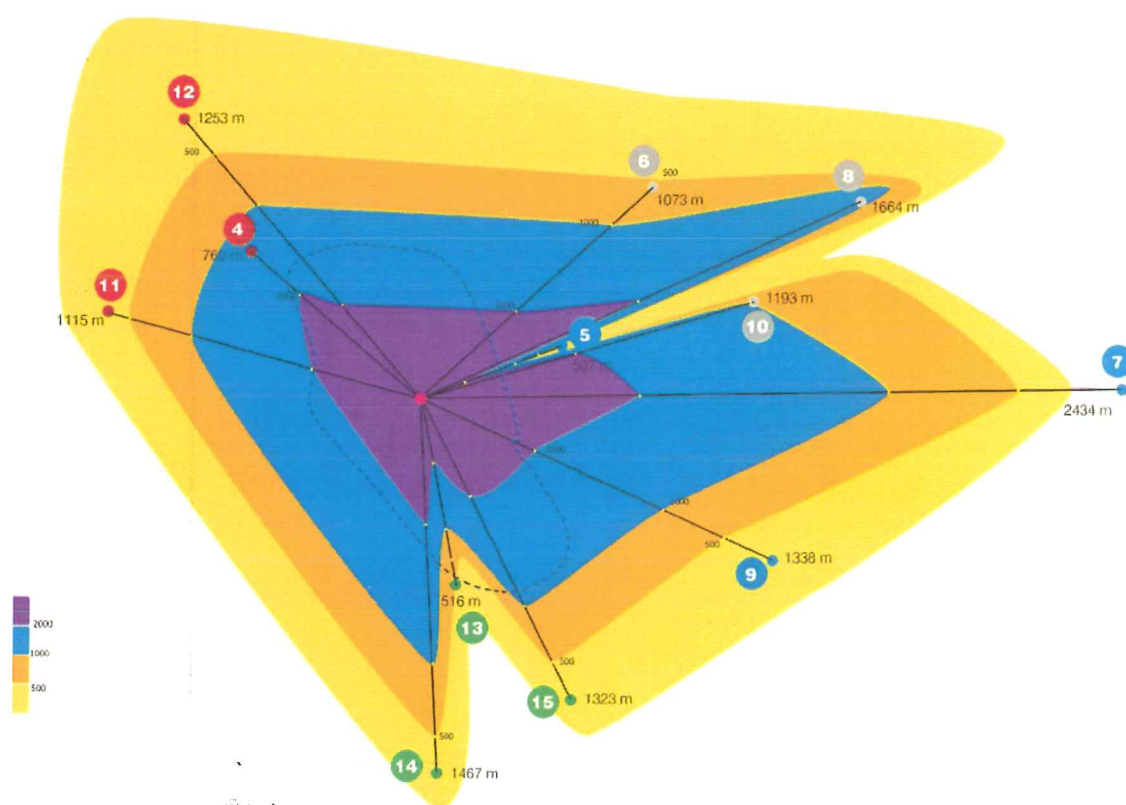
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	19/65	2 – 15	1, 1a, 2, 2a 3, 4, 5, 6, 8
2014	19/56	2 – 22	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15
2015	6/49	2 – 6	1, 2, 3, 13

	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	1/65	1	2 a
2014	Nie notowano		
2015	Nie notowano		
	<i>Promieniowce</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	1/65	2	1
2014	7/56	2	1, 2, 3, 4, 13
2015	2/49	4	1, 3
	<i>Escherichia coli</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania
2013	11/65	2 – 30	1, 1a, 2, 2a, 3, 4, 7
2014	7/56	2 – 6	1, 2, 3, 4, 5
2015	9/49	2 – 24	1, 4, 9, 11, 12
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	5/65	2 – 10	1, 1a, 2, 2a, 3, 4
2014	5/56	2 – 8	1, 3, 4, 5
2015	7/49	2 – 23	1, 3, 4, 11, 12
	<i>Enterobacter aerogenes/cloacae</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	10/65	1 – 8	1, 1a, 2, 2a, 3, 4, 5
2014	11/56	1 – 19	1, 3, 4, 5, 6, 7
2015	13/49	2 – 15	1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 14, 15
	<i>Citrobacter freundii</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	19/65	1 – 35	1, 1a, 2, 2a, 3, 4, 5, 7, 8
2014	17/56	2 – 33	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14
2015	8/49	1 - 17	1, 3, 4, 11, 12
	<i>Gronkowce mannitol(+)</i>		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	Nie notowano		
2014	Nie notowano		
2015	Nie notowano		

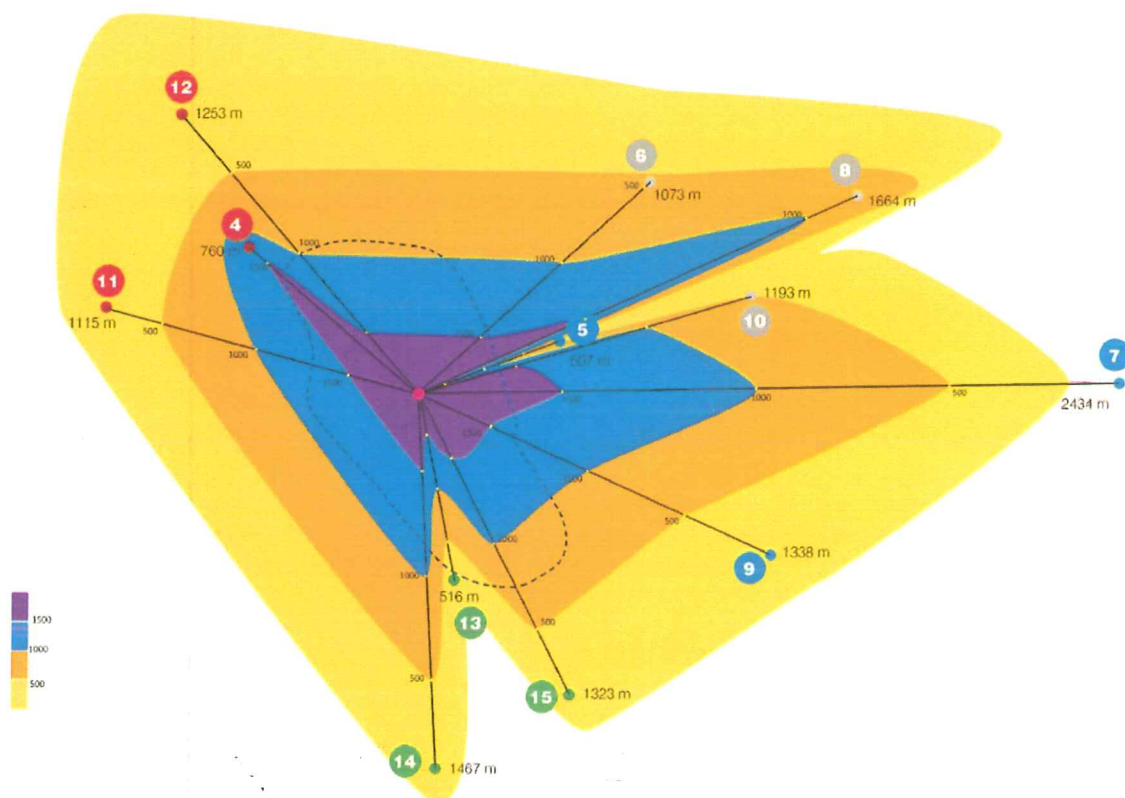
Tabela 16 cd. Porównanie liczby bakterii oznaczanych w próbkach powietrza w latach 2013, 2014 i 2015

	Gronkowce mannitol(-)		
	Liczba próbek dodatnich	Zakres występowania [jtk/m ³]	Miejsce występowania – numery stanowisk
2013	11/65	2 – 22	1, 1a, 2, 2a, 5, 6
2014	10/56	4 – 32	1, 2, 3, 5, 6, 12
2015	2/49	20 – 70	1, 3

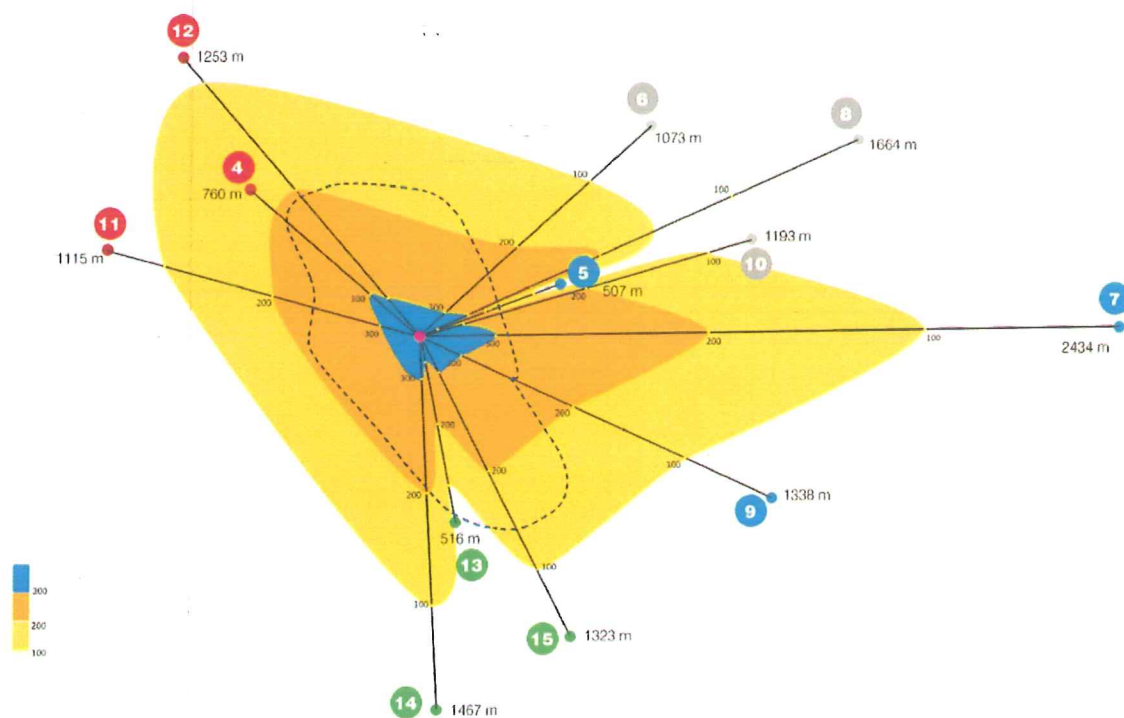
Rozprzestrzenienie bakterii psychrofilnych, mezofilnych i grzybów w rejonie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o.



Rysunek 2. Rozprzestrzenienie bakterii psychrofilnych (średnia roczna liczba bakterii jtk/m³) w rejonie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (przerywaną linią zaznaczono teren Zakładu Utylizacyjnego)



Rysunek 3. Rozprzestrzenienie bakterii mezofilnych (średnia roczna liczba bakterii jtk/m³) w rejonie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (przerywaną linią zaznaczono teren Zakładu)



Rysunek 4. Rozprzestrzenienie grzybów (średnia roczna liczba grzybów jtk/m³) w rejonie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (przerywaną linią zaznaczono teren Zakładu)

Spostrzeżenia

Na podstawie wyników badań mikrobiologicznych powietrza atmosferycznego stwierdzono że:

- Pod względem średniej rocznej liczby bakterii mezofilnych badane powietrze było średnio zanieczyszczone na stanowiskach 1 i 4, na pozostałych stanowiskach było niezanieczyszczone.
- Pod względem liczby bakterii mezofilnych w 1 m^3 , w pojedynczych przypadkach na stanowisku 1 w dniach 29.05.15 i 27.08.15 powietrze było silnie zanieczyszczone, ponadto w dniu 27.08.15 na stanowiskach 2, 3 i 4 powietrze było średnio zanieczyszczone.
- Pod względem liczby promieniowców w 1 m^3 badane powietrze, na wszystkich stanowiskach, było niezanieczyszczone.
- Pod względem liczby grzybów pleśniowych i drożdżopodobnych badane powietrze na wszystkich stanowiskach było przeciętnie czyste. Liczba tych drobnoustrojów nie przekraczała przyjętej w normie (PN-89/Z-04111/03) wartości 5000 jtk/m^3 , a ponadto była jednocześnie niższa niż 3000 jtk/m^3 .
- Największą liczbę gatunków drobnoustrojów potencjalnie szkodliwych dla zdrowia: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobakter aerogenes*, *Aspergillus fumigatus* (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r.) zidentyfikowano w próbkach powietrza pobranych na stanowiskach zlokalizowanych na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (stanowiska: 1, 2, 3), ponadto, na stanowisku 4 (w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI), 11, 12, 14, 15.
- W badanych próbkach powietrza nie występowały gronkowce mannitolo (+). Gronkowce mannitolo (-) występowały w próbkach pobranych w dniu 30.09.2015 na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (stanowiska 1 i 3). Liczba tych bakterii powietrza na stanowisku 3 przekraczała wartości 50 jtk/m^3 , co odpowiada silnemu zanieczyszczeniu.
- Nie zaobserwowano korelacji pomiędzy kierunkiem i siłą wiatrów a podwyższoną liczbą drobnoustrojów na stanowiskach położonych w odległości powyżej 1 km od terenu Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o.
- Na stanowiskach położonych w odległości mniejszej niż 1 km od Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. przy dużej emisji drobnoustrojów na stanowiskach 1, 2 i 3 oraz przy odpowiednich warunkach atmosferycznych (kierunek i siła wiatru) można obserwować niekorzystny wpływ działalności Zakładu na jakość powietrza. Widać to było szczególnie wyraźnie w dniu 27.08.15 r. Zanotowano wówczas wysokie koncentracje bakterii mezofilnych na stanowiskach 1, 2 i 3 (4250 , 2120 i 1700 jtk/m^3), przy południowym wietrze liczba bakterii mezofilnych na stanowisku 4 wynosiła 2800 jtk/m^3 .
- Podczas prowadzenia badań zaobserwowano dużą zmienność liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych oraz grzybów w próbkach powietrza. Liczba bakterii psychrofilnych mieściła się w zakresie od 4 jtk/m^3 do $10\,000\text{ jtk/m}^3$, liczba

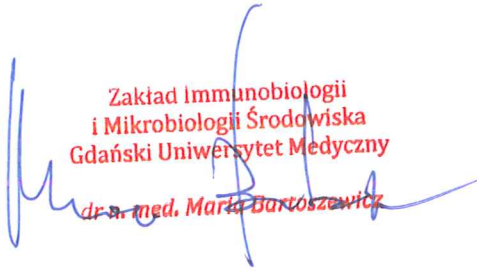
bakterii mezofilnych w zakresie od 4 jtk/m³ do 8500 jtk/m³, a liczba grzybów – od 0 do 1590 jtk/m³. Zdecydowanie najliczniej bakterie i grzyby występują na stanowiskach 1 i 3 (kompostownia i kwatera odpadów. Maksima występowania bakterii i grzybów raczej nie występują w tym samym czasie: na terenie Zakładu Utylizacyjnego wysokie liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych obserwowano w dniu 27.08.15, a maksimum występowania grzybów obserwowano w dniu 30.09.15 r. Można to tłumaczyć odmiennymi warunkami atmosferycznymi w dniach prowadzenia badań. W sierpniu powietrze było suche i ciepłe (wilgotność 41 %, temperatura 24°C), co nie sprzyjało rozwojowi grzybów, ale nie ograniczało przetrwania bakterii. We wrześniu wilgotność powietrza była znacznie wyższa (94 %) co tworzyło bardzo dobre warunki do rozwoju grzybów. W związku z tym, że w dniach poprzedzających badania występowały opady deszczu liczba bakterii w powietrzu była dość niska – maksymalnie 512 jtk/m³ na stanowisku 1.

- Autorzy pracy uważają za wskazane kontynuowanie monitoringu jakości powietrza na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o., a przede wszystkim w rejonie oddziaływania składowiska odpadów (pobliskie dzielnice mieszkaniowe).

Wnioski

1. Na podstawie średnich rocznych wartości wskaźników mikrobiologicznej czystości powietrza badane powietrze można ocenić (z wyjątkiem stanowisk 1 i 4, gdzie powietrze było średnio zanieczyszczone) można ocenić jako niezanieczyszczone pod względem liczby bakterii mezofilnych i promieniowców oraz jako przeciętnie czyste pod względem liczby grzybów pleśniowych, co biorąc po uwagę charakter działalności prowadzonej Zakład Utylizacyjny Sp. z o.o. należy uznać za bardzo pozytywne.
2. Potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi związane z obecnością w badanym powietrzu drobnoustrojów (w tym drobnoustrojów potencjalnie szkodliwych dla zdrowia) występuje przede wszystkim na terenie Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. Zagrożenie to jest zminimalizowane, przez Zakład Utylizacyjny Sp. z o. o. poprzez zapewnienie wszystkim pracownikom właściwych pomieszczeń, urządzeń higieniczno-sanitarnych, a także odpowiednich środków ochrony zbiorowej i indywidualnej.
3. Obecność drobnoustrojów szkodliwych dla zdrowia na stanowiskach położonych na terenach bezpośrednio przyległych do Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. (stanowisko 4 w pobliżu ogrodzenia firmy TAPI) może być wynikiem oddziaływania bioaerozolu powstającego w związku z działalnością Zakładu. Koncentracje tych drobnoustrojów były jednak niskie, tak, że prawdopodobieństwo wywołania procesu chorobowego było również niewielkie.

4. Na podstawie wyników badań mikrobiologicznych można stwierdzić, że drobnoustroje, które występowały w badanym powietrzu nie stanowiły istotnego zagrożenia dla zdrowia mieszkańców osiedli w pobliżu Zakładu oraz dla pracowników Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. pod warunkiem używania indywidualnych środków ochrony.


Zakład Immunobiologii
i Mikrobiologii Środowiska
Gdański Uniwersytet Medyczny
dr n. med. Maria Bartoszewicz


Zakład Immunobiologii
i Mikrobiologii Środowiska
Gdański Uniwersytet Medyczny
dr n. med. Małgorzata Michalska