



REKONESANS ŹRÓDEŁ EMISJI ZAPACHOWEJ Z OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W RUDZIE BUGAJ KOŁO ALEKSANDROWA ŁÓDZKIEGO

Praca wykonana w ramach umowy numer 18/WO/2016 z dnia 07.09.2016 roku
z aneksem nr 1 z dnia 08.11.2016 roku

ZLECENIODAWCA: „PGKiM” Sp. z o.o., ul. 1 Maja 28/30, 95-070 Aleksandrów Łódzki
NIP: 724 000 40 82, REGON: 471694644

WYKONAWCA: Zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza

Kierownik zespołu pomiarowego: Małgorzata Friedrich

Zespół olfaktometryczny:

Antoniewicz Aleksandra
Kaczmarek Agnieszka
Lipińska Emilia
Łada Agnieszka
Mozelewska Karolina
Skoczek Amelia
Walukiewicz Marcin
Wiśniewska Magdalena

Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
I PROCESÓW OCHRONY ŚRODOWISKA
71-065 Szczecin, al. Piastów 42
tel.: 091 449 44 72, tel./fax: 091 449 46 42

Opracowanie: dr inż. Małgorzata Friedrich

Konsultacja: prof. dr hab. inż. Joanna Kośmider

KIEROWNIK ZAKŁADU
Ekologicznych Podstaw Inżynierii
Środowiska
Ambrożek
dr hab. inż. Bogdan Ambrożek

KIEROWNIK
Pracowni Zapachowej
Jakości Powietrza
M. Friedrich
dr inż. Małgorzata Friedrich

DYREKTOR
Instytutu Inżynierii Chemicznej
i Procesów Ochrony Środowiska
Pianko-Oprych
dr hab. inż. Paulina Pianko-Oprych

Szczecin, 20.02.2017 r.



INFORMACJA O WYKONAWCY

Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza jest jednostką naukowo-dydaktyczną od ponad 30 lat zajmującą się problemem uciążliwości zapachowej. Jej dotychczasowy dorobek to: ponad 100 prac dyplomowych, habilitacja i tytuł profesora (prof. dr hab. inż. Joanny Kośmider), 4 doktoraty (m.in. dr inż. Małgorzaty Friedrich, dysertacja nt. „Zapachowa uciążliwość – prognozowanie i weryfikacja”), liczne publikacje naukowe, ekspertyzy wykonywane na zamówienie instytucji państwowych, lokalnej społeczności lub przedsiębiorców.

Od początku lat 1980-tych prace badawcze zespołu Pracowni dotyczą przede wszystkim technik kontrolno-pomiarowych, potrzebnych dla wprowadzenia standardów zapachowej jakości powietrza w Polsce – metod pomiarów emisji i imisji odorantów oraz prognozowania zapachowej uciążliwości. Część badań wykonywano w porozumieniu z Ministerstwem Środowiska, Inspekcją Ochrony Środowiska i Polskim Komitetem Normalizacyjnym. Prowadzono również szereg badań, których celem było znalezienie korelacji pomiędzy wynikami analiz chemicznych i olfaktometrycznych (wyniki tych badań potwierdziły, że zastosowanie tradycyjnych metod analitycznych przy rozwiązywaniu problemu uciążliwości zapachowej jest niewystarczające, i są niezbędne sensoryczne metody pomiaru). Obecnie prowadzone badania zmierzają do utworzenia ogólnodostępnej bazy wskaźników emisji zapachowej z obiektów najbardziej uciążliwych, która umożliwiłaby prognozowanie uciążliwości zapachowej metodą modelowania dyspersji, oraz do terenowej weryfikacji wyników prognozowania.

Zespół Pracowni ma duże doświadczenie w wykonywaniu badań olfaktometrycznych w warunkach rzeczywistych. Dotychczas obiektami badań były m.in.: fermy kur, norek, trzody chlewnej; zakłady mięsne; wytwórnie mączki rybnej, nawozów fosforowych, podłoża do pieczarek, karmy dla zwierząt, produktów na bazie ziemniaka; obiekty gospodarki komunalnej: oczyszczalnie i przepompownie ścieków, zakłady utylizacyjne, składowiska odpadów.

Wrażliwość węchowa członków zespołu oceniającego zapach jest regularnie kontrolowana na tle normy europejskiej PN-EN 13725 „Jakość powietrza – oznaczenie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej”. Od 2011 roku zespół Pracowni regularnie uczestniczy w międzynarodowych badaniach biegłości laboratoriów olfaktometrycznych *Interlaboratory Comparison of Olfactometry*.



SPIS TREŚCI

	STRONA
1. CEL I ZAKRES PRACY	4
2. CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU BADAŃ	5
2.1. Lokalizacja oczyszczalni	5
2.2. Podstawowe obiekty	6
2.3. Konflikt społeczny	10
3. METODYKA	10
3.1. Zespół oceniający zapach	11
3.2. Pobieranie próbek do analizy olfaktometrycznej	13
3.3. Oznaczenie stężenia zapachowego	16
3.4. Ocena skuteczności dezodoryzacji	17
4. SKUTECZNOŚĆ INSTALACJI DEZODORYZUJĄCEJ NR 2	18
4.1. Skuteczność całkowita	20
4.2. Skuteczność poszczególnych etapów oczyszczania	24
4.3. Obciążenie instalacji	29
5. SKUTECZNOŚĆ INSTALACJI DEZODORYZUJĄCEJ NR 1	33
6. EMISJA ZAPACHOWA Z BUDYNKU KRAT	37
7. EMISJA Z BUDYNKU STACJI ZAGĘSZCZANIA I ODWADNIANIA OSADU	39
8. POMIARY OLFAKTOMETRYCZNE NA TERENIE OCZYSZCZALNI	41
9. POMIARY TERENOWE	45
10. MODELOWANIE DYSPERSJI ZANIECZYSZCZEŃ	46
10.1. Budynek krat	48
10.2. Budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu	50
10.3. Instalacja dezodoryzująca nr 1	54
10.4. Instalacja dezodoryzująca nr 2	57
10.5. Oddziaływanie skumulowane	69
10.6. Emisja maksymalna	73
11. PODSUMOWANIE	76
11.1. Budynek krat	76
11.2. Budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu	76
11.3. Instalacja dezodoryzująca nr 1	77
11.4. Instalacja dezodoryzująca nr 2	78
11.5. Źródła emisji niezorganizowanej	80
12. WNIOSKI	81



1. CEL I ZAKRES PRAC

Zasadniczym celem pracy było wytypowanie źródeł emisji zapachowej z Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj, istotnie wpływających na zapachowe oddziaływanie Oczyszczalni na otoczenie oraz przygotowanie podstawy do opracowania strategii przeciwdziałania uciążliwości zapachowej.

Zakres prac obejmował:

- a) ocenę skuteczności instalacji dezodoryzującej nr 2 (*patrz: rozdział 4*), oczyszczającej powietrze ze zbiornika wielofunkcyjnego i budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu oraz reaktora ATSO, w tym weryfikację zmiany skuteczności w czasie (*patrz: rozdział 4.1*) oraz poglądową ocenę skuteczności poszczególnych etapów oczyszczania (*patrz: rozdział 4.2*)
- b) oznaczenie stężenia zapachowego w strumieniach zanieczyszczonego powietrza wentylacyjnego, kierowanego do instalacji dezodoryzującej nr 2, tj. w strumieniu z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu oraz zbiornika wielofunkcyjnego, a także w strumieniu pochodzącym z reaktora ATSO (*patrz: rozdział 4.3*)
- c) oznaczenie stężenia zapachowego w strumieniu kierowanym do instalacji dezodoryzującej nr 1, oczyszczającej powietrze z hali krat i sitopiaskownika oraz ocenę skuteczności tej instalacji (*patrz: rozdział 5*)
- d) oznaczenie stężenia zapachowego w powietrzu odprowadzanym do atmosfery z budynku krat (*patrz: rozdział 6*) oraz z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (*patrz: rozdział 7*)
- e) porównanie zapachowego oddziaływania trzech obiektów technologicznych: placu składowego osadu odwodnionego, stacji zlewczej ścieków dowożonych oraz bloku komór biologicznych, oparte na poglądowych pomiarach olfaktometrycznych przy źródłach i zmierzające do oceny zasadności określenia emisji zapachowej z tych źródeł (*patrz: rozdział 8*)
- f) rozpoznawcze pomiary terenowe w smudze zanieczyszczeń, zmierzające do określenia dominującego źródła emisji zapachowej, odpowiedzialnego za uciążliwość Oczyszczalni (*patrz: rozdział 9*)
- g) modelowanie dyspersji odorów (*patrz: rozdział 10*), w tym: oszacowanie zasięgu zapachowego oddziaływania budynku krat (*patrz: rozdział 10.1*), budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (*patrz: rozdział 10.2*), instalacji dezodoryzujących (*patrz: rozdziały 10.3 i 10.4*) oraz ich skumulowanego oddziaływania (*patrz: rozdział 10.5*), a także określenie wartości, do której należałoby ograniczyć emisję zapachową z całego obiektu tak, aby jego zapachowe oddziaływanie nie stanowiło nadmiernej uciążliwości dla lokalnej ludności (*patrz: rozdział 10.6*).

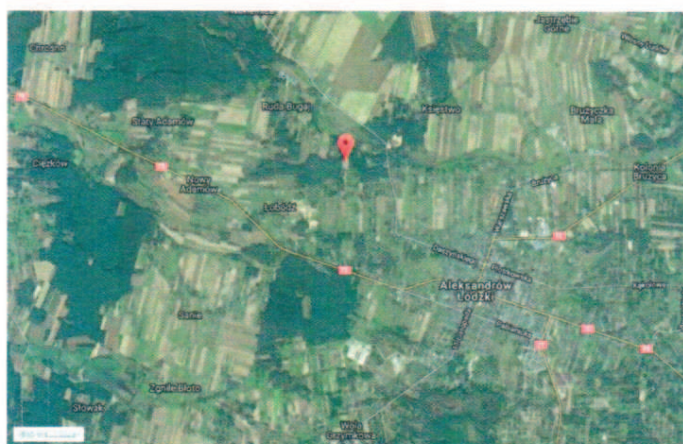
Zakres pracy został zrealizowany w oparciu o wyniki sesji pomiarowej przeprowadzonej przez zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza w Rudzie Bugaj na terenie Oczyszczalni i w jej otoczeniu w terminie od 19 do 29 września br. Metodę badań opisano w rozdziale 3.

2. CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU BADAŃ

Przedmiot badań stanowi mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków o przepustowości 9 000 m³/dobę z gospodarką osadową obejmującą stabilizację i higienizację w instalacji ATSO oraz odwadnianie i magazynowanie osadu. W oczyszczalni są oczyszczane ścieki socjalno-bytowe i przemysłowe zarówno dopływające systemem kanalizacyjnym, jak i dowożone taborem asenizacyjnym.

2.1. LOKALIZACJA OCZYSZCZALNI

Obiekt badań jest zlokalizowany w miejscowości Ruda Bugaj (rys. 1), około 4 km w kierunku północno-zachodnim od centrum Aleksandrowa Łódzkiego (a około 1,2 km od północno-zachodnich obrzeży miasta). W bezpośrednim otoczeniu obiektu znajdują się tereny zalesione i pola (rys. 2). Najbliższe obszary zamieszkałe są oddalone od Oczyszczalni około 150 – 200 m na północny zachód oraz południowy wschód (na rysunku 2 obszary oznaczone kolorem żółtym).



Rysunek 1. Lokalizacja Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj
[źródło mapy: www.google.pl/maps/ odczyt z dnia 15.10.16 r.]



Rysunek 2. Bezpośrednie otoczenie Oczyszczalni
[źródło mapy: www.google.pl/maps/ odczyt z dnia 15.10.16 r.]

2.2. PODSTAWOWE OBIEKTY

Na terenie Oczyszczalni znajduje się 15 podstawowych obiektów, których rozmieszczenie pokazano na rysunku 3:

- (1) budynek socjalno-administracyjny
- (2) stacja zlewczą, w tym: zbiornik ścieków dowożonych, sito kanałowe, piaskownik pionowy ścieków dowożonych i separator piasku (rys. 4)
- (3) budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu (rys. 5)
- (4) zbiornik wielofunkcyjny, w tym: zbiornik osadu do zagęszczania, zbiornik osadu zagęszczonego, zbiornik osadu po ATSO i zbiornik magazynowy osadu po ATSO (rys. 5)
- (5) instalacja Autotermicznej Termofilowej Stabilizacji Osadów (ATSO) (rys. 6)
- (6) stacja dezodoryzacji powietrza nr 2 (rys. 7), oczyszczająca powietrze z obiektów 3 ÷ 5
- (7) budynek krat (rys. 8)
- (8) budynek sitopiaskownika (rys. 9)
- (9) stacja dezodoryzacji powietrza nr 1 (rys. 10), oczyszczająca powietrze z obiektów 7 i 8
- (10) piaskownik wirowy, komora rozprężna, separator piasku i komora rozdzielcza (rys. 11)
- (11) selektor i komora rozdziału (rys. 12)
- (12) blok komór biologicznych, w tym 3 komory defosfatacji, 3 komory denitryfikacji I stopnia, 3 komory nityfikacji I stopnia, 3 komory denitryfikacji II stopnia oraz 3 komory nityfikacji II stopnia (rys. 13)
- (13) budynek energetyczny i budynek dmuchaw
- (14) osadniki wtórne (rys. 14)
- (15) składowisko osadu otwarte (rys. 15)



Rysunek 3. Zagospodarowanie terenu Oczyszczalni

[zdjęcie: PGKiM - <https://pgkimal.pl/wydzial-oczyszczalni-sciekow-galeria/> odczyt z dnia 15.10.16 r.]



Rysunek 4. Punkt zlewny ścieków dowożonych
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 5. Zbiornik wielofunkcyjny i budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 6. Instalacja ATSO
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 7. Stacja dezodoryzacji powietrza nr 2
[zdjęcie: Aquanet S.A. „Wewnętrzny audyt odorowy na terenie Oczyszczalni Ścieków w Rudzie Bugaj” z dn. 30.06.2016]



Rysunek 8. Budynek krat
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 9. Budynek sitopiaskownika
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 10. Stacja dezodoryzacji
powietrza nr 1 [zdjęcie: PGKiM]



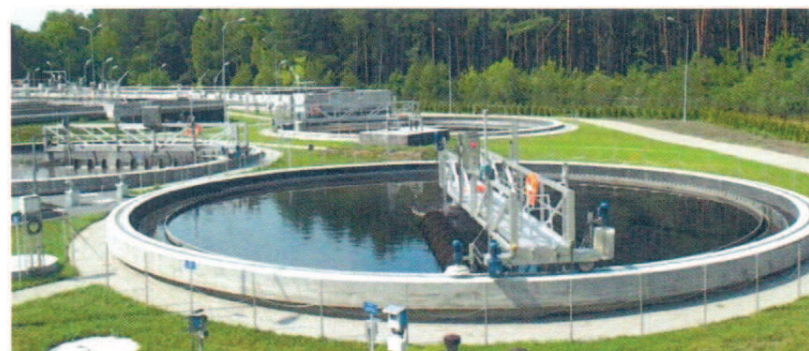
Rysunek 11. Zespół obiektów mechanicznego oczyszczania ścieków
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 12. Selektor i komora rozdziału
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 13. Blok komór biologicznych
[zdjęcie: PZJP]



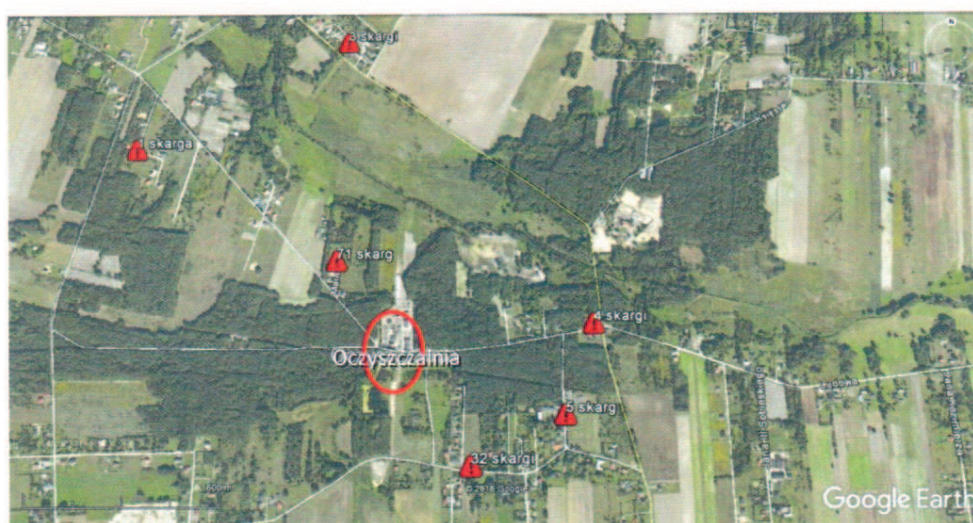
Rysunek 14. Osadniki wtórne
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 15. Składowisko osadu
[zdjęcie: PZJP]

2.3. KONFLIKT SPOŁECZNY

Funkcjonowanie Oczyszczalni jest źródłem konfliktu społecznego. Na rysunku 16 pokazano miejsca, z których spłynęły do zarządzających Oczyszczalnią skargi na jej uciążliwość zapachową. Najwięcej skarg napłynęło z obszarów zamieszkałych zlokalizowanych najbliżej Oczyszczalni, tj. 71 skarg z ul. Małej (obszar oddalony od Oczyszczalni na północny zachód o ok. 150 ÷ 200 m) oraz 32 skargi z okolic ul. Podleśnej (obszar oddalony od Oczyszczalni na południowy wschód o ok. 200 ÷ 500 m). Uciążliwość Oczyszczalni sygnalizowali również mieszkańcy Nakielnicy (obszar położony około 800 ÷ 1000 m na północ od Oczyszczalni – 3 skargi) oraz miejscowości Łobódź (obszar położony około 1000 m na północny zachód od Oczyszczalni – 1 skarga).



Rysunek 16. Skargi na zapachową uciążliwość Oczyszczalni
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 15.10.16 r.]

3. METODYKA

Zespół olfaktometryczny Pracowni realizujący badania łącznie liczył 9 osób, w tym 6 osób oceniających zapach. Każdy z członków zespołu posiadał duże doświadczenie w pomiarach olfaktometrycznych. Charakterystykę zespołu oceniającego zapach przedstawiono w rozdziale 3.1.

Podstawę oceny skuteczności dezodoryzacji oraz oszacowania emisji zapachowej stanowiły wyniki oznaczeń stężenia zapachowego w próbkach pobranych u źródła. Sposób pobierania próbek do analizy olfaktometrycznej opisano w rozdziale 3.2, a procedurę oznaczania stężenia zapachowego i oszacowania skuteczności dezodoryzacji – w rozdziałach 3.3 i 3.4.

Szczegółowy przebieg badań wraz z uzyskanymi wynikami przedstawiono i omówiono w rozdziałach od 4 do 7 – oddzielnie dla każdego poddanego ocenie źródła.

Metodę i wyniki olfaktometrycznych pomiarów terenowych na terenie Oczyszczalni przedstawiono w rozdziale 8 oraz w jej otoczeniu – w rozdziale 9.

Metodykę i wyniki symulacji komputerowych rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze, przeprowadzonych w wykorzystaniem zmierzonych wartości emisji zapachowej, przedstawiono w rozdziale 10.

3.1. ZESPÓŁ OCENIAJĄCY ZAPACH

Zespół oceniających zapach został dobrany zgodnie z PN-EN 13725, na podstawie wrażliwości węchowej na odorant odniesienia – n-butanol. Podczas sesji pomiarowej w Rudzie Bugaj wykonano dwanaście kontrolnych pomiarów wrażliwości sensorycznej zespołu. Kontrolne pomiary przeprowadzono z użyciem certyfikowanego gazu wzorcowego w Mobilnym Laboratorium Pracowni, zainstalowanym przy hotelu Jan Sander w miejscowości Rąbień, tj. ok. 7 km od obiektu badań (rys. 17).



Rysunek 17. Mobilne Laboratorium Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza
[zdjęcie: PZJP]

Charakterystykę członków zespołu na tle PN-EN 13725 przedstawiono w tabeli 1, w tym podano:

- wartości parametrów selekcji ($\overline{ITE}_{n-butanol}$ i S_{ITE}) na dzień rozpoczęcia sesji pomiarowej oraz na dzień jej zakończenia, obliczone na podstawie najświeższych n kontrolnych ocen progu wyczuwalności n-butanolu⁽¹⁾
- daty ostatnich kontroli uwzględnionych w obliczeniach
- informacje o liczbie kontroli (N) w historii pomiarów każdego oceniającego.

Dodatkowo, na rysunku 18 przedstawiono rozkład wszystkich zgromadzonych w historii poszczególnych członków zespołu kontrolnych ocen indywidualnego progu wyczuwalności n-butanolu.

⁽¹⁾ Kilka z przedstawionych w tabeli 1 średnich wartości $\overline{ITE}_{n-butanol}$ wykracza poza przedział określony dla populacji standardowej. Zgodnie z PN-EN 13725:2007 indywidualny próg wyczuwalności n-butanolu, oszacowany na podstawie $10 \div 20$ najświeższych ocen ($ITE_{n-butanol}$), powinien mieścić się w granicach od 20 ppb do 80 ppb, a wartość antylogarytmu z odchylenia standardowego z uwzględnionych w obliczeniach zlogarytmowanych wartości $ITE_{n-butanol}$ (wartość S_{ITE}) nie powinna przekraczać 2,3. Podstawę decyzji włączenia do zespołu osób formalnie – na dzień pomiarów – niespełniających wymagań normy stanowiły wyniki pomiarów rozpoznawczych, w których potwierdzono, że wrażliwość węchowa tych oceniających nie odbiegała od pozostałych członków zespołu, formalnie spełniających wymagania PN-EN 13725.



Tabela 1. Charakterystyka zespołu oceniającego zapach na tle PN-EN 13725 – sesja pomiarowa 19 ÷ 29.09.16 r.

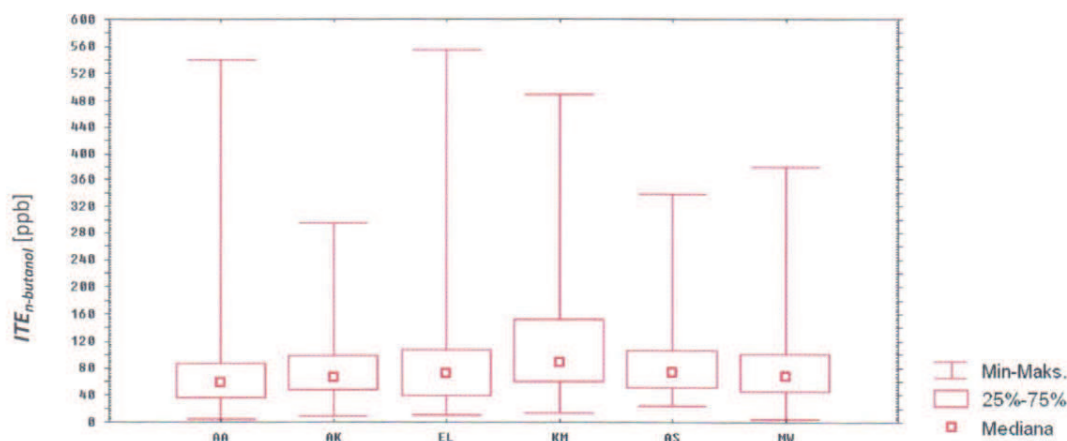
OCENIAJĄCY	<i>n</i> [szt.]	$\overline{ITE}_{n-butanol}$ [ppb]	S_{ITE} [-]	DATA OSTATNIEGO POMIARU	<i>N</i> [szt.]
Antoniewicz Aleksandra	10 —	52,2 —	1,48 —	09.09.2016 —	484 —
Kaczmarek Agnieszka	10 10	94,7 69,9	1,47 1,51	09.09.2016 26.09.2016	378 388
Lipińska Emilia	10 10	89,1 83,9	1,65 1,34	25.08.2016 26.09.2016	186 198
Mozelewska Karolina	10 10	61,0 74,3	2,10 1,80	09.09.2016 26.09.2016	429 442
Skoczek Amelia	10 10	58,0 69,9	1,75 1,34	09.09.2016 26.09.2016	204 209
Wiśniewska Magdalena	10 10	94,7 78,9	1,47 1,38	09.09.2016 26.09.2016	476 485

n – liczba wartości uwzględniona w obliczeniach

$\overline{ITE}_{n-butanol}$ – indywidualny próg wyczuwalności n-butanolu (średnia z „*n*” najświeższych ocen $ITE_{n-butanol}$)

S_{ITE} – antylogarytm z odchylenia standardowego z „*n*” zlogarytmowanych wartości $ITE_{n-butanol}$

N – liczba pomiarów kontrolnych indywidualnego progu wyczuwalności n-butanolu w historii oceniającego



Rysunek 18. Wyniki kontrolnych pomiarów indywidualnego progu wyczuwalności w historii oceniających

AA – Aleksandra Antoniewicz (484 oceny), AK – Agnieszka Kaczmarek (388 ocen), EL – Emilia Lipińska (198 ocen), KM – Karolina Mozelewska (442 oceny), AS – Amelia Skoczek (209 ocen), MW – Magdalena Wiśniewska (485 ocen)

3.2. POBIERANIE PRÓBEK DO ANALIZY OLFAKTOMETRYCZNEJ

W celu oznaczenia stężenia zapachowego, próbki wonnego powietrza (około 12 dm³ gazu) pobierano do specjalnych worków, przygotowanych z folii Nalophan i teflonowej rurki z zatyczką (rys. 19). Bezwzględnie po pobraniu próbki przewożono w sztywnym pojemniku do Mobilnego Laboratorium Pracowni (rys. 17), gdzie oznaczano w nich stężenie zapachowe.

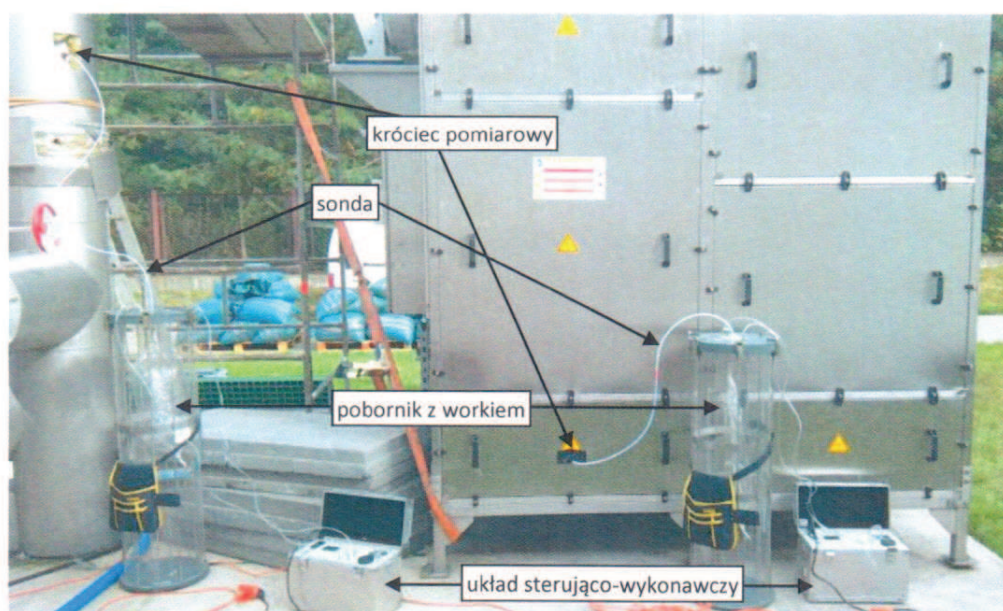


Rysunek 19. Próbkę zanieczyszczonego powietrza pobrane w celu oznaczenia stężenia zapachowego [zdjęcia: PZJP]

Próbki pobierano metodą „płuca” bez wstępnego rozcieńczania, z prędkością 50 l/h lub 100 l/h. Stosowano dwa identyczne układy poboru próbek UPP-2 LAT (rys. 20), złożone z:

- układu wykonawczo-sterującego
- pobornika, w którym umieszczano worek
- sondy, której jeden koniec był połączony z workiem, a drugi umieszczony w punkcie pobierania próbki.

Dla każdego punktu pomiarowego używano naprzemiennie dwie sondy. Sondę, po każdym użyciu (a przed ponownym zastosowaniem) przepłukiwano czystym powietrzem w Mobilnym Laboratorium.



Rysunek 20. Układy poboru próbki UPP-2 [zdjęcie: PZJP]

W większości przypadków próbki pobierano równocześnie w dwóch punktach pomiarowych. W zależności od celu badań, z każdego punktu pobierano 3 lub 9 próbek o różnych porach dnia. Czas pobierania jednej próbki wynosił 10 lub 15 minut.

Przy pobieraniu każdej próbki kontrolowano parametry termodynamiczne badanego strumienia zanieczyszczonego powietrza, tj.:

- temperaturę i wilgotność gazu oraz ciśnienie – z użyciem miernika Testo 400 i sond: temperatury/wilgotności nr kat. 0636 9740 oraz ciśnienia absolutnego nr kat. 0638 1847 (rys. 21)
- prędkość liniową gazu w punkcie pobierania próbki – z zastosowaniem miernika Testo 435 i wiatraczkowej sondy nr kat. 0635 9535/102 lub termicznej sondy nr kat. 0635/025/01 (rys. 22).

Pomiary kontrolne (dwuminutowe) wykonywano – o ile było to możliwe – w trakcie pobierania próbki, a w pozostałych przypadkach przed rozpoczęciem pobierania lub/i po jego zakończeniu.

Uwaga: w dniu 26 września miernik Testo 400 uległ uszkodzeniu, wobec czego w ostatnich dniach badań monitoring parametrów był niepełny.



Rysunek 21. Kontrolne pomiary temperatury, wilgotności i ciśnienia gazu w punkcie pobierania próbki [zdjęcia: PZJP]



Rysunek 22. Kontrolne pomiary prędkości gazu w punkcie pobierania próbki [zdjęcia: PZJP]

Podczas pobierania próbek kontrolowano prędkość wiatru (Testo 435 + wiatraczkowa sonda nr 0635 9535/102), temperaturę i wilgotność powietrza (Testo 400 + sonda nr 0636 9740), ciśnienie atmosferyczne (Testo 400 + sonda nr 0638 1847) oraz notowano obserwacje dotyczące zachmurzenia i opadów (rys. 23). Wyniki monitoringu warunków atmosferycznych przedstawiono w tabeli 2.



Rysunek 23. Monitoring warunków atmosferycznych [zdjęcia: PZJP]



Tabela 2. Warunki atmosferyczne panujące podczas pobierania próbek

DATA	GODZ.	ZACHMURZENIE	OPADY	WIATR [m/s]	CIŚNIENIE [hPa]	WILGOTNOŚĆ [%]	TEMPERATURA [°C]
19.09.2016	10:30	0 %	brak	1,0	989,3	54,3	14,6
	11:30	0 %	brak	2,0	989,5	47,3	16,1
	12:27	0 %	brak	2,5	989,0	40,5	18,7
	13:02	0 %	brak	1,8	988,7	39,8	18,7
	14:00	0 %	brak	1,0	988,8	38,4	19,4
	15:02	0 %	brak	1,5	988,5	36,5	19,8
	17:03	0 %	brak	1,0	988,8	41,0	17,7
	18:02	0 %	brak	2,5	989,1	48,5	15,7
	19:00	20 %	brak	1,6	989,6	57,6	13,6
19:59	0 %	brak	1,8	990,3	59,1	12,6	
20.09.2016	9:50	90 %	brak	0,7	991,1	63,1	13,5
	11:00	100 %	brak	0,3	991,0	53,5	17,2
	11:42	90 %	brak	0,6	990,8	37,3	21,8
	12:40	90 %	brak	0,5	990,5	54,2	17,4
	13:20	90 %	brak	0,8	990,2	49,5	18,4
	14:38	100 %	brak	1,0	990,3	43,5	18,5
	15:10	100 %	brak	0,8	990,2	48,4	17,8
	16:21	100 %	brak	0,1	990,2	52,3	16,9
	20:59	100 %	mżawka	0,3	991,4	93,3	12,9
21:48	100 %	mżawka	0,2	991,6	100	11,2	
21.09.2016	10:54	80 %	brak	0,6	993,1	88	15,6
	13:02	30 %	brak	1,0	993,6	65,5	15,6
	14:28	90 %	brak	0,4	993,3	33,4	16,8
	15:44	90 %	brak	0,7	993,3	49,2	17,7
	18:44	30 %	brak	0	993,8	56,0	15,9
	19:20	0 %	brak	0	994,3	63,6	15,0
22.09.2016	10:05	—	brak	0,4	—	—	—
	11:07	50 %	brak	1,0	995,4	55,2	19,8
	11:55	60 %	brak	0,2	995,2	57,2	18,9
	12:53	70 %	przelotne	0,8	995,2	54,3	18,5
	13:57	80 %	brak	0,4	994,8	47,9	19,6
	14:40	80 %	przelotne	1,3	994,9	—	—
	17:45	80 %	przelotne	0,4	994,9	67,6	15,9
	18:56	80 %	brak	0,2	995,3	71,9	15,1
24.09.2016	9:55	80 %	brak	0,5	997,9	73,3	17,0
	10:43	60 %	brak	0,8	997,5	67,5	18,2
	11:06	70 %	brak	1,1	997,6	58,7	19,9
	11:52	70 %	brak	0,7	998,0	56,2	18,8
	13:01	60 %	brak	1,1	997,7	56,8	19,4
	14:02	80 %	brak	1,4	997,5	57,7	18,9
	14:45	70 %	brak	1,0	997,6	56,9	18,4
	18:34	30 %	brak	0,1	998,5	71,9	13,8
	19:32	30 %	brak	0,2	999,0	99,9	9,7
20:23	10 %	brak	0,2	999,3	99,5	8,0	
25.09.2016	11:01	30 %	brak	0,3	998,5	58,9	18,6
	12:12	30 %	brak	0,4	997,8	59,2	—
	12:40	25 %	brak	0,6	—	—	—
	13:40	25 %	brak	0,5	—	—	—
	14:06	20 %	brak	0,5	—	—	—
	15:30	10 %	brak	0,5	—	—	19,5
	10:37	10 %	brak	0,8	—	—	19,7
16:26	5 %	brak	0,4	—	—	17,8	
26.09.2016	13:24	0 %	brak	0,7	—	—	17,9
	15:05	20 %	brak	0,3	—	—	19,1
	17:13	0 %	brak	0,3	—	—	16,2
	18:30	0 %	brak	0,3	—	—	11,3
	19:47	0 %	brak	0,3	—	—	9,4
	20:30	0 %	brak	0,1	—	—	8,9
28.09.2016	9:25	100 %	brak	0,5	—	—	12,6
	10:22	100 %	brak	0,4	—	—	14,3
	11:30	80 %	brak	1	—	—	17,1
	12:45	100 %	brak	0,5	—	—	16,9
	13:22	100 %	brak	0,5	—	—	19,3
	14:21	100 %	brak	0,4	—	—	20,1
	15:21	100 %	brak	0,9	—	—	19,5
	16:21	100 %	brak	1,1	—	—	19,2
	17:23	100 %	brak	0,5	—	—	19,1
18:02	100 %	brak	1,5	—	—	19,5	

3.3. OZNACZENIE STĘŻENIA ZAPACHOWEGO

Pomiary stężenia zapachowego odbywały się w Mobilnym Laboratorium Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza (rys. 24), zainstalowanym przy hotelu Jan Sander w miejscowości Rąbień, tj. ok. 7 km od obiektu badań. Podczas pomiarów kontrolowano warunki panujące w laboratorium (ciśnienie, wilgotność, temperatura i stężenie CO₂).

W pomiarach uczestniczył zespół scharakteryzowany w tabeli 1.



Rysunek 24. Pomiar stężenia zapachowego w mobilnym laboratorium [zdjęcia: PZJP]

Oznaczenia zostały wykonane metodą rozcieńczeń dynamicznych, zgodnie z normą europejską *PN-EN 13725:2007 „Jakość powietrza - oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej”*.

Zastosowano czterostanowiskowy półautomatyczny olfaktometr dynamiczny TO7 ECOMA (rys. 24) i funkcję 100-krotnego wstępnego rozcieńczenia próbki. W razie potrzeby próbki powietrza pobranego u źródła dodatkowo (przed podłączeniem do olfaktometru) rozcieńczano z użyciem szklanych strzykawek (do odmierzonej objętości czystego powietrza wprowadzano określoną objętość zanieczyszczonego gazu - rys. 25).



Rysunek 25. Wstępne rozcieńczanie próbki z użyciem szklanych strzykawek [zdjęcia: PZJP]

Podczas pomiaru oceniającym prezentowano serie rozcieńczeń (Z) badanej próbki, tworzące szereg geometryczny z czynnikiem kroku 2,0. Sekwencję malejących rozcieńczeń próbki zakłócano losowymi prezentacjami ślepej próby. W czasie pojedynczego pomiaru prezentację całej serii rozcieńczeń czterem oceniającym powtarzano trzykrotnie. Wynik prezentacji serii rozcieńczeń jednej osobie (wartość Z_{ITE}) obliczano jako średnią geometryczną między ostatnim Z_{NIE} (nie czuję) i pierwszym, z co najmniej dwóch kolejnych Z_{TAK} (czuję). Następnie obliczano średnią geometryczną ze wszystkich wartości Z_{ITE} zgromadzonych w pomiarze i sprawdzano, czy żadna z indywidualnych ocen nie odbiega więcej niż pięciokrotnie od średniej zespołowej (kryterium wstecznej weryfikacji)⁽²⁾. Średnia geometryczna ze wszystkich wartości Z_{ITE} , zgromadzonych w pomiarze po wstecznej weryfikacji (\bar{Z}_{ITE}), pomnożona przez $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ stanowiła wynik pomiaru $c_{od} [\text{ou}_E/\text{m}^3]$.

⁽²⁾ Zgodnie z PN-EN 13725 żadna z indywidualnych ocen nie może odbiegać więcej niż pięciokrotnie od średniej zespołowej.



W obliczeniach uwzględniono krzywą kalibracji olfaktometru wyznaczoną olfaktometrycznie w czerwcu 2016 roku.

Przedział ufności (95 %) zmierzonego stężenia zapachowego dla wszystkich obserwacji określono z zależności 1:

$$\bar{y} - t \cdot \frac{s_r}{\sqrt{n}} \leq m \leq \bar{y} + t \cdot \frac{s_r}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

gdzie:

\bar{y} – średnia z wyników pomiarów

t – współczynnik t Studenta dla $n = \infty$ ($t \approx 2$ dla 95 % przedziału ufności)

n – liczba obserwacji

s_r – odchylenie standardowe ($s_r = 0,0847$) dla precyzji pomiarów $r = 0,2636$ wyznaczonej w wyniku wewnątrzlaboratoryjnej próby eksploatacyjnej z użyciem certyfikowanego materiału odniesienia, przeprowadzonej w Rudzie Bugaj

m – wartość oczekiwana.

3.4. OCENA SKUTECZNOŚCI DEZODORYZACJI

Skuteczność dezodoryzacji (η_{od} [%]) obliczono jako średnią z n obserwacji względnej zmiany stężenia zapachowego (c_{od} [ou_E/m^3]) w oczyszczanym strumieniu (jedna obserwacja to analiza olfaktometryczna dwóch próbek: surowego oraz oczyszczonego gazu). Podstawą obliczeń była definicja skuteczności wyrażona równaniem 2.

$$\eta_{od} = \frac{c_{od, nieoczyszczony} - c_{od, oczyszczony}}{c_{od, nieoczyszczony}} \quad (2)$$

Wartości stężenia zapachowego $c_{od, nieoczyszczony}$ i $c_{od, oczyszczony}$ dla każdej obserwacji logarytmowano, a następnie obliczano różnicę (y_{ID}) między tymi wartościami. Średnia (\bar{y}_D) z uzyskanych n wartości (y_{ID}) stanowiła wartość oczekiwaną (m_D). Skuteczność dezodoryzacji obliczano z równania 3:

$$\eta_{od} = 1 - 10^{m_D} \quad (3)$$

Przedział ufności (95 %) określono z zależności 4:

$$\bar{y}_D - t \cdot \frac{s_D}{\sqrt{n}} \leq m_D \leq \bar{y}_D + t \cdot \frac{s_D}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

gdzie:

t – współczynnik t Studenta dla $n = \infty$ ($t \approx 2$ dla 95 % przedziału ufności)

n – liczba obserwacji

s_D – odchylenie standardowe różnic ($s_D = 0,1198$) dla precyzji pomiarów $r = 0,2636$ wyznaczonej w wyniku wewnątrzlaboratoryjnej próby eksploatacyjnej z użyciem certyfikowanego materiału odniesienia, przeprowadzonej w Rudzie Bugaj.

Ocenę całkowitej skuteczności instalacji oparto na dziewięciu obserwacjach, a ocenę poszczególnych etapów – z uwagi na poglądowy charakter – na trzech obserwacjach.

4. SKUTECZNOŚĆ INSTALACJI DEZODORYZUJĄCEJ NR 2

Instalacja dezodoryzująca nr 2 jest złożona z trzech głównych elementów pokazanych na rysunku 26: płuczki wodnej, osuszacza oraz zblokowanego układu lamp UV i węgla aktywnego (zwanego w dalszej części raportu „układem UV-C”). Oczyszcza powietrze pochodzące z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu, zbiornika wielofunkcyjnego oraz instalacji ATSO (rys. 27).

UWAGA: Parametry/warunki pracy instalacji ATSO oraz instalacji znajdujących się w budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu, a także warunki panujące w zbiorniku wielofunkcyjnym nie były rejestrowane przez Wykonawcę (monitoring prowadzony przez Zleceniodawcę). Zespół Pracowni kontrolował wyłącznie parametry termodynamiczne gazu w punktach pobierania próbek (m.in. temperaturę i wilgotność gazu oraz prędkość przepływu i ciśnienie).

Strumień zanieczyszczonego powietrza przechodzi kolejno przez płuczkę wodną, osuszacz oraz układ UV-C (rys. 28). Układ UV-C jest złożony z filtra przeciwpyłowego oraz czterech sekcji dezodoryzacji – dwóch zawierających lampy UV oraz dwóch z węglem aktywnym (rys. 29). **Węgiel – zgodnie z obustronnymi ustaleniami – został wymieniony na nowy w pierwszym dniu sesji pomiarowej, tj. 19 września br.**



Rysunek 26. Elementy instalacji dezodoryzującej nr 2 [zdjęcie: PZJP]

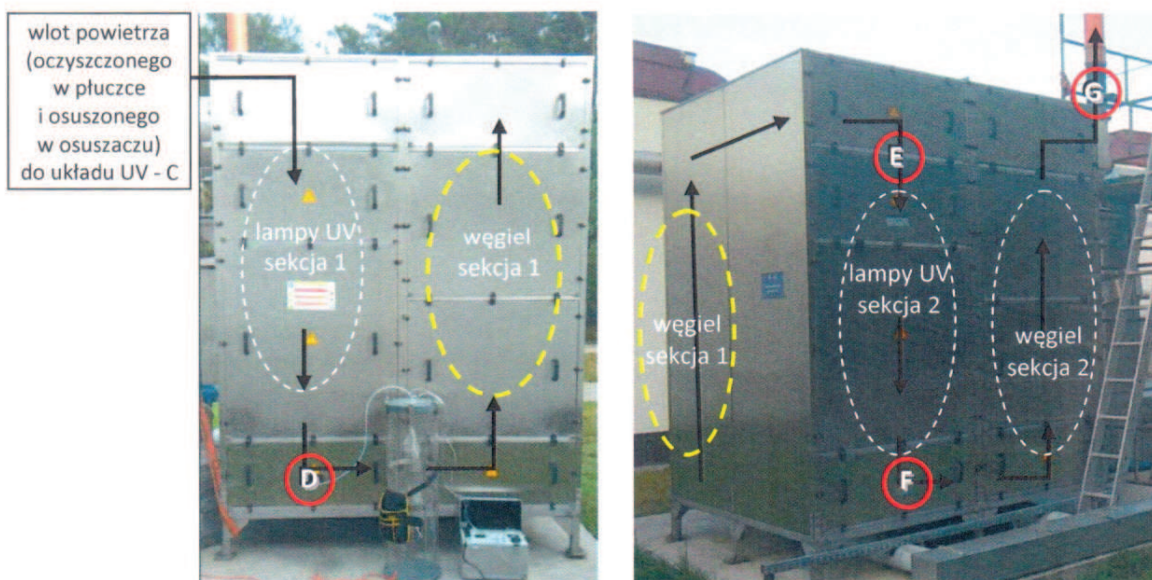


Rysunek 27. Wlot powietrza do instalacji dezodoryzującej nr 2 [zdjęcie: PZJP]

Kierunek przepływu strumienia przez instalację oraz punkty pomiarowe, w których oznaczono stężenie zapachowe, wraz z przypisanymi im symbolami, stosowanymi w dalszej części raportu, pokazano na rysunkach 28 i 29.



Rysunek 28. Lokalizacja punktów pomiarowych do oceny skuteczności instalacji dezodoryzującej nr 2
[zdjęcie: PZJP]



Rysunek 29. Lokalizacja punktów pomiarowych do oceny skuteczności układu UV - C
[zdjęcie: PZJP]

Zgodnie z obustronnymi ustaleniami większość badań była prowadzona przy maksymalnym obciążeniu instalacji (w możliwie najgorszej technologicznie sytuacji, tj. w czasie trwania procesu odwadniania).

4.1. SKUTECZNOŚĆ CAŁKOWITA

Całkowitą skuteczność instalacji oceniono dwukrotnie: w pierwszym oraz ósmym dniu po wymianie węgla, tj. 20. i 28. września br. Każdą z ocen oparto na dziewięciu obserwacjach względnej zmiany stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu. W ramach jednej obserwacji pobierano równocześnie dwie próbki (rys. 30): jedną na wlocie do instalacji (punkt A) oraz drugą na wylocie z instalacji (punkt G). Każdą próbkę pobierano przez 15 minut z prędkością 50 l/h.

Podczas wszystkich obserwacji był prowadzony proces odwadniania.



Rysunek 30. Pobieranie próbek do oceny całkowitej skuteczności instalacji dezodoryzującej nr 2
[zdjęcia: PZJP]

Wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) otrzymane na wlocie do instalacji (punkt A) przedstawiono w tabelach 3 i 4, a na wylocie z instalacji (punkt G) – w tabelach 5 i 6.

W tabelach od 3 do 6 zestawiono również:

- godziny rozpoczęcia pobierania próbek
- wyniki pomiarów temperatury (T), wilgotności (\varnothing), ciśnienia (P) oraz prędkości liniowej (u) oczyszczanego powietrza w punkcie pobierania próbki (odpowiadające danej próbce)
- godziny zakończenia analizy olfaktometrycznej.

Z ustaleń przeprowadzonych przez Kierownika Oczyszczalni wynika, że przepustnice za wirówkami były:

- w dniu 20. września – otwarte podczas wszystkich obserwacji
- w dniu 28. września – zamknięte podczas pierwszych siedmiu obserwacji, a otwarte podczas ostatnich trzech obserwacji.

W uzyskanym zbiorze wyników pomiarów nie zauważono wyraźnej różnicy pomiędzy obserwacjami prowadzonymi przy zamkniętej przepustnicy na wentylacji z wirówki odwadniającej do PCO oraz obserwacjami prowadzonymi przy otwartej przepustnicy. Fakt ten wskazuje na występowanie nieprawidłowości (różnica powinna być znacząca). Przyczyną tej nieprawidłowości może być np. zbyt mała wydajność wentylatora, za pomocą którego jest doprowadzane powietrze do instalacji dezodoryzującej nr 2.



Tabela 3. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z **wlotu** do instalacji dezodoryzującej nr 2 po 1 dniu od wymiany węgla

LP.	POBÓR PRÓBKI – punkt A						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	20.09. 2016	9 ⁴⁸	bd	100	991,1	5,5	20.09. 2016	11 ²⁵	127 096	120 817
2		10 ⁵⁸	38,2	100	991,0	5,1		11 ³⁹	114 847	
3		12 ³⁰	45,6	100	990,5	5,1		12 ⁴⁵	103 779	111 974
4		13 ¹⁸	47,1	100	990,2	5,3		13 ⁰²	120 817	
5		14 ⁰⁵	46,5	100	990,3	5,2		13 ²³	147 961	140 651
6		15 ⁰⁰	45,4	100	990,2	4,9		13 ⁴³	133 702	
7		16 ⁰⁵	37,1	100	990,2	4,1		15 ²⁸	127 096	111 974
8		20 ⁵⁵	43,9	100	991,4	5,1		15 ⁴³	98 652	
9		22 ⁰⁸	45,8	100	991,6	5,7		17 ⁰⁴	69 194	74 658
						17 ¹²	80 553			
						15 ⁵²	80 553	74 658		
						16 ⁰¹	69 194			
						22 ¹⁵	32 359	34 914		
						22 ³³	37 671			
						21 ³²	76 574	80 553		
						21 ⁴⁷	84 740			
						23 ³³	51 616	48 098		
						23 ⁴⁰	44 819			
		ŚREDNIA	43,7	100	990,7	5,1		ŚREDNIA	81 614	

95% przedział ufności wyniku: 71 850 ÷ 92 704

Tabela 4. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z **wlotu** do instalacji dezodoryzującej nr 2 po 8 dniu od wymiany węgla

LP.	POBÓR PRÓBKI – punkt A						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	28.09. 2016	9 ²¹	39,3	—*	—*	5,1	28.09. 2016	10 ⁴⁵	106 827	109 568
2		10 ²⁰	33,8	—*	—*	4,5		10 ⁵³	112 379	
3		11 ²⁰	40,3	—*	—*	4,8		11 ²⁶	118 220	115 262
4		12 ²⁰	40,5	—*	—*	5,0		11 ³⁴	112 379	
5		13 ²⁰	40,9	—*	—*	5,1		12 ³⁴	112 379	115 262
6		14 ²⁰	40,9	—*	—*	4,8		12 ⁴¹	118 220	
7		15 ²⁰	39,7	—*	—*	5,0		13 ⁵³	196 220	164 333
8		16 ²⁰	41,0	—*	—*	5,1		14 ⁰³	137 628	
9		17 ²⁰	40,3	—*	—*	5,4		14 ³⁶	152 306	130 828
10		18 ⁰⁰	40,9	—*	—*	5,2		14 ⁴⁴	112 379	
						15 ⁴²	130 828	144 781		
						15 ⁵⁰	160 222			
						18 ⁰⁵	196 220	201 254		
						18 ²⁰	206 418			
						18 ⁵²	106 827	109 568		
						18 ²⁶	112 379			
						19 ³⁸	101 549	104 154		
						19 ⁵⁰	106 827			
						20 ²²	87 228	91 762		
						20 ³⁰	96 531			
		ŚREDNIA	39,7	—	—	5,0		ŚREDNIA	125 313	

95% przedział ufności wyniku: 111 045 ÷ 141 414

* awaria miernika Testo 400



Tabela 5. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z **wylotu** z instalacji dezodoryzującej nr 2 po **1 dniu** od wymiany węgla

LP.	POBÓR PRÓBKII – punkt G						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	20.09. 2016	9 ⁴⁸	34,0	69,1	990,0	18,4	20.09. 2016	10 ⁵⁶	175	179
2		10 ⁵⁸	34,4	75,1	990,1	17,7		11 ⁵¹	590	
3		12 ³⁰	35,0	72,5	990,5	18,6		12 ⁰¹	687	637
4		13 ¹⁸	35,2	71,5	990,0	17,9		14 ⁰²	356	
5		15 ⁰⁰	34,5	73,1	988,3	17,7		14 ¹⁸	435	394
6		14 ⁰⁵	35,1	70,6	991,1	17,4		14 ²⁷	435	
7		20 ⁵⁵	34,7	72,0	989,4	20,7		14 ³⁷	356	394
8		16 ⁰⁰	33,7	71,4	988,9	17,3		16 ¹²	590	
9		22 ⁰⁸	34,5	74,6	990,1	20,1		16 ¹⁹	374	470
						16 ³³	414			
						16 ⁴²	414	414		
						20 ⁵⁴	175			
						21 ⁰⁸	214	194		
						22 ⁴⁵	194			
						22 ⁵³	262	225		
						23 ¹⁵	237			
						23 ²³	204	220		
ŚREDNIA			34,6	72,2	989,8	18,4	ŚREDNIA			318

95% przedział ufności wyniku: 280 ÷ 361

Tabela 6. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z **wylotu** z instalacji dezodoryzującej nr 2 po **8 dniu** od wymiany węgla

LP.	POBÓR PRÓBKII – punkt G						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	28.09. 2016	9 ²¹	40,8	—*	—*	18,8	28.09. 2016	10 ²⁶	1 031	800
2		10 ²⁰	37,4	—*	—*	19,2		10 ³⁵	621	
3		11 ²⁰	37,0	—*	—*	18,3		11 ⁰⁸	723	605
4		12 ²⁰	38,9	—*	—*	17,9		11 ¹⁵	507	
5		13 ²⁰	39,0	—*	—*	18,9		12 ¹⁶	590	520
6		14 ²⁰	39,2	—*	—*	19,3		12 ²⁴	458	
7		15 ²⁰	39,4	—*	—*	18,3		13 ³⁴	653	605
8		16 ²⁰	39,2	—*	—*	18,6		13 ⁴⁴	561	
9		17 ²⁵	39,2	—*	—*	18,3		14 ¹⁸	687	653
10		18 ⁰⁰	39,4	—*	—*	18,9		14 ²⁷	621	
						15 ²⁶	723	637		
						15 ³⁴	561			
						16 ⁰⁴	723	670		
						16 ¹³	621			
						18 ³²	590	605		
						18 ⁴²	621			
						19 ¹⁸	590	575		
						19 ²⁷	561			
						20 ⁰⁰	435	414		
						20 ⁰⁹	394			
ŚREDNIA			38,9	—	—	18,6	ŚREDNIA			601

95% przedział ufności wyniku: 532 ÷ 678

* awaria miernika Testo 400



Wyniki poglądowych pomiarów parametrów termodynamicznych gazów w punktach pobierania próbek (tab. 7) potwierdziły brak zmiany wielkości strumienia objętościowego w procesie dezodoryzacji zachodzącym w ocenianej instalacji. Oszacowana wielkość strumienia wynosi około $1\,300\text{ m}^3/\text{h}$ w warunkach rzeczywistych (ok. $1\,200\text{ m}^3/\text{h}$ w warunkach standardowych dla olfaktometrii).

Tabela 7. Wyniki oszacowania strumienia objętościowego na podstawie zmierzonych wartości temperatury, ciśnienia i prędkości gazu oraz średnicy w punktach pobierania próbek z instalacji dezodoryzującej nr 2

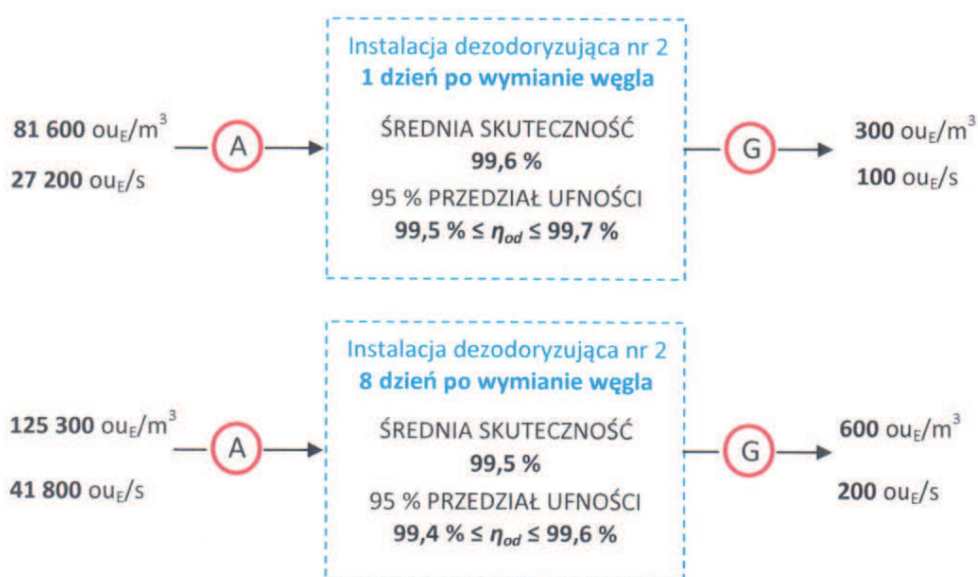
WARUNKI	WLOT – punkt A		WYLOT – punkt G	
	20.09.2016 r.	28.09.2016 r.	20.09.2016 r.	28.09.2016 r.
RZECZYWISTE	$0,36\text{ m}^3/\text{s}$	$0,35\text{ m}^3/\text{s}$	$0,37\text{ m}^3/\text{s}$	$0,37\text{ m}^3/\text{s}$
STANDARDOWE	$0,33\text{ m}^3/\text{s}$	$0,32\text{ m}^3/\text{s}$	$0,34\text{ m}^3/\text{s}$	$0,34\text{ m}^3/\text{s}$

Uwzględniając wielkość strumienia oszacowaną dla warunków standardowych dla olfaktometrii, obliczono wielkość strumienia zapachowego (q_{od} [ou_E/s]) na wlocie oraz wylocie do/z instalacji. Wyniki oszacowanych wielkości przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Wyniki oszacowania strumienia zapachowego na wlocie i wylocie do/z instalacji dezodoryzującej nr 2

	WLOT – punkt A		WYLOT – punkt G	
	20.09.2016 r.	28.09.2016 r.	20.09.2016 r.	28.09.2016 r.
STRUMIEN ZAPACHOWY q_{od} [ou _E /s]	27 205	41 771	106	200
95 % przedział ufności	23 950 ÷ 30 901	37 015 ÷ 47 138	93 ÷ 120	177 ÷ 226

Wyniki pomiarów olfaktometrycznych wykazały skuteczność dezodoryzacji na poziomie powyżej 99 % (rys. 31).



Rysunek 31. Skuteczność instalacji dezodoryzującej nr 2 po pierwszym i ósmym dniu od wymiany węgla



4.2. SKUTECZNOŚĆ POSZCZEGÓLNYCH ETAPÓW OCZYSZCZANIA

Skuteczność poszczególnych etapów oczyszczania oceniono w ciągu dwóch kolejnych dni pomiarowych: **21 i 22 września br.**, podczas których w budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu nie było prowadzone odwadnianie osadu.

W pierwszym dniu analizie poddano układ UV-C – określono skuteczność całego układu oraz każdego z czterech stopni oczyszczania (w ocenie nie uwzględniono filtra przeciwpływowego, niezwiązanego z dezodoryzacją).

W drugim dniu oceniono skuteczność dezodoryzacji w płuczce i osuszaczu – określono skuteczność każdego z tych elementów oraz łączną ich skuteczność.

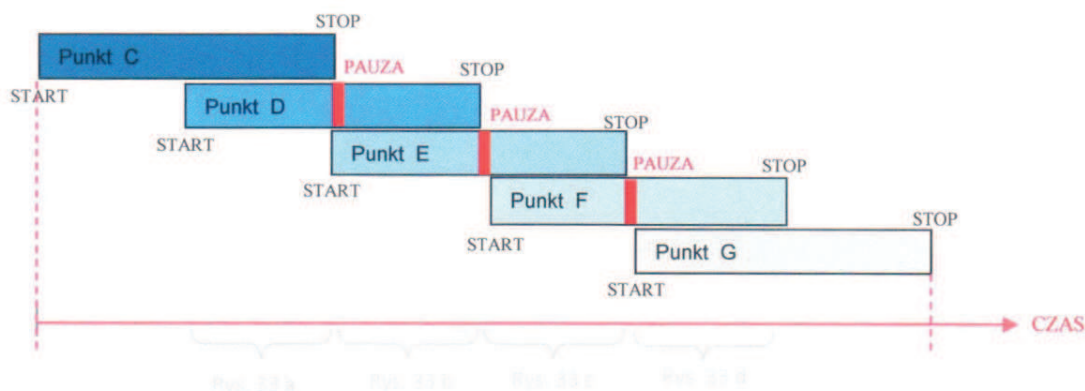
Ocenę każdego z etapów oparto na trzech obserwacjach względnej zmiany stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu, przeprowadzonych o różnych porach dnia.

UKŁAD UV-C

W ramach jednej obserwacji dla układu UV-C próbki pobierano w pięciu punktach pomiarowych:

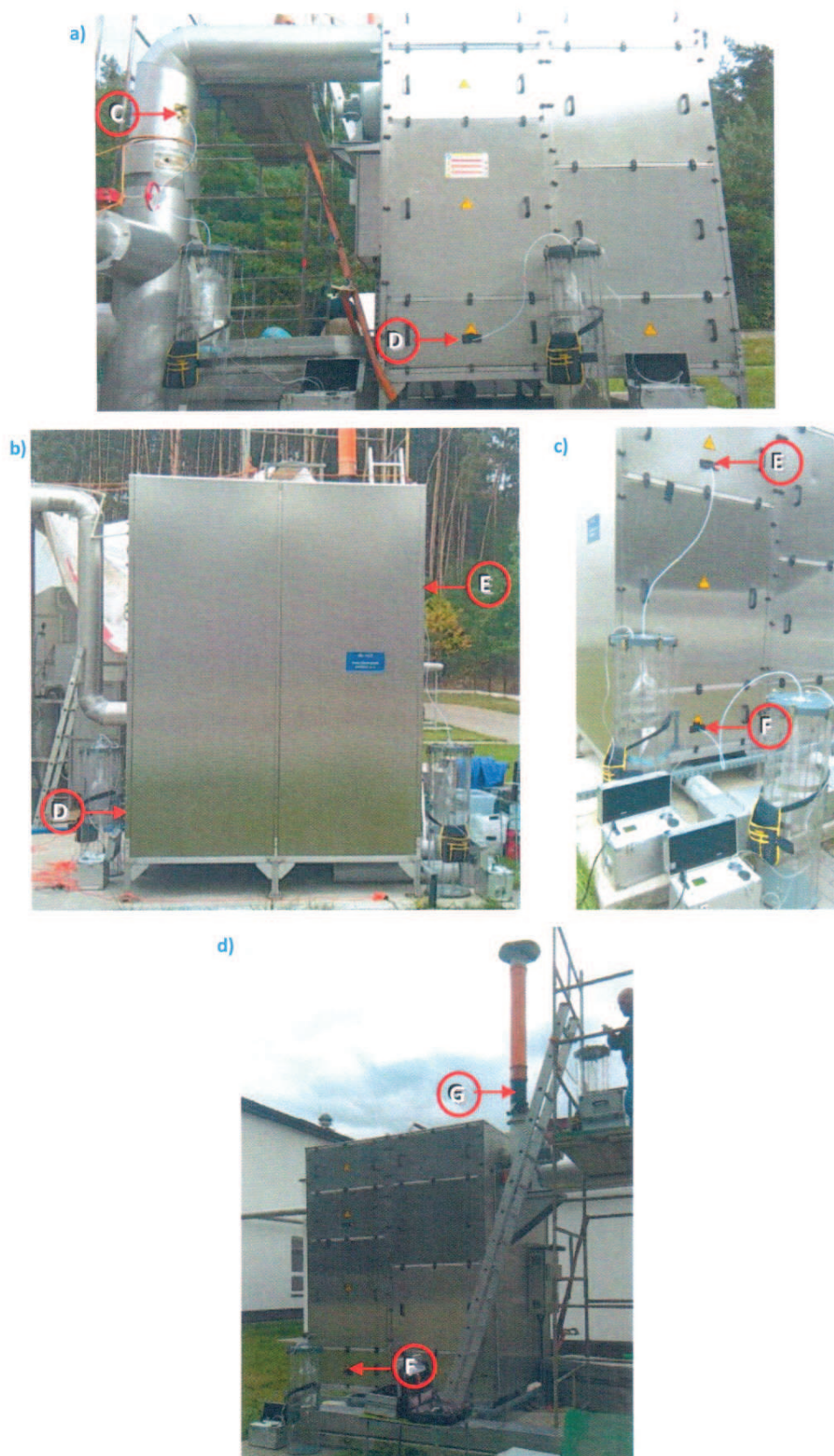
- za osuszaczem, a przed wlotem do układu UV-C (punkt C)
- po pierwszej sekcji lamp UV, a przed pierwszą sekcją węgla (punkt D)
- po pierwszej sekcji węgla, a przed drugą sekcją lamp UV (punkt E)
- po drugiej sekcji lamp, a przed drugą sekcją węgla (punkt F)
- na wylocie z układu UV-C, za wentylatorem wyciągowym (punkt G).

Komplet próbek w ramach jednej obserwacji pobierano zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 32, w kolejności od punktu C do punktu G, z użyciem dwóch układów pobierania próbki (rys. 33). Czas pobrania kompletu próbek był możliwie najkrótszy, i wahał się od 38 do 45 minut (każda próbka była pobierana przez 10 minut z prędkością 100 l/h).



Rysunek 32. Schemat organizacyjny pobierania kompletu próbek do pojedynczej obserwacji skuteczności układu UV-C

Wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) otrzymane w poszczególnych punktach pomiarowych, wraz z godzinami rozpoczęcia pobierania próbek, wynikami pomiarów temperatury (T), wilgotności (\varnothing), ciśnienia (P) oraz prędkości liniowej (u) oczyszczanego powietrza w punktach pobierania próbek, a także godzinami zakończenia analiz olfaktometrycznych przedstawiono w tabeli 9.



Rysunek 33. Pobieranie próbek w ramach jednej obserwacji skuteczności dezodoryzacji układu UV-C
[zdjęcia: PZJP]

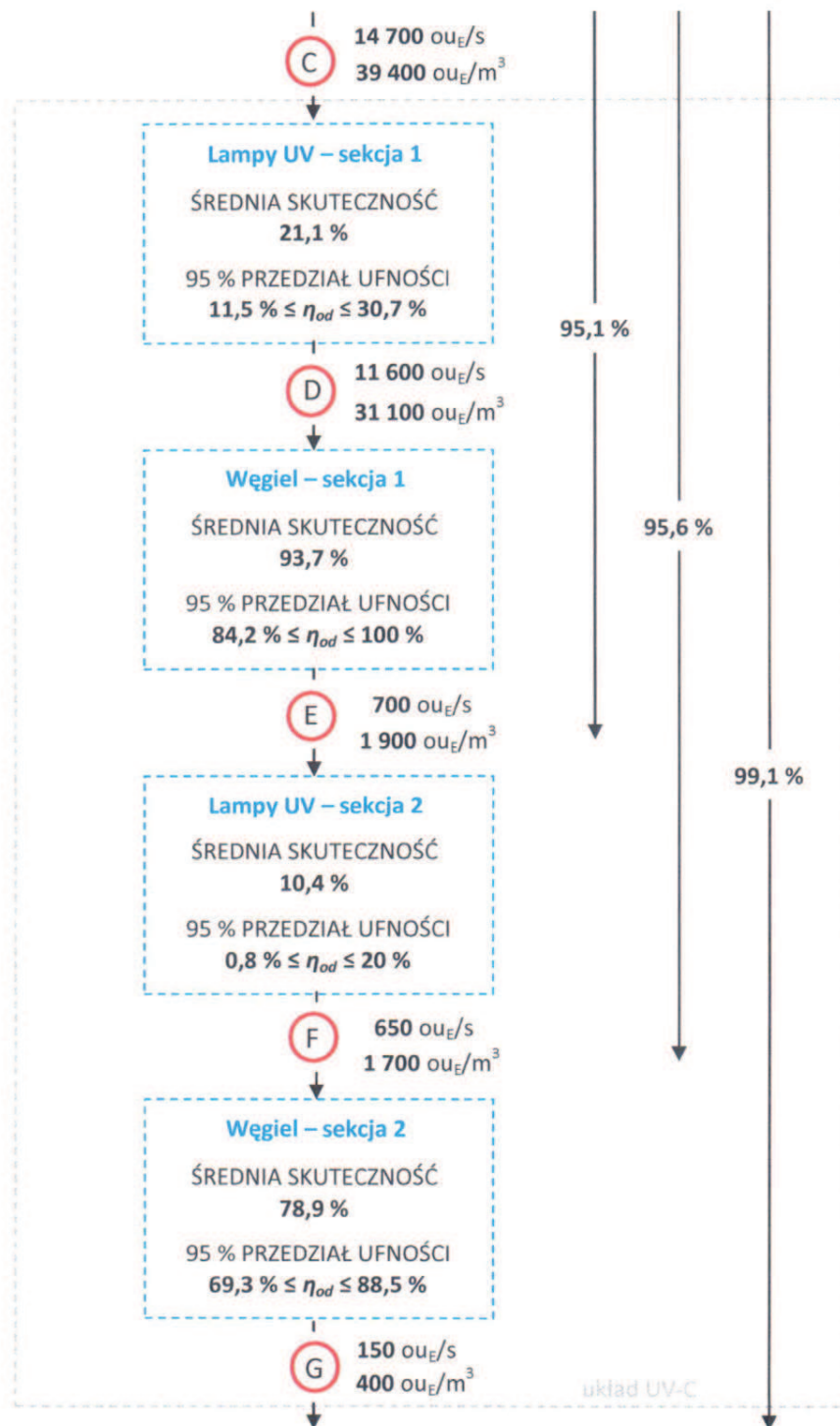


Tabela 9. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych w celu oceny skuteczności układu UV-C

PUNKT	LP.	POBÓR PRÓBKI						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
		DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
C	1	21.09. 2016	11 ⁴⁵	33,4	100	987,3	3,2	21.09. 2016	13 ¹⁵	62 526	59 436
	2		14 ⁴³	47,7	100	987,4	3,6		13 ²³	56 500	
	3		18 ³⁸	59,2	100	989,2	4,0		16 ²⁰	34 224	29 397
								16 ²⁸	25 252		
								19 ¹⁸	31 706	35 087	
								19 ³¹	38 829		
			ŚREDNIA:	46,7	100	988,0	3,6		ŚREDNIA:	39 431	
			95 % przedział ufności wyniku: 31 622 ÷ 49 168								
D	1	21.09. 2016	11 ⁵⁰	36,5	100	978,6	0,8	21.09. 2016	13 ³⁹	51 055	46 135
	2		14 ⁴⁸	34,9	100	978,6	0,7		13 ⁵²	41 688	
	3		18 ⁴³	41,9	100	538,5	0,6		16 ⁴⁰	29 397	24 620
								16 ⁴⁹	20 619		
								19 ⁵⁶	23 979	26 537	
								20 ⁰⁹	29 367		
			ŚREDNIA:	37,8	100	831,9	0,7		ŚREDNIA:	31 121	
			95 % przedział ufności wyniku: 24 958 ÷ 38 806								
E	1	21.09. 2016	12 ⁰⁶	36,2	97,1	978,0	0,9	21.09. 2016	14 ²¹	17 712	16 836
	2		14 ⁵⁶	36,9	100	978,0	0,9		14 ³⁰	16 005	
	3		18 ⁵⁰	39,2	100	978,5	1,1		17 ¹²	394	384
								17 ²¹	374		
								20 ³⁰	1 084	1 140	
								20 ⁴⁵	1 200		
			ŚREDNIA:	37,4	99,0	978,2	0,9		ŚREDNIA:	1 946	
			95 % przedział ufności wyniku: 1 560 ÷ 2 426								
F	1	21.09. 2016	12 ⁰⁹	32,6	62,9	977,9	0,9	21.09. 2016	14 ⁴⁶	13 068	13 068
	2		15 ⁰³	32,1	79,8	978,0	0,8		14 ⁵⁴	13 068	
	3		19 ⁰¹	38,7	79,7	978,7	1,2		17 ³⁰	374	338
								17 ³⁸	305		
								21 ⁰⁴	1 200	1 200	
								21 ²¹	1 200		
			ŚREDNIA:	34,5	74,1	978,2	0,9		ŚREDNIA:	1 743	
			95 % przedział ufności wyniku: 1 398 ÷ 2 174								
G	1	21.09. 2016	12 ²⁰	36,2	68,6	991,0	19,7	21.09. 2016	15 ¹⁰	374	356
	2		15 ¹⁴	35,9	69,7	992,0	19,9		15 ¹⁹	338	
	3		19 ⁰⁶	35,9	58,9	993,8	20,1		17 ⁵¹	262	237
								18 ⁰⁰	214		
								21 ⁴⁴	621	590	
								21 ⁵⁸	561		
			ŚREDNIA:	36,0	65,7	992,3	19,9		ŚREDNIA:	368	
			95 % przedział ufności wyniku: 295 ÷ 459								



Natężenie przepływu powietrza przez instalację podczas oceny, oszacowane na podstawie średnich wartości temperatury, ciśnienia i prędkości gazu, otrzymanych w wyniku przeprowadzonych poglądowych pomiarów, wyniosło około 1 400 m³/h (tj. w warunkach standardowych dla olfaktometrii około 1 300 m³/h). Wyniki oszacowania strumienia zapachowego oraz skuteczności dezodoryzacji przedstawiono na rysunku 34.



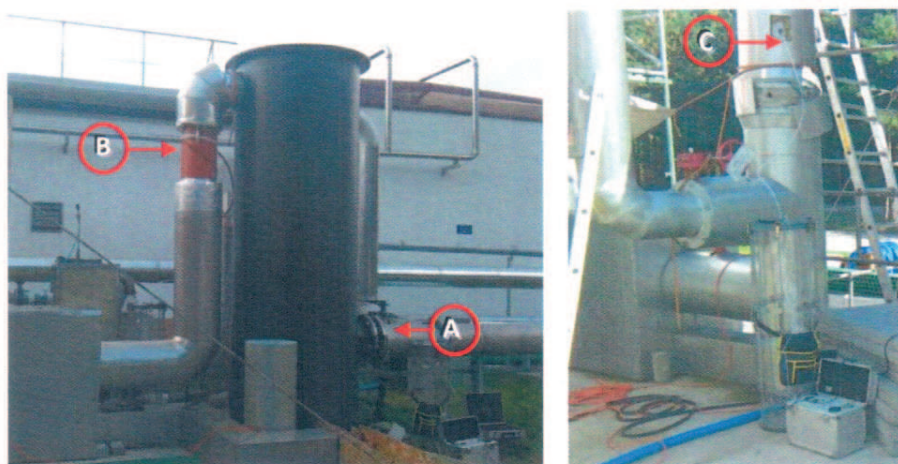
Rysunek 34. Skuteczność układu UV-C

PŁUCZKA WODNA I OSUSZACZ

W ramach jednej obserwacji skuteczności dezodoryzacji w płuczce i osuszaczu próbki pobierano w trzech punktach pomiarowych:

- przed płuczka, na wlocie do instalacji dezodoryzującej nr 2 (punkt A)
- za płuczka, a przed osuszaczem (punkt B)
- za osuszaczem, a przed układem UV-C (punkt C).

Komplet próbek w ramach jednej obserwacji pobierano w dwóch etapach (rys. 35). W pierwszej kolejności pobierano równocześnie dwie próbki: przed płuczka (punkt A) i po płuczce (punkt B), a następnie za osuszaczem (punkt C). Czas pobrania kompletu próbek był możliwie najkrótszy i wahał się od 22 do 28 minut (każda próbka była pobierana przez 10 minut z prędkością 100 l/h).



Rysunek 35. Pobieranie próbek w ramach jednej obserwacji skuteczności dezodoryzacji płuczki i osuszacza
[zdjęcia: PZJP]

Wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) otrzymane w poszczególnych punktach pomiarowych, wraz z godzinami rozpoczęcia pobierania próbek, wynikami pomiarów temperatury (T), wilgotności (ϕ), ciśnienia (P) oraz prędkości liniowej (u) oczyszczanego powietrza w punktach pobierania próbek, a także godzinami zakończenia analiz olfaktometrycznych przedstawiono w tabeli 10.

Strumień powietrza przepływającego przez instalację podczas oceny, oszacowany na podstawie średnich wartości temperatury, ciśnienia i prędkości gazu, otrzymanych w wyniku przeprowadzonych poglądowych pomiarów, wyniósł około 1 300 m³/h (tj. w warunkach standardowych dla olfaktometrii około 1 200 m³/h).

Średni strumień zapachowy przepływający przez płuczka i osuszacz w dniu pomiarów wyniósł około 39 800 ou_E/s (przed płuczka: 42 600 ou_E/s; za płuczka przed osuszaczem: 36 900 ou_E/s; za osuszaczem przed układem UV-C: 40 100 ou_E/s).

Otrzymane wyniki wskazują na to, że zarówno płuczka, jak i osuszacz, nie mają znaczącego wpływu na dezodoryzację powietrza przechodzącego przez instalację nr 2. Dla płuczki otrzymano średnią skuteczność dezodoryzacji na poziomie 13 %, a dla osuszacza – brak skuteczności. ⁽³⁾

⁽³⁾ Skuteczność dezodoryzacji wyraża względną zmianę stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu i nie jest jednoznaczna ze skutecznością usuwania poszczególnych odorantów.



Tabela 10. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych w celu oceny skuteczności płuczki i osuszacza

PUNKT	LP.	POBÓR PRÓBKI						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
		DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c_{od} [ou _E /m ³]	
A	1	22.09. 2016	10 ⁴⁶	52,0	100	994,5	6,2	22.09. 2016	11 ⁵⁷	155 651	137 132
	2		12 ³⁰	55,5	100	989,7	6,2		12 ¹³	120 817	
	3		14 ¹⁶	55,8	100	993,7	5,8		14 ¹⁰	133 702	130 357
								14 ¹⁹	127 096		
								17 ⁴⁶	127 096	117 794	
								17 ⁵⁷	109 173		
ŚREDNIA:			54,4	100	992,6	6,0	ŚREDNIA:			128 174	
95 % przedział ufności wyniku: 102 791 ÷ 159 825											
B	1	22.09. 2016	10 ⁴⁶	25,6	100	990,2	4,2	22.09. 2016	13 ⁰²	127 096	123 917
	2		12 ³⁰	27,2	100	990,0	4,0		13 ¹⁰	120 817	
	3		14 ¹⁶	26,4	100	989,3	4,1		14 ²⁹	133 702	137 132
								14 ³⁸	140 651		
								18 ¹¹	93 778	80 553	
								18 ³⁰	69 194		
ŚREDNIA:			26,4	100	989,8	4,1	ŚREDNIA:			111 033	
95 % przedział ufności wyniku: 89 044 ÷ 138 451											
C	1	22.09. 2016	10 ⁵⁸	42,7	100	989,9	4,0	22.09. 2016	12 ³³	147 961	133 702
	2		12 ⁴⁸	34,1	100	990,3	3,8		12 ⁴⁴	120 817	
	3		14 ³⁰	30,6	100	988,7	4,0		13 ⁴⁷	133 702	130 357
								13 ⁵⁹	127 096		
								17 ²⁶	114 847	101 183	
								17 ³⁶	89 145		
ŚREDNIA:			35,8	100	989,6	3,9	ŚREDNIA:			120 817	
95 % przedział ufności wyniku: 96 891 ÷ 150 651											

4.3. OBCIĄŻENIE INSTALACJI

Stężenie zapachowe na wlocie do instalacji dezodoryzującej, oszacowane na podstawie wszystkich 22 oznaczeń wykonanych w punkcie A, tj.:

- dziewięciu oznaczeń z dnia 20 września (tab. 3)
- trzech oznaczeń z dnia 22 września (tab. 10)
- dziesięciu oznaczeń z dnia 28 września (tab. 4)

wyniosło **105 474 ou_E/m³**, z 95 % przedziałem ufności od 97 291 ou_E/m³ do 114 430 ou_E/m³.

Strumień zapachowy, obliczony dla średniej wartości stężenia (105 474 ou_E/m³) oraz średniego przepływu objętościowego na wlocie do instalacji (0,34 m³/s)⁽⁴⁾ wyniósł około **36 000 ou_E/s** (dnia 20.09.2016 – 25 300 ou_E/s; 22.09.2016 – 38 847 ou_E/s; 28.09.2016 – 47 669 ou_E/s).

⁽⁴⁾ Wielkość odpowiadająca warunkom standardowym dla olfaktometrii, oszacowana na podstawie średnich wartości temperatury (46 °C), ciśnienia (992 hPa) oraz prędkości gazu (5,37 m/s), otrzymanych ze wszystkich pomiarów tych parametrów wykonanych w punkcie A.

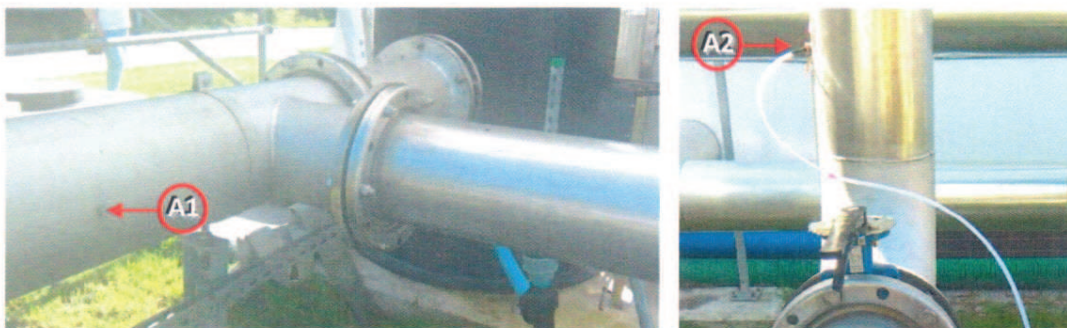
Na podstawie zgromadzonego zbioru wyników pomiarów w punkcie A nie zaobserwowano znaczącej różnicy pomiędzy obserwacjami prowadzonymi przy otwartych przepustnicach i obserwacjami prowadzonymi przy zamkniętych przepustnicach. Nie zauważono również znaczących różnic pomiędzy obserwacjami poczynionymi w czasie, w którym był prowadzony proces odwadniania (20 i 28 września) i obserwacjami podczas których odwadnianie nie miało miejsca (22 września).

W dniach 25 i 26 września oznaczono stężenie zapachowe w poszczególnych strumieniach zanieczyszczonego powietrza doprowadzanego do instalacji (rys. 36):

- w strumieniu powietrza odprowadzanego z instalacji ATSO (punkt pomiarowy A1)
- w strumieniu powietrza odprowadzanego ze zbiornika wielofunkcyjnego i budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (punkt pomiarowy A2).

Próbki powietrza pobierano kolejno (najpierw z punktu A1, później – A2), z użyciem jednego układu poboru. Łącznie z każdego punktu pobrano po dziewięć próbek. Każdą próbkę pobierano przez 15 minut z prędkością 50 l/h.

UWAGA: W dniu 25 września około południa miernik Testo 400 uległ awarii, wobec czego zgromadzono niepełny zbiór danych dotyczących parametrów termodynamicznych gazu w punktach pobierania próbek. Przy przeliczeniu wielkości strumieni zmierzonych w warunkach rzeczywistych na warunki standardowe dla olfaktometrii założono, że ciśnienie i temperatura gazu w punktach pobierania próbki nie różniła się znacząco pomiędzy obserwacjami (przeliczenia dokonano na podstawie wyników pomiarów ciśnienia i temperatury uzyskanych dla pierwszych trzech obserwacji).



Rysunek 36. Króćce pomiarowe na wlocie do instalacji dezodoryzującej nr 2, z których pobierano próbki w celu oznaczenia stężenia zapachowego w strumieniach doprowadzanych z poszczególnych węzłów technologicznych
[zdjęcia: PZJP]

W czasie wszystkich obserwacji przeprowadzonych w dniach 25 i 26 września w budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu był prowadzony proces odwadniania osadu.

Z ustaleń poczynionych przez Kierownika Oczyszczalni wynika, że w dniu 25. września przepustnice za wirówkami były otwarte, a w dniu 26. września otworzono je dopiero około godziny 14:40. Zmiana stanu przepustnic nie jest zauważalna w zgromadzonym zbiorze wyników pomiarów w punkcie A2.

Wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) otrzymane w poszczególnych punktach pomiarowych, wraz z godzinami rozpoczęcia pobierania próbek, wynikami pomiarów temperatury (T), wilgotności (\varnothing), ciśnienia (P) oraz prędkości liniowej (u) zanieczyszczonego powietrza w punktach pobierania próbek, a także godzinami zakończenia analiz olfaktometrycznych przedstawiono w tabelach 11 i 12.



Tabela 11. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w strumieniu zanieczyszczonego powietrza odprowadzanego do instalacji dezodoryzującej nr 2 z instalacji ATSO

LP.	POBÓR PRÓBKII – punkt A1						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	25.09. 2016	11 ²⁵	57,8	100	998,0	3,0	25.09. 2016	12 ⁵⁷	160 222	144 781
2		13 ¹⁵	62,7	100	997,2	3,1		13 ⁰⁷	130 828	
3		14 ¹⁷	45,6	100	997,0	3,1		19 ¹⁴	309 592	246 471
4		16 ²⁰	56,1	—*	—*	3,1		19 ²⁵	196 220	
5	26.09. 2016	13 ⁴³	52,6	—*	—*	2,9	26.09. 2016	19 ³⁵	196 220	206 418
6		15 ⁰²	53,2	—*	—*	3,1		19 ⁵¹	217 147	
7		17 ²⁰	52,7	—*	—*	2,9		21 ³⁴	252 795	252 795
8		19 ⁰⁵	47,5	—*	—*	2,8		21 ⁴²	252 795	
9		20 ⁰⁵	51,0	—*	—*	2,6		15 ⁴⁰	217 147	211 714
						15 ⁵¹	206 418			
							18 ¹⁰	196 220	201 254	
							18 ¹⁹	206 418		
							19 ³⁰	265 934	259 282	
							19 ³⁹	252 795		
							20 ⁵²	130 828	137 628	
							21 ⁰⁶	144 781		
							21 ³⁴	206 418	172 874	
							21 ⁴²	144 781		
									ŚREDNIA	199 001
			53,2	100	997,4	2,9				

95% przedział ufności wyniku 175 194 ÷ 226 043

* awaria miernika Testo 400

Tabela 12. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w strumieniu zanieczyszczonego powietrza odprowadzanego do instalacji dezodoryzującej nr 2 ze zbiornika wielofunkcyjnego i budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu

LP.	POBÓR PRÓBKII – punkt A2						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	25.09. 2016	11 ⁴⁷	32,3	100	997,9	2,2	25.09. 2016	13 ³³	294 296	272 758
2		13 ³³	43,2	100	996,6	2,2		13 ⁴⁵	252 795	
3		14 ³⁹	36,5	100	996,8	2,4		15 ³⁴	186 525	228 433
4		15 ⁴⁰	25,8	—*	—*	2,4		15 ⁴²	279 756	
5	26.09. 2016	14 ⁰³	26,7	—*	—*	2,2	26.09. 2016	20 ⁰¹	206 418	181 859
6		15 ²⁰	26,1	—*	—*	2,2		20 ²⁹	160 222	
7		17 ⁵⁰	23,4	—*	—*	2,4		21 ⁵³	240 306	211 714
8		19 ²⁵	22,7	—*	—*	2,8		22 ⁰¹	186 525	
9		20 ²⁰	22,3	—*	—*	2,3		16 ⁰¹	152 306	137 628
						16 ⁰⁹	124 364			
							18 ²⁹	217 147	201 254	
							18 ³⁶	186 525		
							19 ⁵⁰	265 934	228 433	
							20 ⁰⁰	196 220		
							21 ¹⁶	137 628	137 628	
							21 ²⁴	137 628		
							21 ⁵¹	106 827	109 568	
							21 ⁵⁹	112 379		
									ŚREDNIA	182 886
			28,2	100	997,1	2,3				

95% przedział ufności wyniku 161 007 ÷ 207 738

* awaria miernika Testo 400

W tabeli 13 zestawiono wyniki oszacowania natężenia przepływu zanieczyszczonego powietrza kierowanego do instalacji dezodoryzującej nr 2 z poszczególnych źródeł oraz wielkości strumienia zapachowego w poszczególnych punktach pomiarowych.

Tabela 13. Wyniki oszacowania wielkości strumieni zanieczyszczonego powietrza kierowanego do instalacji dezodoryzującej nr 2

	PUNKT A1	PUNKT A2	STRUMIEŃ CAŁKOWITY
STRUMIEŃ OBJĘTOŚCIOWY w warunkach rzeczywistych	738 m ³ /h (t = 53,2 °C, p = 997,4 hPa)	166 m ³ /h (t = 28,2 °C, p = 997,1 hPa)	904 m ³ /h
STRUMIEŃ OBJĘTOŚCIOWY w warunkach standardowych dla olfaktometrii	653 m ³ /h	159 m ³ /h	812 m ³ /h
STRUMIEŃ ZAPACHOWY	36 077 ou _E /s (31 761 ou _E /s ÷ 40 979 ou _E /s)	8 098 ou _E /s (7 129 ou _E /s ÷ 9 198 ou _E /s)	44 175 ou _E /s

Z tabeli 13 wynika, że w dniu pomiarów strumień pochodzący ze zbiornika wielofunkcyjnego oraz budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (około 160 m³/h) był znacznie mniejszy niż strumień pochodzący z instalacji ATSO (około 650 m³/h).

Biorąc pod uwagę brak znaczących różnic w zbiorze wyników zgromadzonych dla potencjalnie różnych stanów przepustnic (rys. 37), można przypuszczać, że zanieczyszczone powietrze z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu było odprowadzane w całości wentylatorem dachowym, a strumień oznaczony w punkcie A2 stanowi wyłącznie strumień powietrza wentylacyjnego zbiornika wielofunkcyjnego.⁽⁵⁾



Rysunek 37. Budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu – przepustnica za wirówkami
[zdjęcie: PZJP]

⁽⁵⁾ Emisja zapachowa pochodząca z pracujących wirówek jest na tyle duża, że otwarcie przepustnicy za wirówką powinno znacząco zwiększyć wielkość strumienia zapachowego w punkcie A2. Brak zauważalnej zmiany świadczy o tym, że strumień zapachowy z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu nie dopływa do instalacji dezodoryzującej (lub dopływa jego niewielka, nieznacząca część). Przyczyną takiego stanu rzeczy może być np. zbyt niska wydajność wentylatora, za pomocą którego zanieczyszczone powietrze jest doprowadzane do instalacji dezodoryzującej nr 2.

5. SKUTECZNOŚĆ INSTALACJI DEZODORYZUJĄCEJ NR 1

Instalacja dezodoryzująca nr 1 (rys. 38) oczyszcza powietrze pochodzące z budynku krat oraz budynku sitopiaskownika. Jest złożona z dwóch sekcji: węgla aktywnego oraz lamp UV.



Rysunek 38. Instalacja dezodoryzująca nr 1
[zdjęcia: PZJP]

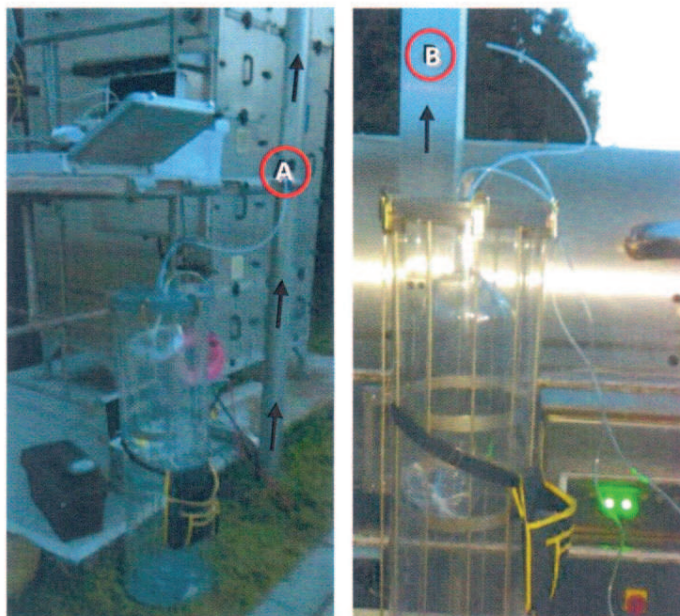
Ze względu na niewielką wydajność instalacji (wg dokumentacji: ok. 240 m³/h) – znacznie mniejszą niż wydajność wentylatorów wyciągowych, odprowadzających bezpośrednio do atmosfery powietrze wentylacyjne wyżej wymienionych hali technologicznych – w pierwszej kolejności wykonano rozpoznawcze pomiary strumienia zapachowego, doprowadzanego do instalacji. W ramach tych pomiarów pobrano trzy próbki surowego powietrza (punkt A; rys. 39)⁶⁾ i oznaczono w nich stężenie zapachowe oraz w oparciu o kontrolne pomiary parametrów termodynamicznych gazu w punkcie pobierania próbki oszacowano objętościowe natężenie przepływu i obliczono strumień zapachowy. Na podstawie uzyskanych wyników (tabela 14), uznano ocenę skuteczności tej instalacji za wskazaną.

Tabela 14. Wyniki pomiarów rozpoznawczych na wlocie do instalacji dezodoryzującej nr 1

LP.	POBÓR PRÓBKII						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	ϕ [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	22.09. 2016	18 ⁰⁷	18,9	100	993,6	1,8	22.09. 2016	19 ⁴⁹	723	760
								19 ⁵⁷	800	
2		18 ¹⁸						20 ⁰⁹	931	908
		20 ²¹	885							
3		18 ²⁹	20 ³⁶	723	705					
			20 ⁴⁶	687						
ŚREDNIA:									786	
NATĘŻENIE PRZEPEŁYWU: ok. 51 m ³ /h						STRUMIEŃ ZAPACHOWY: 11 ou _E /s				

⁶⁾ Próbkę pobierano kolejno, jedna po drugiej. Pominięto procedurę kondycjonowania. Każda próbka była pobierana przez 10 minut z prędkością 50 l/h. Parametry gazu w punkcie pobierania próbki zmierzono przed rozpoczęciem pobierania pierwszej próbki i po zakończeniu pobierania ostatniej próbki.

Podstawę oceny stanowiło dziewięć obserwacji względnej zmiany stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu. Obserwacje przeprowadzono 24 września o różnych porach dnia. W ramach jednej obserwacji pobierano równocześnie dwie próbki (rys. 39): jedną na wlocie do instalacji (punkt A) oraz jedną na wylocie z instalacji (punkt B). Każdą próbkę pobierano przez 15 minut z prędkością 50 l/h.



Rysunek 39. Pobieranie próbek do oceny skuteczności instalacji dezodoryzującej nr 1
[zdjęcia: PZJP]

Wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) na wlocie do instalacji przedstawiono w tabeli 15, a na wylocie – w tabeli 16.

W tabelach 15 i 16 zestawiono również:

- godziny rozpoczęcia pobierania próbek
- wyniki pomiarów temperatury (T), wilgotności (\varnothing), ciśnienia (P) oraz prędkości liniowej (u) oczyszczanego powietrza w punkcie pobierania próbki (odpowiadające danej próbce)
- godziny zakończenia analizy olfaktometrycznej.



Tabela 15. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych na wlocie do instalacji dezodoryzującej nr 1

LP.	POBÓR PRÓBKII – PUNKT A						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c_{od} [ou _E /m ³]	
1	24.09. 2016	10 ⁰⁰	18,6	99,9	997,9	1,9	24.09. 2016	11 ⁴⁶ 11 ⁵⁹	13 038 11 782	12 394
2		10 ³⁸	19,0	99,9	997,5	1,9		12 ⁴³ 12 ⁵²	11 200 15 179	13 038
3		11 ¹²	19,2	99,9	997,6	1,8		15 ⁰⁷ 15 ¹⁶	13 038 11 782	12 394
4		12 ¹⁴	18,9	99,9	998,0	2,3		15 ²⁷ 15 ³⁵	13 038 13 038	13 038
5		13 ³⁰	19,3	99,9	997,7	2,4		15 ⁴⁷ 15 ⁵⁸	11 200 11 200	11 200
6		15 ⁰⁰	18,9	100	997,6	2,1		16 ⁵³ 17 ⁰⁰	17 671 15 179	16 378
7		18 ⁴⁵	17,9	100	998,5	2,1		19 ⁴² 20 ⁰⁰	12 394 17 671	14 799
8		19 ⁴⁵	17,3	100	999,0	2,1		20 ³⁷ 20 ¹⁶	14 429 11 200	12 712
9		20 ²⁰	17,3	100	999,3	2,1		21 ³⁵ 21 ⁵⁴	12 394 12 394	12 394
ŚREDNIA			18,5	99,9	998,1	2,1	ŚREDNIA		13 075	

95% przedział ufności wyniku 11 511 ÷ 14 852

Tabela 16. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych na wylocie z instalacji dezodoryzującej nr 1

LP.	POBÓR PRÓBKII – PUNKT B						ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	u [m/s]	DATA	GODZ.	c_{od} [ou _E /m ³]	
1	24.09. 2016	10 ⁰⁰	20,2	71,2	997,9	2,2	24.09. 2016	12 ²¹ 12 ²⁹	507 414	458
2		10 ³⁸	21,2	69,6	997,5	1,6		13 ¹³ 13 ²¹	507 653	575
3		11 ¹²	21,4	69,6	997,6	1,8		14 ⁰⁰ 14 ⁰⁹	338 507	414
4		12 ¹⁴	21,5	69,7	998,0	2,7		14 ²⁰ 14 ²⁷	533 482	507
5		13 ³⁰	21,4	69,1	997,7	3,5		14 ³⁶ 14 ⁴³	621 621	621
6		15 ⁰⁰	21,0	68,7	997,6	3,3		16 ³⁰ 16 ⁴⁴	507 687	590
7		18 ⁴⁵	19,3	65,8	998,5	1,7		17 ³⁶ 17 ⁴⁹	414 482	447
8		19 ⁴⁵	18,2	66,7	999,0	2,3		20 ²⁰ 20 ²⁸	458 414	435
9		20 ²⁰	17,6	66,4	999,3	3,2		21 ¹³ 21 ²¹	356 414	384
ŚREDNIA			20,2	68,5	998,1	2,5	ŚREDNIA		486	

95% przedział ufności wyniku 428 ÷ 552



Wyniki poglądowych pomiarów parametrów termodynamicznych gazu w punktach pobierania próbki (tab. 17) wykazały różnicę w natężeniu przepływu na wlocie oraz wylocie z ocenianej instalacji. Wielkość uzyskana na wlocie (ok. 59 m³/h) jest zbliżona do uzyskanej podczas pomiarów rozpoznawczych (ok. 51 m³/h). Wielkość otrzymana na wylocie (ok. 230 m³/h) jest zbliżona do nominalnej wydajności wentylatora (240 m³/h). Uwzględniając powyższe należy przypuszczać, że oczyszczane w instalacji nr 1 powietrze, przed odprowadzeniem do atmosfery, jest rozcieńczane strumieniem powietrza otoczenia wynoszącym około 180 m³/h.

Tabela 17. Wyniki oszacowania strumienia objętościowego na podstawie zmierzonych wartości temperatury, ciśnienia i prędkości gazu oraz średnicy w punktach pobierania próbek z instalacji dezodoryzującej nr 1

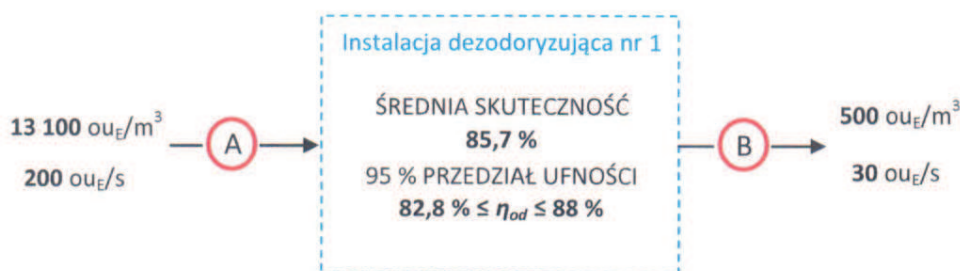
WARUNKI	WLOT – punkt A		WYLOT – punkt B
	22.09.2016 r.	24.09.2016 r.	24.09.2016 r.
RZECZYWISTE	0,0141 m ³ /s	0,0165 m ³ /s	0,0640 m ³ /s
STANDARDOWE	0,0139 m ³ /s	0,0163 m ³ /s	0,0630 m ³ /s

Uwzględniając wielkość strumienia oszacowaną dla warunków standardowych dla olfaktometrii, obliczono wielkość strumienia zapachowego (q_{od} [ou_E/s]) na wlocie oraz wylocie do/z instalacji. Wyniki oszacowanych wielkości przedstawiono w tabeli 18.

Tabela 18. Wyniki oszacowania strumienia zapachowego na wlocie i wylocie do/z instalacji dezodoryzującej nr 1

	WLOT – punkt A	WYLOT – punkt B
	24.09.2016 r.	24.09.2016 r.
STRUMIEŃ ZAPACHOWY q_{od} [ou _E /s]	214	31
95 % przedział ufności	188 ÷ 243	27 ÷ 35

W wyniku pomiarów uzyskano skuteczność dezodoryzacji na poziomie 86 % (rys. 40).



Rysunek 40. Skuteczność instalacji dezodoryzującej nr 1

6. EMISJA ZAPACHOWA Z BUDYNKU KRAT

Budynek krat jest wyposażony w mechaniczny system wentylacji wywiewnej, złożony z czterech wentylatorów dachowych (rys. 41):

- 1 – wentylator Dak250 o wydajności 320 m³/h, odprowadzający powietrze z poziomu „-1”
- 2 – wentylator Dak315 o wydajności 1100 m³/h, odprowadzający powietrze z poziomu „0”
- 3 – wentylator dwubiegowy WVPOH-160 o wydajności 180/360 m³/h odprowadzający powietrze z pomieszczenia instalacyjnego i środków dezynfekcyjnych, uruchamiany doraźnie
- 4 – wentylator Dak315 o wydajności 1100 m³/h, stanowiący wentylację awaryjną.

Niewielka ilość zanieczyszczonego powietrza z budynku krat jest odprowadzana do instalacji dezodoryzującej nr 1 (ilość nieznacząca ze względu na bardzo małą wydajność tej instalacji).



Rysunek 41. Wentylatory wyciągowe zlokalizowane na dachu budynku krat
[zdjęcie: PZJP]

Emisję zapachową (q_{od}) z budynku krat oszacowano w oparciu o równanie 5, na podstawie wyników pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) w powietrzu wentylacyjnym wyrzucanym n aktywnymi wentylatorami oraz informacji o wydajności tych wentylatorów (\dot{V}_i).

$$q_{od} = \sum_{i=1}^n \bar{c}_{od,i} \cdot \dot{V}_i \quad (5)$$

Badania olfaktometryczne przeprowadzono w dniu 19 września. W czasie badań:

- były aktywne dwa wentylatory (rys. 41 – wentylatory 1 i 2)
- drzwi do budynku były zamknięte.

Dla każdego wentylatora pobrano dziewięć próbek. Każdą próbkę pobierano przez 15 minut z prędkością 50 l/h. Stosowano jeden pięciominutowy cykl kondycjonowania. Próbki pobierano o różnych porach dnia, parami – po jednej z każdego wentylatora (rys. 41).

Sondy umieszczano w punkcie pomiarowym w sposób pokazany na rysunku 42.



Rysunek 42. Umieszczenie sondy w punkcie pomiarowym
[zdjęcie: PZJP]

W tabelach 19 i 20 zestawiono wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) z poszczególnych wentylatorów, w tym dla każdej pobranej próbki również przedstawiono:

- datę pobrania próbki, godzinę rozpoczęcia jej pobrania, a także wyniki pomiarów temperatury (T) i wilgotności (ϕ) pobieranego gazu oraz ciśnienia absolutnego (P)
- datę analizy olfaktometrycznej oraz godzinę jej zakończenia.

Tabela 19. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z wentylatora 1 na dachu budynku krat

LP.	POBÓR PRÓBKİ					ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	ϕ [%]	P [hPa]	DATA	GODZ.	c_{od} [ou _E /m ³]	
1	19.09. 2016	10 ²⁵	16,4	53,5	989,4	19.09. 2016	11 ²⁷ 11 ⁵³	276 414	338
2		11 ²⁵	17,8	47,4	989,4		12 ⁵⁵ 13 ⁰⁴	676 499	581
3		13 ⁰⁰	19,1	44,4	988,5		14 ¹⁵ 14 ²⁴	745 497	608
4		14 ⁰⁰	19,9	41,6	988,6		14 ⁵⁴ 15 ⁰³	276 321	298
5		15 ⁰⁰	20,4	40,0	988,3		15 ⁴⁸ 15 ⁵⁶	561 482	520
6		17 ⁰⁰	18,7	40,7	988,7		17 ¹⁶ 17 ³⁶	374 414	394
7		18 ⁰⁰	17,8	43,4	989,0		18 ³⁴ 18 ⁵⁰	935 726	824
8		19 ⁰⁰	17,0	46,9	989,6		19 ⁴² 19 ⁵²	399 310	352
9		20 ⁰⁰	15,8	50,2	990,0		21 ⁰⁵ 21 ¹⁷	497 449	472
		ŚREDNIA	18,1	45,3	989,0	ŚREDNIA		464	
95% przedział ufności wyniku 408 ÷ 527									



Tabela 20. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z wentylatora 2 na dachu budynku krat

LP.	POBÓR PRÓBKI					ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	19.09. 2016	10 ²⁵	17,6	51,3	989,2	19.09. 2016	12 ¹⁸	653	605
2		11 ²⁵	18,0	48,6	989,1		12 ³²	561	
3		13 ⁰⁰	19,1	46,9	989,1		13 ²³	964	964
4		14 ⁰⁰	19,4	45,0	988,1		13 ³²	964	
5		15 ⁰⁰	19,6	42,9	988,1		14 ³⁴	867	890
6		17 ⁰⁰	19,0	43,9	988,5		14 ⁴⁵	913	
7		18 ⁰⁰	18,5	45,4	989,5		15 ¹⁷	1 084	1 005
8		19 ⁰⁰	17,8	49,8	988,6		15 ²⁶	931	
9		20 ⁰⁰	17,2	48,6	990,5		16 ⁰⁴	980	908
					16 ¹²	842			
					17 ⁵⁹	2 095	1 846		
					18 ¹⁷	1 626			
					19 ⁰⁶	4 065	3 673		
					19 ¹⁵	3 319			
					20 ⁰⁴	853	771		
					20 ¹⁴	697			
					21 ²⁹	673	656		
					21 ³⁶	640			
ŚREDNIA			18,2	45,1	989,0	ŚREDNIA		1 055	
95% przedział ufności wyniku									929 ÷ 1 199

Emisja zapachowa obliczona przy założeniu maksymalnej wydajności wentylatorów (wentylator 1 – 320 m³/h; wentylator 2 – 1100 m³/h) wyniosła 364 ou_E/s (95 % przedział ufności wyniku: 320 ÷ 413 ou_E/s), w tym:

- 41 ou_E/s (95 % przedział ufności wyniku: 36 ÷ 47 ou_E/s) z wentylatora 1
- 322 ou_E/s (95 % przedział ufności wyniku: 284 ÷ 366 ou_E/s) z wentylatora 2.

7. EMISJA ZAPACHOWA Z BUDYNKU STACJI ZAGĘSZCZANIA I ODWADNIANIA OSADU

Budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu jest wentylowany za pomocą jednego wentylatora wywiewnego o wydajności 1380 m³/h zamontowanego na dachu budynku (rys. 43). Powietrze technologiczne może być odprowadzane do instalacji dezodoryzującej nr 2, przy czym wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że ewentualny strumień odprowadzany do instalacji dezodoryzującej jest nieznaczący.

Emisja z budynku została oszacowana zgodnie z równaniem 6, na podstawie wyników pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}) w powietrzu wentylacyjnym, odprowadzanym do atmosfery za pomocą wentylatora oraz informacji o wydajności tego wentylatora (\dot{V}).

$$q_{od} = \bar{c}_{od} \cdot \dot{V} \quad (6)$$

Pomiary olfaktometryczne przeprowadzono w dniach 25 i 26 września. W czasie badań:

- drzwi do budynku były zamknięte
- miał miejsce proces odwadniania osadu

łącznie pobrano 9 próbek emitowanego powietrza (podczas pobierania próbek od 1 do 3 była włączona jedna wirówka, a przy pobieraniu pozostałych próbek – dwie wirówki). Każdą próbkę pobierano przez 15 minut z prędkością 50 l/h z zastosowanie tego samego układu pobierania próbki (rys. 43). Pominięto procedurę kondycjonowania. Sondę w punkcie pobierania próbki umieszczano analogicznie, jak w przypadku oznaczenia emisji zapachowej z budynku krat (rys. 42).



Rysunek 43. Pobieranie próbek zanieczyszczonego powietrza emitowanego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu
[zdjęcie: PZJP]

Monitoring parametrów emitowanego powietrza był prowadzony przed i po pobraniu każdej próbki, przy czym nie jest kompletny, ze względu na awarię miernika Testo 400, która miała miejsce dnia 25. września ok. godziny 13-stej.

W tabeli 21 zestawiono wyniki pomiarów stężenia zapachowego (c_{od}), w tym dla każdej pobranej próbki przedstawiono również:

- datę pobrania próbki, godzinę rozpoczęcia jej pobrania, a także wyniki pomiarów temperatury (T) pobieranego gazu
- datę analizy olfaktometrycznej oraz godzinę jej zakończenia.



Tabela 21. Wyniki oznaczenia stężenia zapachowego w próbkach pobranych z wentylator na dachu budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu

LP.	POBÓR PRÓBK					ANALIZA OLFAKTOMETRYCZNA			
	DATA	GODZ.	T [°C]	Ø [%]	P [hPa]	DATA	GODZ.	c _{od} [ou _E /m ³]	
1	25.09. 2016	11 ⁴⁰	20,6	—*	—*	25.09. 2016	14 ⁰³	168 549	160 222
2		13 ¹⁰	—*	—*	—*		14 ¹⁴	152 306	
3		14 ⁴⁵	—*	—*	—*		15 ⁵⁶	144 781	144 781
4		16 ²⁵	21,2	—*	—*		16 ⁰⁵	144 781	
5		18 ⁴⁵	18,2	—*	—*		16 ²³	101 549	109 568
6		19 ⁴⁵	18,0	—*	—*		16 ³²	118 220	
7	26.09. 2016	13 ⁵⁰	21,2	—*	—*	26.09. 2016	18 ⁴¹	118 220	115 262
8		15 ¹⁰	21,8	—*	—*		18 ⁵³	112 379	
9		17 ³⁰	21,4	—*	—*		20 ⁴⁷	101 549	101 549
					20 ⁵⁶	101 549			
						21 ¹³	96 531	91 762	
						21 ⁵²	87 228		
						15 ²³	101 549	94 117	
						15 ³⁰	87 228		
						17 ⁴⁸	106 827	104 154	
						18 ⁰⁰	101 549		
						19 ¹¹	106 827	112 379	
						19 ¹⁹	118 220		
ŚREDNIA			20,3			ŚREDNIA		113 013	
95% przedział ufności wyniku 99 493 ÷ 128 371									

* awaria miernika Testo 400

Emisja zapachowa obliczona przy założeniu maksymalnej wydajności wentylatora (1380 m³/h) wyniosła **43 322 ou_E/s** (95 % przedział ufności wyniku: 38 139 ÷ 49 209 ou_E/s).

8. POMIARY OLFAKTOMETRYCZNE NA TERENIE OCZYSZCZALNI

W dniach 23 i 26 września br. zostały przeprowadzone pomiary olfaktometryczne na terenie Oczyszczalni. Celem pomiarów było:

- przygotowanie zespołu oceniającego zapach do rekonesansu terenowego w otoczeniu Oczyszczalni – tj. wytypowanie źródeł emisji zapachowej, znajdujących się na terenie Oczyszczalni, z których zapach może być wyczuwany poza granicami Oczyszczalni oraz zapoznanie się zespołu oceniającego z zapachem charakterystycznym dla tych źródeł
- oraz
- porównanie zapachowego oddziaływania trzech obiektów technologicznych: placu składowego osadu odwodnionego, stacji zlewczej ścieków dowożonych oraz bloku komór biologicznych.

Pierwszy cel zrealizowano poprzez wielokrotne obchodzenie całego terenu Oczyszczalni oraz badania rozpoznawcze z zastosowaniem czterech olfaktometrów terenowych Nasal Ranger (rys. 44).

Drugi cel zrealizowano poprzez przeprowadzenie monitoringu intensywności zapachu emitowanego ze źródła w czasie jednej godziny (rys. 45).



Rysunek 44. Rozpoznanie źródeł emisji z zastosowaniem olfaktometru terenowego Nasal Ranger



Rysunek 45. Monitoring intensywności zapachu przy źródłach emisji niezorganizowanej



Badania rozpoznawcze z użyciem olfaktometrów terenowych wykonywano przy źródłach emisji niezorganizowanej⁽⁷⁾. Podczas badań członkowie zespołu zapoznawali się z zapachem pochodzącym z danego źródła, w różnym stopniu rozcieńczonym czystym powietrzem (rozcieńczenia uzyskiwano za pomocą olfaktometru terenowego).

łącznie wytypowano sześć potencjalnie znaczących źródeł emisji zapachowej:

- instalacja dezodoryzująca nr 2
- plac składowania osadu odwodnionego (wiata z osadem)
- stacja zlewczna ścieków dowożonych
- blok komór biologicznych
- hala odwadniania/zagęszczania osadu
- budynek krat.

W wyniku badań stwierdzono, że stężenie zapachowe bezpośrednio przy źródłach emisji niezorganizowanej w większości przypadków wyraźnie przekracza 500 ou/m³.⁽⁸⁾

Ocenę intensywności zapachu emitowanego ze źródła, odniesioną do godziny, przeprowadzono dla:

- punktu zlewczego – w dniach 23 września od godziny 11³⁴ do 12³⁴ oraz 26 września od godziny 8⁵⁶ do 9⁵⁶
- placu składowania osadu odwodnionego – w dniu 23 września od godziny 13⁰⁰ do 14⁰⁰
- bloku komór biologicznych – w dniu 23 września od godziny 18⁰⁷ do godziny 19⁰⁷.

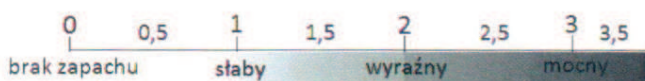
Warunki atmosferyczne, jakie panowały podczas badań przedstawiono w tabeli 22.

Tabela 22. Warunki atmosferyczne podczas badań terenowych na terenie oczyszczalni

DATA	23.09.2016		23.09.2016		23.09.2016		26.09.2016	
GODZ.	11 ⁴⁰	12 ³³	13 ⁰⁰	14 ⁰⁰	18 ⁰⁵	19 ⁰⁵	9 ¹³	10 ¹⁴
PRĘDKOŚĆ WIATRU [m/s]	0,9	0,8	2,2	0,8	0,8	0,2	0,2	0,5
KIERUNEK WIATRU	S	E	S	S	NE	NE	NE	E
ZACHMURZENIE [%]	70	70	50	50	50	50	60	0
TEMPERATURA [°C]	19,1	18,2	20,5	19,0	18,2	14,2	12,1	15,7
WILGOTNOŚĆ [%]	53,2	51,4	46,1	46,5	48,4	62,5	—*	—*
OPADY	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
CIŚNIENIE [hPa]	996,4	996,7	996,4	996,7	996,6	997,6	—*	—*

*awaria miernika Testo 400

Monitoring intensywności zapachu był prowadzony równocześnie przez pięciu członków zespołu, rozstawionych w bezpośrednim otoczeniu źródła. Każdy członek zespołu przez cały czas trwania pomiaru (60 minut) w sposób ciągły oceniał intensywność zapachu, notując swoje wrażenie dla każdej sekundy. Ocen dokonywano z użyciem skali werbalno-punktowej przedstawionej na rysunku 46.



Rysunek 46. Skala werbalno-punktowa intensywności zapachu

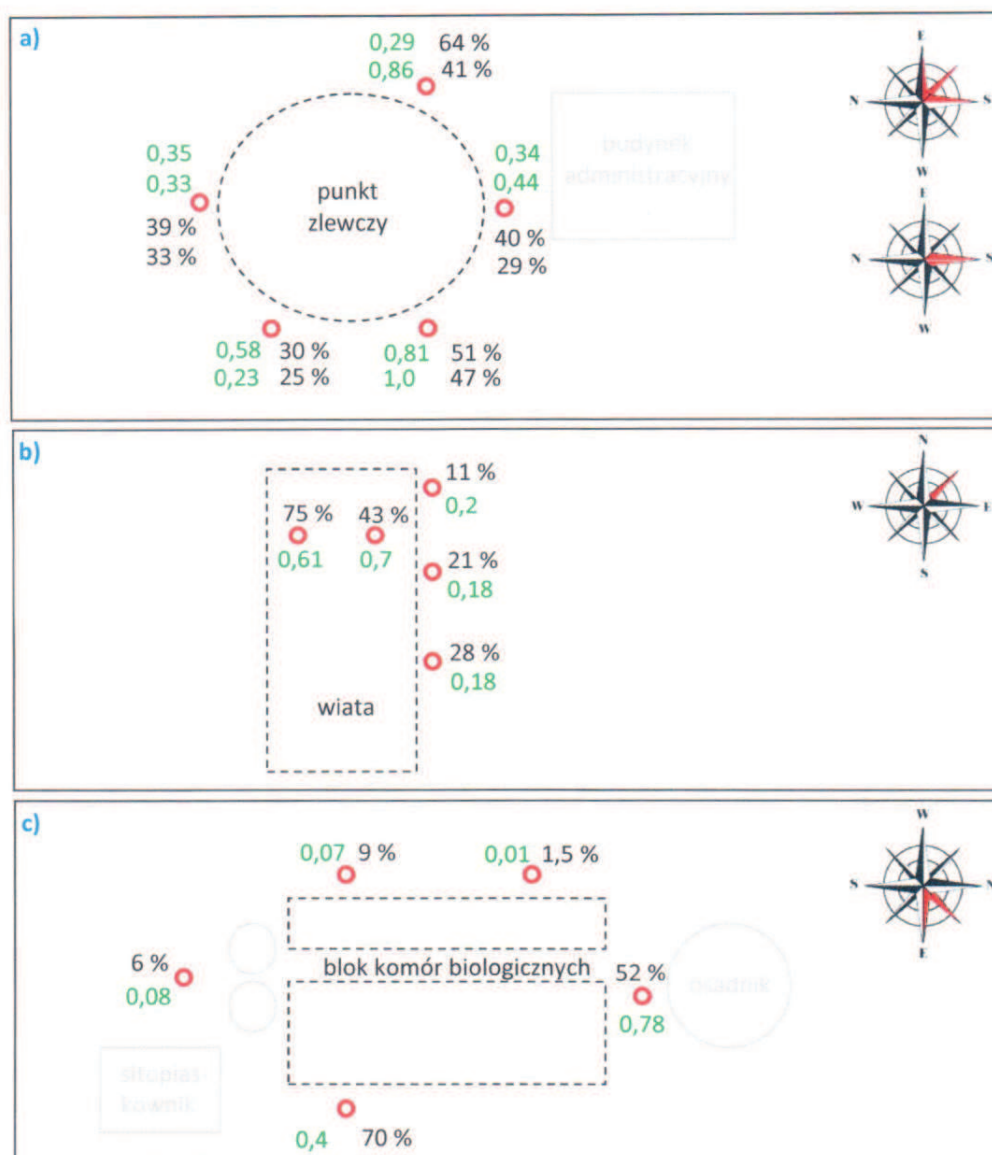
⁽⁷⁾ Członkowie zespołu zapoznali się z zapachem o różnym stężeniu, pochodzącym ze źródeł emisji zorganizowanej podczas wykonywania pomiarów stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej w mobilnym laboratorium.

⁽⁸⁾ Określenie górnej granicy przedziału występujących stężeń nie było możliwe z użyciem zastosowanej metody (zakres pomiarowy stężenia imisyjnego: 0 -501 ou/m³).

Dla każdego punktu pomiarowego obliczono odniesione do godziny:

- średnią intensywność zapachu pochodzącego z danego źródła
- oraz
- procent występowania zapachu pochodzącego z danego źródła.

Rozstawienie członków zespołu oraz wyniki uzyskane w poszczególnych punktach pomiarowych przedstawiono na rysunku 47.



Rysunek 47. Wyniki pomiarów olfaktometrycznych w bezpośrednim otoczeniu źródła
a) punkt zlewczy, b) plac składowania osadu, c) blok komór biologicznych

- – punkt pomiarowy
- 0 – średnia jednogodzinna intensywność zapachu
- 0 % – procent występowania zapachu w skali godziny



Zespołowa średnia intensywność zapachu, odniesiona do godziny, wyniosła:

- **0,52** dla punktu zlewczego (23-go września: 0,47; 26-go września: 0,57)
- **0,37** dla wiaty, pod którą jest składowany osad
- **0,27** dla bloku komór biologicznych.

Zespołowa średnia wartość procentu występowania zapachu w bezpośrednim otoczeniu źródła, odniesiona do godziny, wyniosła:

- **40 %** dla punktu zlewczego (23-go września: 40,2 %; 26-go września: 39,6 %)
- **36 %** dla wiaty, pod którą jest składowany osad
- **28 %** dla bloku komór biologicznych.

Uzyskane wyniki wykazały, że wszystkie poddane ocenie źródła emisji niezorganizowanej mogą wpływać na uciążliwość Oczyszczalni (emisja zapachowa zachodzi stosunkowo często, wywołując momentami bardzo mocne wrażenie węchowe).

Spośród trzech ocenianych źródeł emisji niezorganizowanej dominującym w okresie objętym pomiarami był punkt zlewczy ścieków dowożonych (uzyskano największą częstość występowania zapachu oraz najwyższą średnią wartość intensywności). Należy jednak mieć na uwadze, że uciążliwość wiaty, pod którą jest składowany osad zależy od ilości i jakości zgromadzonego pod nią osadu. Nie jest zatem wykluczone, że przy większej ilości osadu, od znajdującej się pod wiatą podczas badań (rys. 48) dominującym źródłem okazałaby się wiatka.



Rysunek 48. Zapelnienie wiaty z osadem w okresie objętym badaniami [zdjęcie: PZJP]

Niemniej jednak na podstawie uzyskanych wyników oraz poczynionych obserwacji, dotyczących zarówno stężenia zapachowego bezpośrednio przy źródłach, jak i charakterystycznej dla tych źródeł znaczącej różnorodności i zmienności emisji w czasie, należy stwierdzić brak zasadności podejmowania działań w kierunku oszacowania wielkości emisji zapachowej z tych źródeł.

9. POMIARY TERENOWE

Rozpoznawcze pomiary olfaktometryczne w otoczeniu oczyszczalni przeprowadzono w dniach 26, 27 i 29 września. Celem pomiarów było określenie dominującego źródła emisji, odpowiedzialnego za uciążliwość Oczyszczalni dla pobliskich mieszkańców.

Pomiary prowadzono w smudze zanieczyszczeń. W wybranych punktach zlokalizowanych po zawiętrznej stronie Oczyszczalni, sześciuosobowy zespół przez określony czas (od kilku do kilkudziesięciu minut, w zależności od punktu i warunków atmosferycznych) oceniał, czy występuje zapach pochodzący z oczyszczalni, oraz w przypadku jego występowania – wskazywał potencjalne źródło, z którego pochodzi ten zapach.



Ze względu na niesprzyjające warunki atmosferyczne panujące w dniach, w których odbywały się badania terenowe (bezwietrznie lub bardzo słaby wiatr; przeważające wiatry południowe i zachodnie) zgromadzono ubogi zbiór wyników, niepozwalający na jednoznaczne wskazanie dominującego źródła.

W punktach pomiarowych zlokalizowanych przy najbliższych zabudowaniach mieszkalnych (ulica Mała) przy przeważającym, słabym wietrze południowo-zachodnim zarejestrowano zapach pochodzący ze wszystkich źródeł zidentyfikowanych podczas rekonesansu przeprowadzonego przez zespół oceniających na terenie oczyszczalni, tj. wiaty z osadem, bloku komór biologicznych, instalacji dezodoryzującej nr 2, budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu, hali krat oraz punktu zlewczego. Podczas stanów bezwietrznych na ulicy Małej nie zaobserwowano występowania zapachu pochodzącego z Oczyszczalni.

Uwaga: w wyniku rekonesansu terenowego zauważono, że na rogu ulicy Małej stosunkowo często występuje zapach przypominający szambo i na pewno nie pochodzący z Oczyszczalni.

10. MODELOWANIE DYSPERSJI ZANIECZYSZCZEŃ

Zasadniczym celem obliczeń modelowych było:

- ocenienie aktualnego zasięgu zapachowego oddziaływania poszczególnych źródeł emisji zorganizowanej, znajdujących się na terenie Oczyszczalni (budynku krat, budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu oraz instalacji dezodoryzujących nr 1 i 2), a także ich skumulowanego oddziaływania
- oszacowanie potencjalnej uciążliwości instalacji dezodoryzujących nr 1 i 2 w zależności od skuteczności zachodzącego w nich procesu dezodoryzacji, zmierzające do określenia istotności wpływu tej instalacji na uciążliwość Oczyszczalni
- oszacowanie rzędu wielkości maksymalnej emisji zapachowej z terenu Oczyszczalni, przy której jej oddziaływanie nie powinno stanowić nadmiernej uciążliwości dla lokalnej ludności.

Obliczenia wykonano z zastosowaniem referencyjnego⁽⁹⁾ modelu dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze. Użyto pakietu oprogramowania firmy PROEKO Ryszard Samoć – „Operat-FB” dla Windows v.5.3.12 (wersja rozszerzona, licencja: 377/OW/10, atest Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie numer BA/147/96).

Analizie poddano obszar o promieniu około 1250 m, obejmujący wszystkie miejsca, z których odnotowano skargi. Zastosowano siatkę 2500 m x 2500 m, złożoną z 2601 punktów obliczeniowych (rys. 49).

W zależności od analizowanego wariantu, przyjmowano za źródło emisji emitor punktowy lub powierzchniowy. Szczegółowe dane emitorów i parametry emisji zastosowane w poszczególnych wariantach przedstawiono w podrozdziałach od 10.1 do 10.5).

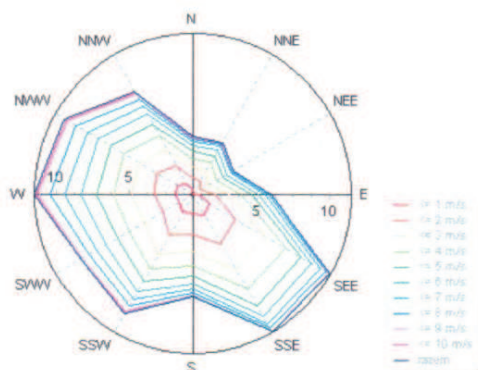
⁽⁹⁾ Ministerstwo Środowiska RP: *Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu*; (Dz.U., 2010 nr 16 poz.87).



Rysunek 49. Siatka obliczeniowa

W obliczeniach:

- założono zerowe tło odorantów
- przyjęto wysokość receptorów równą 1,5 (założono, że na tej wysokości znajduje się nos przeciętnego człowieka)
- przyjęto współczynnik aerodynamicznej szorstkości terenu (z_d) równy 1,16 ⁽¹⁰⁾
- wykorzystano dane meteorologiczne ze stacji IMiGW Łódź Lublinek, dostępne w programie Operat FB w postaci róży wiatrów pokazanej na rysunku 50
- zastosowano jeden okres obliczeniowy, dla którego założono stałą wielkość emisji zapachowej.



Rysunek 50. Róża wiatrów roczna dla stacji IMiGW Łódź Lublinek

[Źródło: Operat-FB" dla Windows v.5.3.12]

⁽¹⁰⁾ Za współczynnik szorstkości terenu przyjęto średnią wartość dla wszystkich dwunastu kierunków. Poszczególnym kierunkom przypisano, na podstawie tabeli 4 Załącznika nr 2 do *Rozporządzenia ministra środowiska z 2010 r.*, Dz.U, 2010 nr 16 poz.87, współczynnik szorstkości dla dominującego na danym kierunku typu pokrycia terenu. Pominięto dokładne wyznaczenie wartości współczynnika, z zachowaniem wszystkich zaleceń Rozporządzenia, ze względu na nieznaczący w podjętej analizie wpływ tego parametru na wyniki obliczeń i wnioski.



W punktach siatki obliczono:

- częstość przekraczania w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (jednogodzinne stężenie zapachowe $0,1 \text{ ou/m}^3$) i środowiskowego progu rozpoznawalności (jednogodzinne stężenie zapachowe 1 ou/m^3) zapachu

oraz

- stężenia maksymalne (średnie jednogodzinne), jakie mogą wystąpić w najbardziej niekorzystnej sytuacji meteorologicznej i technologicznej.

Wyniki przedstawiono graficznie, w formie izolinii.

Wnioski wyciągnięto w oparciu o wartości odniesienia proponowane od wielu lat przez Ministerstwo Środowiska we wszelkich poprawnych merytorycznie rozważanych formach prawnego uregulowania problemu uciążliwości zapachowej (m.in. w projekcie Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2004 roku czy w projekcie Ustawy o przeciwdziałaniu uciążliwości zapachowej z 2008 roku). Zgodnie z nimi stężenie zapachowe 1 ou/m^3 uśrednione dla 1 godziny nie może być przekraczane częściej niż przez 8 % czasu w roku w okresie przejściowym, a potem nie częściej niż przez 3 % czasu w roku.

10.1. BUDYNEK KRAT

W analizie dla budynku krat założono, że emisja zachodzi wyłącznie przez dwa podstawowe wentylatory. Przyjęte w obliczeniach parametry emitatorów i emisji przedstawiono w tabeli 23. W analizie uwzględniono wielkości emisji zapachowej odpowiadające górnym granicom przedziałów ufności wartości zmierzonych, przedstawionych w rozdziale 6.

Tabela 23. Dane emitatorów i emisji – budynek krat

	EMITOR 1	EMITOR 2
RODZAJ EMITORA	punktowy, wylot boczny	punktowy, wylot boczny
WYSOKOŚĆ EMITORA	5m	5m
WYLOT EMITORA	okrągły o średnicy $0,555 \text{ m}^{(*)}$	okrągły o średnicy $0,655 \text{ m}^{(*)}$
PRĘDKOŚĆ GAZÓW	$0,4 \text{ m/s}^{(*)}$	$0,9 \text{ m/s}^{(*)}$
TEMPERATURA GAZÓW	$18 \text{ }^\circ\text{C}$	$18 \text{ }^\circ\text{C}$
EMISJA ZAPACHOWA	$47 \text{ ou}_E/\text{s}$	$366 \text{ ou}_E/\text{s}$

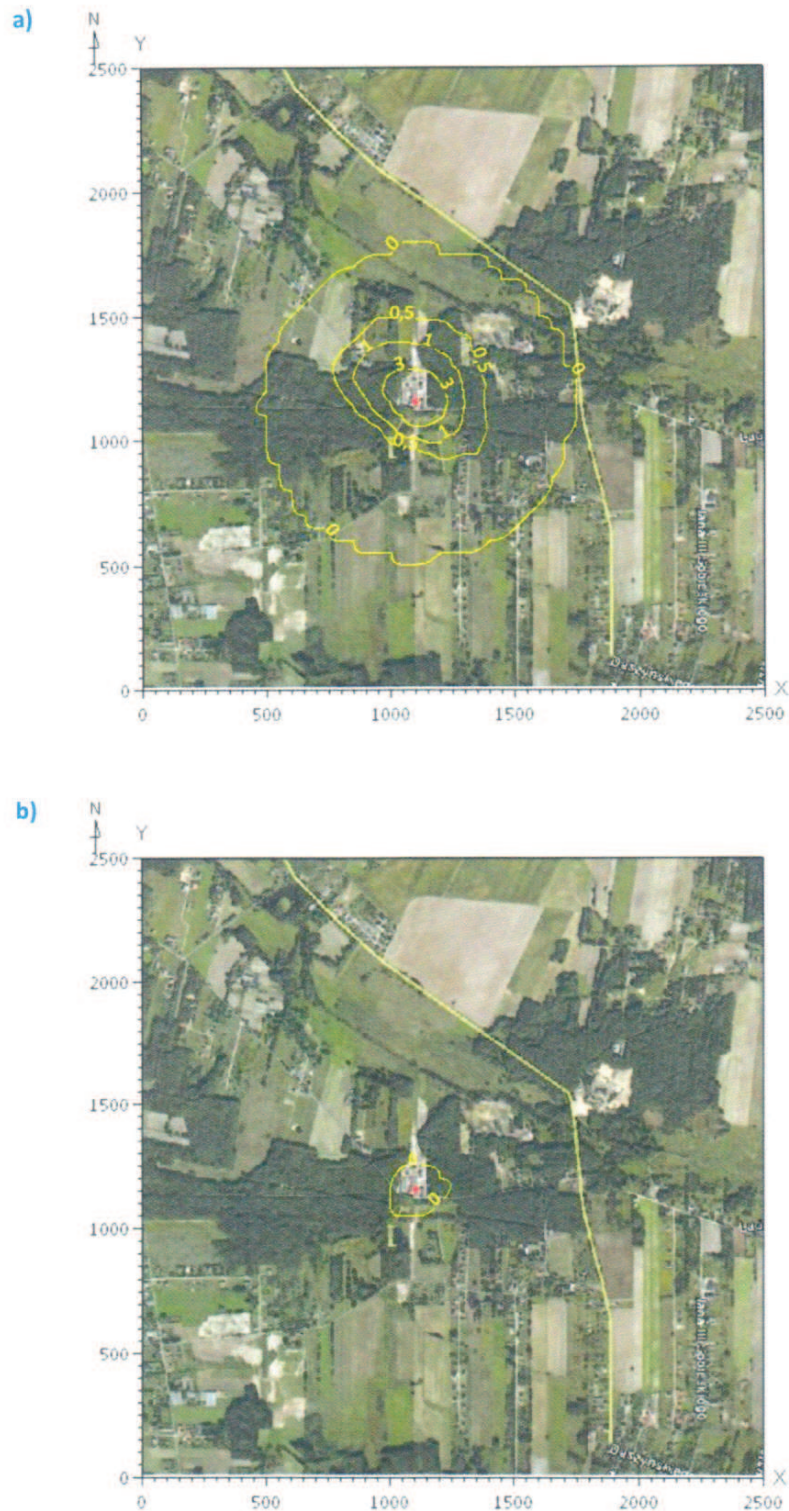
^(*) Parametry niemające znaczącego wpływu na wyniki obliczeń i wnioski przy zastosowanym modelu teoretycznym źródła (emitator punktowy z wylotem bocznym)

Sprawdzono również, czy liczba aktywnych wentylatorów wpływa na oddziaływanie budynku krat.

Wyniki obliczeń, pokazujące oddziaływanie budynku krat przy założeniu, że warunki technologiczne, takie jak w okresie badań, panują w ciągu całego roku, przedstawiono na rysunkach 51 i 52. Wskazują one, że budynek krat nieznacząco oddziałuje na otoczenie. Zapach pochodzący z tej instalacji może być wyczuwany w odległości do około 600 m, przy czym:

- częstość jego występowania w skali roku jest niewielka ($< 1 \%$ czasu roku; rys. 51 a)
- maksymalne stężenie występujące na obszarach zamieszkałych nie przekracza 5 ou/m^3 (jednogodzinne stężenie maksymalne w granicach $0,1 \div 0,5 \text{ ou/m}^3$)⁽¹¹⁾ co oznacza zapach słaby, ledwo rozpoznawalny.

⁽¹¹⁾ Przyjmuje się, że chwilowe stężenie imisyjne może być dziesięciokrotnie wyższe/nizsze od stężenia uśrednionego do godziny.



Rysunek 51. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z budynku krat [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 52. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m^3]) zapachu pochodzącego z budynku krat

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

Z punktu widzenia zasięgu i stopnia zapachowego oddziaływania budynku krat, nie ma znaczenia czy powietrze wentylacyjne z instalacji jest wyrzucane do atmosfery z zastosowaniem 2, 3 czy 4 wentylatorów zlokalizowanych na dachu budynku.

10.2. BUDYNEK STACJI ZAGĘSZCZANIA I ODWADNIANIA OSADU

W analizie dla budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu założono, że emisja zachodzi wyłącznie przez jeden wentylator. Przyjęte w obliczeniach parametry emitora i emisji przedstawiono w tabeli 24. W analizie uwzględniono wielkość emisji zapachowej odpowiadającą górnej granicy przedziału ufności wartości zmierzonych, przedstawionych w rozdziale 7.

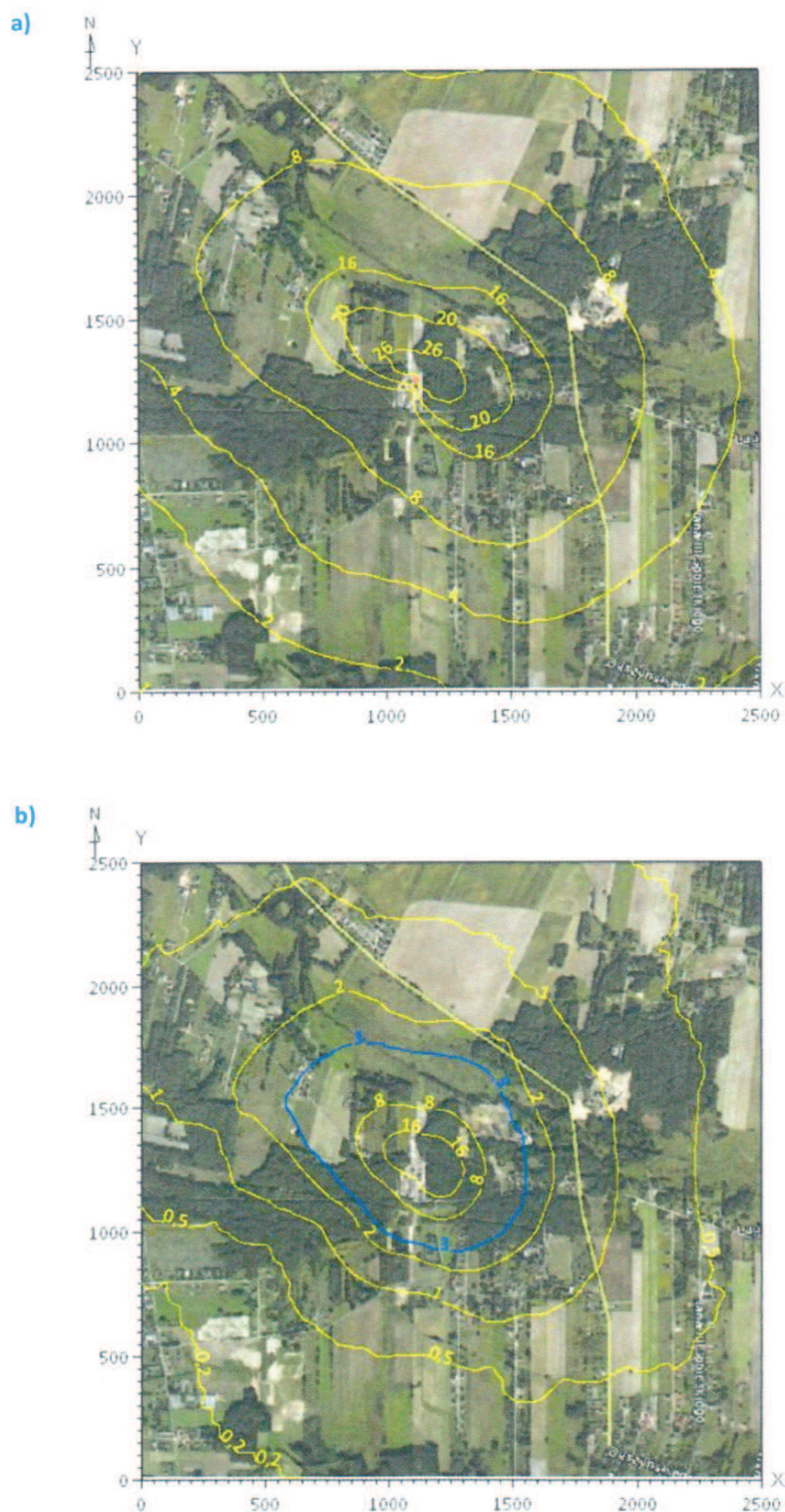
Tabela 24. Dane emitora i emisji – budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu

RODZAJ EMITORA	punktowy, wylot boczny
WYSOKOŚĆ EMITORA	7,67 m
WYLOT EMITORA	okrągły o średnicy 0,555 m ^(*)
PRĘDKOŚĆ GAZÓW	0,4 m/s ^(*)
TEMPERATURA GAZÓW	20 °C
EMISJA ZAPACHOWA	49 200 ou_E/s

^(*) Parametry niemające znaczącego wpływu na wyniki obliczeń i wnioski przy zastosowanym modelu teoretycznym źródła (emitor punktowy z wylotem bocznym)

Na rysunkach 53 i 54 przedstawiono wyniki obliczeń dla skrajnych (hipotetycznych) przypadków, w których proces odwadniania jest prowadzony:

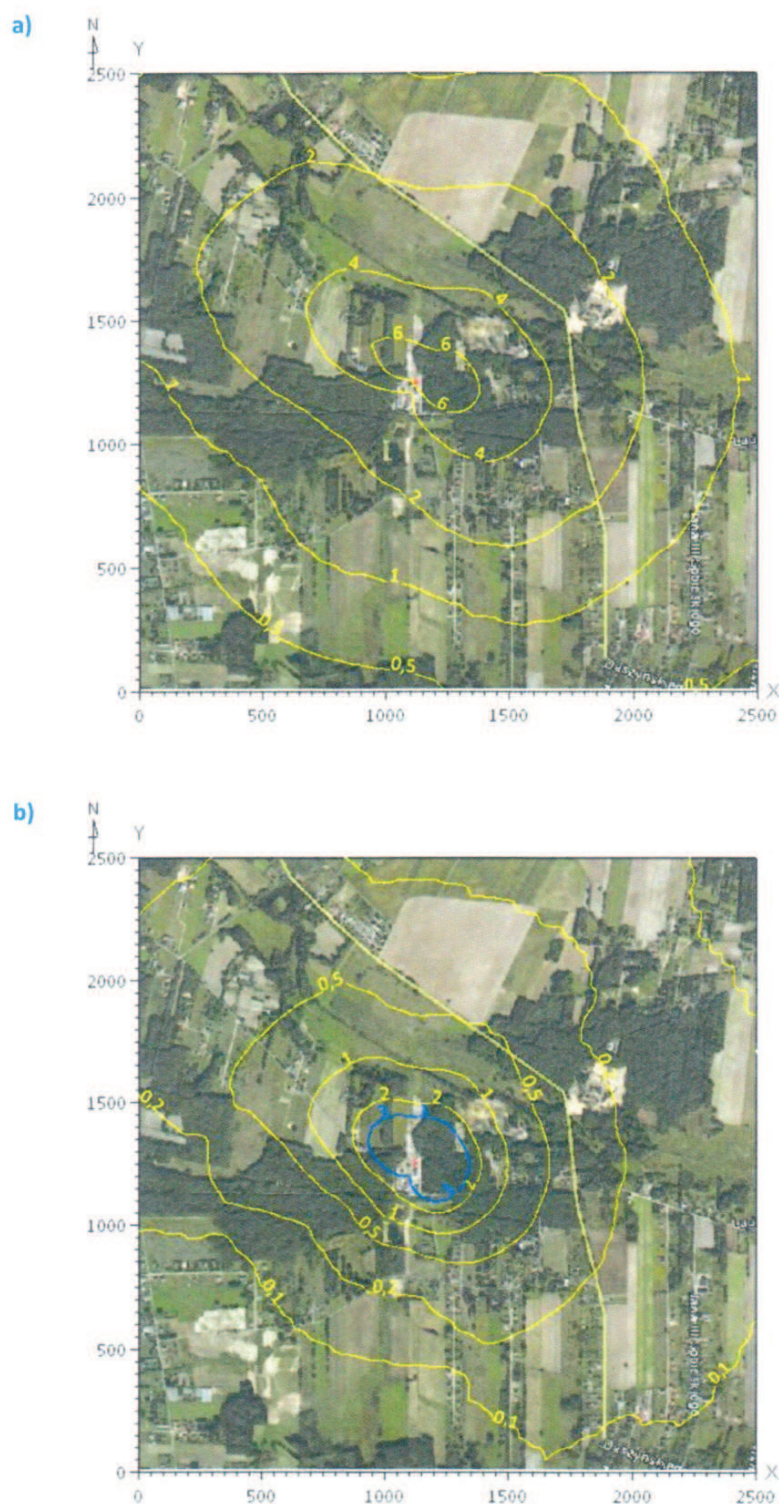
- w sposób ciągły przez cały rok (czas pracy emitora: 8760 godzin w roku) – rys. 53
- średnio przez 6 godzin dziennie (czas pracy emitora: 2200 godzin w roku), a emisja zapachowa z budynku, mająca miejsce przez pozostałą część doby, jest nieznacząca – rys. 54



Rysunek 53. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu [% czasu roku]

Czas pracy emitora: 8760 godzin w roku

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



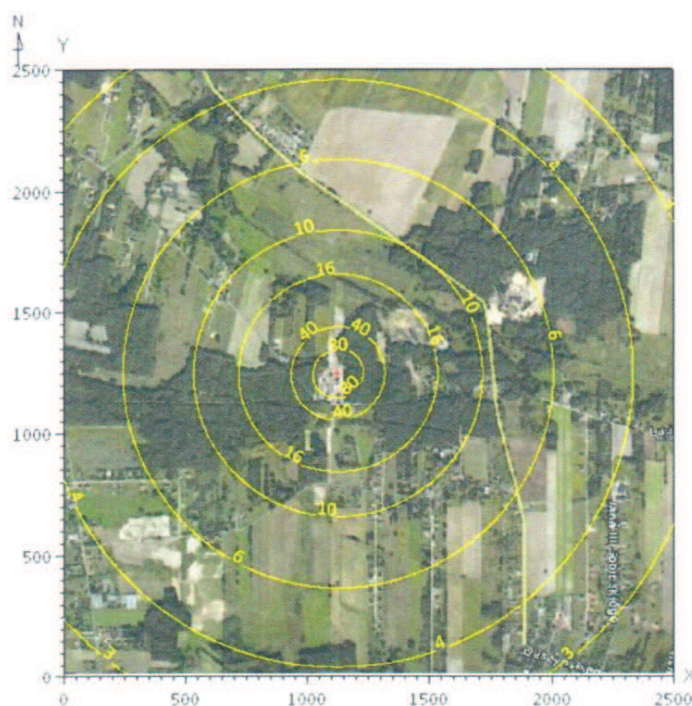
Rysunek 54. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu [% czasu roku]

Czas pracy emitora: 2 200 godzin w roku

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

Rzeczywisty stopień oddziaływania budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu na otoczenie jest mniejszy od przedstawionego na rysunku 53, i większy od przedstawionego na rysunku 54. Jednoznaczne określenie tego oddziaływania nie było możliwe ze względu na brak danych niezbędnych do oszacowania wielkości emisji zapachowej z budynku w sytuacji, gdy nie jest prowadzony proces odwadniania (pomiar emisji zapachowej zostały przeprowadzone przy możliwie największej emisji, jaka ma miejsce podczas odwadniania osadu).

Na rysunku 55 przedstawiono izolinie jednogodzinnych stężeń maksymalnych, jakie mogą pojawić się w otoczeniu budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu w najgorszej sytuacji meteorologicznej oraz technologicznej (podczas procesu odwadniania).



Rysunek 55. Izolinie stężeń maksymalnych ($C_{od,60}$ [ou/m^3]) zapachu pochodzącego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu

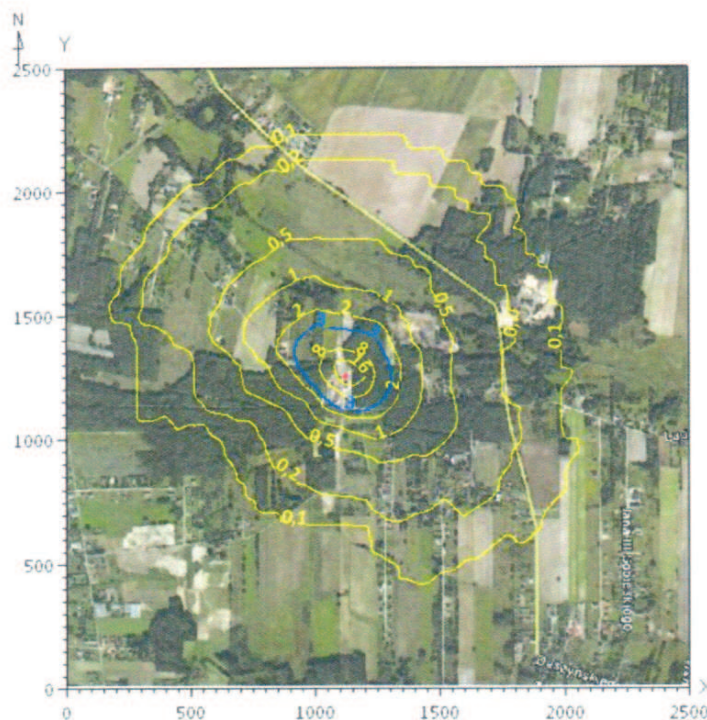
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

Wyniki obliczeń wskazują, że budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu znacząco oddziałuje na otoczenie i bez wątpienia stanowi uciążliwość dla lokalnych mieszkańców. Zapach pochodzący z tej instalacji może być wyczuwany na całym obszarze objętym analizą. Częstość jego występowania w skali roku na obszarach zamieszkałych, zlokalizowanych najbliżej Oczyszczalni w kierunku północno-zachodnim, jest na tyle duża, że może być przyczyną konfliktu społecznego:

- oscyluje na granicy akceptowalności przy założeniu, że jeżeli nie jest prowadzone odwadnianie osadu to emisja z budynku jest niewielka (odwadnianie jest prowadzone codziennie przez 6 h)
- stanowi ponadnormatywną uciążliwość (wg projektu ustawy odorowej), przy założeniu, że emisja zapachowa z budynku jest znacząca nawet wtedy, gdy nie jest prowadzony proces odwadniania osadu.

Maksymalne stężenie występujące na obszarach zamieszkałych wynosi od kilku do około 300 ou/m^3 (rys. 55), co oznacza zapach wyraźny, mocny a nawet bardzo mocny.

Aby budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu nie stanowił uciążliwości dla lokalnych mieszkańców, należy ograniczyć z niego emisję zapachową do poziomu około 10 tys. ou/s (rys. 56).



Rysunek 56. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu rozpoznawalności zapachu pochodzącego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu przy ograniczeniu emisji do poziomu 10 000 ou/s [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

10.3. INSTALACJA DEZODORYZUJĄCA NR 1

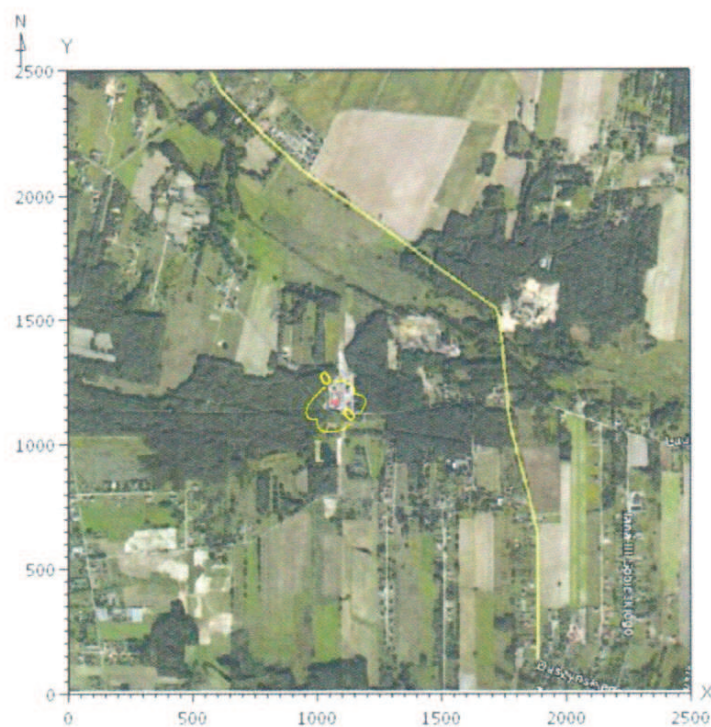
W analizie dla instalacji dezodoryzującej nr 1 założono, że jej skuteczność przez cały rok utrzymuje się na poziomie potwierdzonym w wyniku przeprowadzonych badań olfaktometrycznych (około 80 ÷ 90 %; redukcja strumienia zapachowego do poziomu 30 ou_E/s). Przyjęte w obliczeniach parametry emitora i emisji przedstawiono w tabeli 25. W analizie uwzględniono wielkość emisji zapachowej odpowiadającą górnej granicy przedziału ufności wartości zmierzonych, przedstawionych w rozdziale 5.

Tabela 25. Dane emitora i emisji – instalacja dezodoryzująca nr 1

RODZAJ EMITORA	punktowy, niezadaszony
WYSOKOŚĆ EMITORA	3,5 m
WYŁOT EMITORA	kwadratowy; 0,16 m x 0,16 m
PRĘDKOŚĆ GAZÓW	2,5 m/s
TEMPERATURA GAZÓW	20 °C
EMISJA ZAPACHOWA	35 ou _E /s

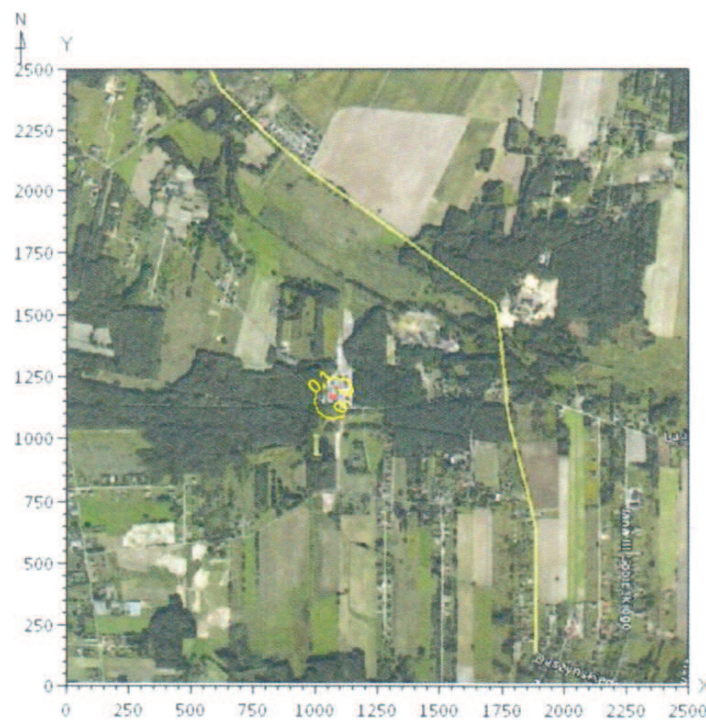
Wyniki obliczeń, pokazujące zasięg zapachowego oddziaływania tej instalacji przy założeniu, że warunki technologiczne, takie jak w okresie badań, panują w ciągu całego roku przedstawiono na rysunkach 57 i 58. Wskazują one na to, że oddziaływanie instalacji praktycznie nie wykracza poza teren Oczyszczalni.

Sprawdzono również, jak zmienia się sytuacja w przypadku, gdy w instalacji nie będzie zachodzić proces dezodoryzacji (założenie: strumień zapachowy odprowadzany do atmosfery jest równy strumieniowi oszacowanemu na wlocie do instalacji i wynosi ok. 250 ou_E/m³; patrz tab.18; rys. 59 i 60).



Rysunek 57. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 1 [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



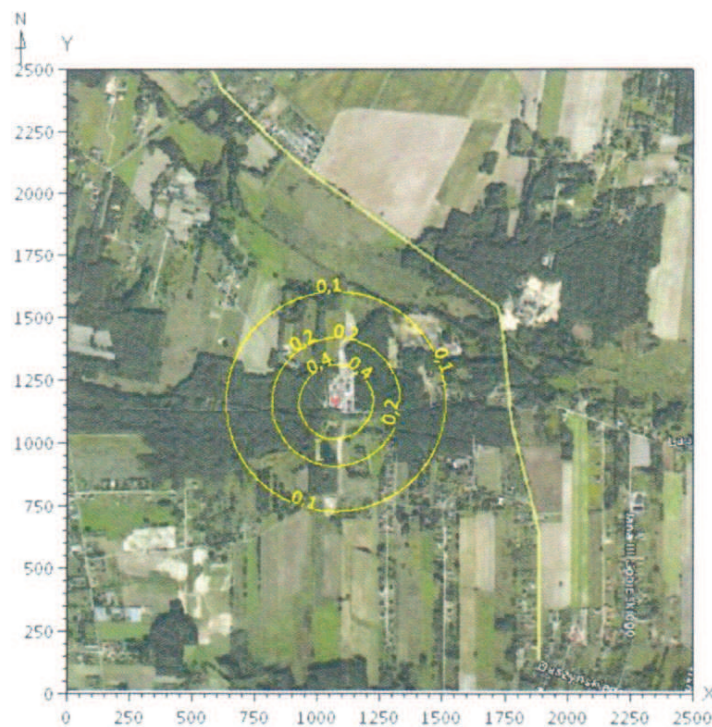
Rysunek 58. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m³]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 1

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 59. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 1 przy założeniu braku dezodoryzacji w instalacji [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 60. Izolinie stężeń maksymalnych ($C_{od,60}$ [ou/m³]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 1 przy założeniu braku dezodoryzacji w instalacji

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

Wyniki obliczeń wskazują, że instalacja dezodoryzująca nr 1, nawet w przypadku nieskutecznej pracy, nie oddziaływałaby znacząco na otoczenie (zapach pochodzący z tej instalacji byłby wyczuwany w odległości do 400 m, przy czym częstość jego występowania oraz intensywność wywoływanego wrażenia byłyby niewielkie; zapach byłby ledwo rozpoznawalny).

10.4. INSTALACJA DEZODORYZUJĄCA NR 2

W analizie dla instalacji dezodoryzującej nr 2 założono, że jej skuteczność przez cały rok utrzymuje się na poziomie potwierdzonym w wyniku przeprowadzonych badań olfaktometrycznych (powyżej 99 %; redukcja strumienia zapachowego do poziomu ok. 200 ou_E/s). Przyjęte w obliczeniach parametry emitora i emisji przedstawiono w tabeli 26. W analizie uwzględniono wielkość emisji zapachowej odpowiadającą górnej granicy przedziału ufności wartości zmierzonych, przedstawionych w rozdziale 4.1 (patrz: tab. 8).

Tabela 26. Dane emitora i emisji – instalacja dezodoryzująca nr 2

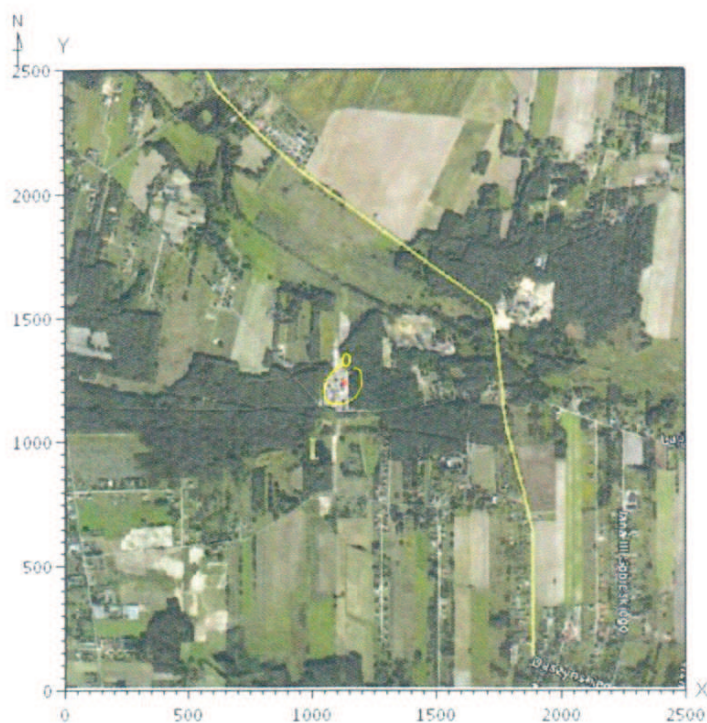
RODZAJ EMITORA	punktowy, zadaszony
WYSOKOŚĆ EMITORA	4,2 m
WYLOT EMITORA	okrągły o średnicy 0,16 m
PRĘDKOŚĆ GAZÓW	18,5 m/s
TEMPERATURA GAZÓW	40 °C
EMISJA ZAPACHOWA	226 ou _E /s

Wyniki obliczeń, pokazujące zasięg zapachowego oddziaływania tej instalacji przy założeniu, że warunki technologiczne, takie jak w okresie badań, panują w ciągu całego roku przedstawiono na rysunkach 61 i 62.



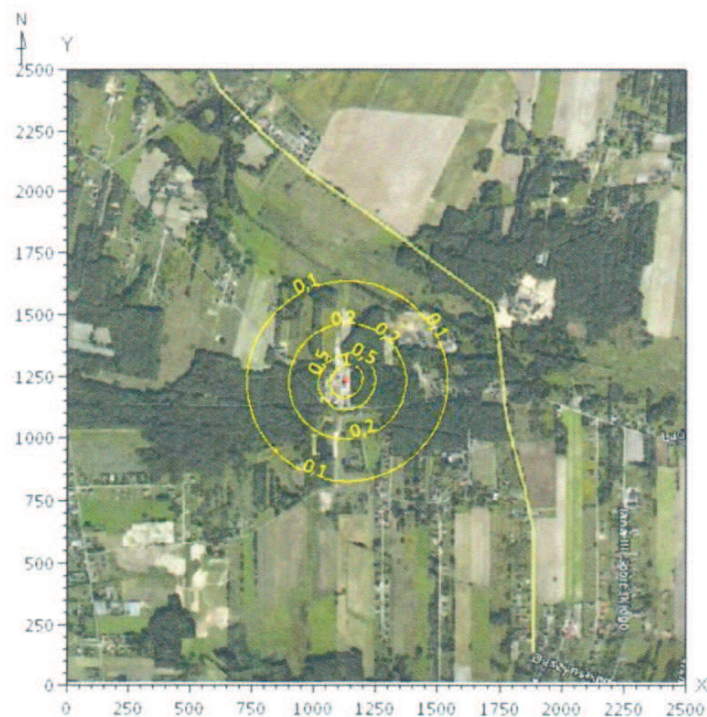
Rysunek 61 a. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 61 b. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu rozpoznawalności zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 62. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m³]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Otrzymane wyniki wskazują na to, że przy skuteczności dezodoryzacji potwierdzonej badaniami (powyżej 99 %) instalacja nie oddziałuje znacząco na otoczenie. Zapach pochodzący z tej instalacji może być wyczuwany w odległości do około 400 m, przy czym:

- częstość jego występowania w skali roku jest niewielka (< 4 % czasu roku; rys. 61 a)
- maksymalne stężenie występujące na obszarach zamieszkałych (rys. 62) nie przekracza 2 ou/m^3 (jednogodzinne stężenie maksymalne w granicach $0,1 \div 0,2 \text{ ou/m}^3$), co oznacza zapach słaby, ledwo rozpoznawalny.

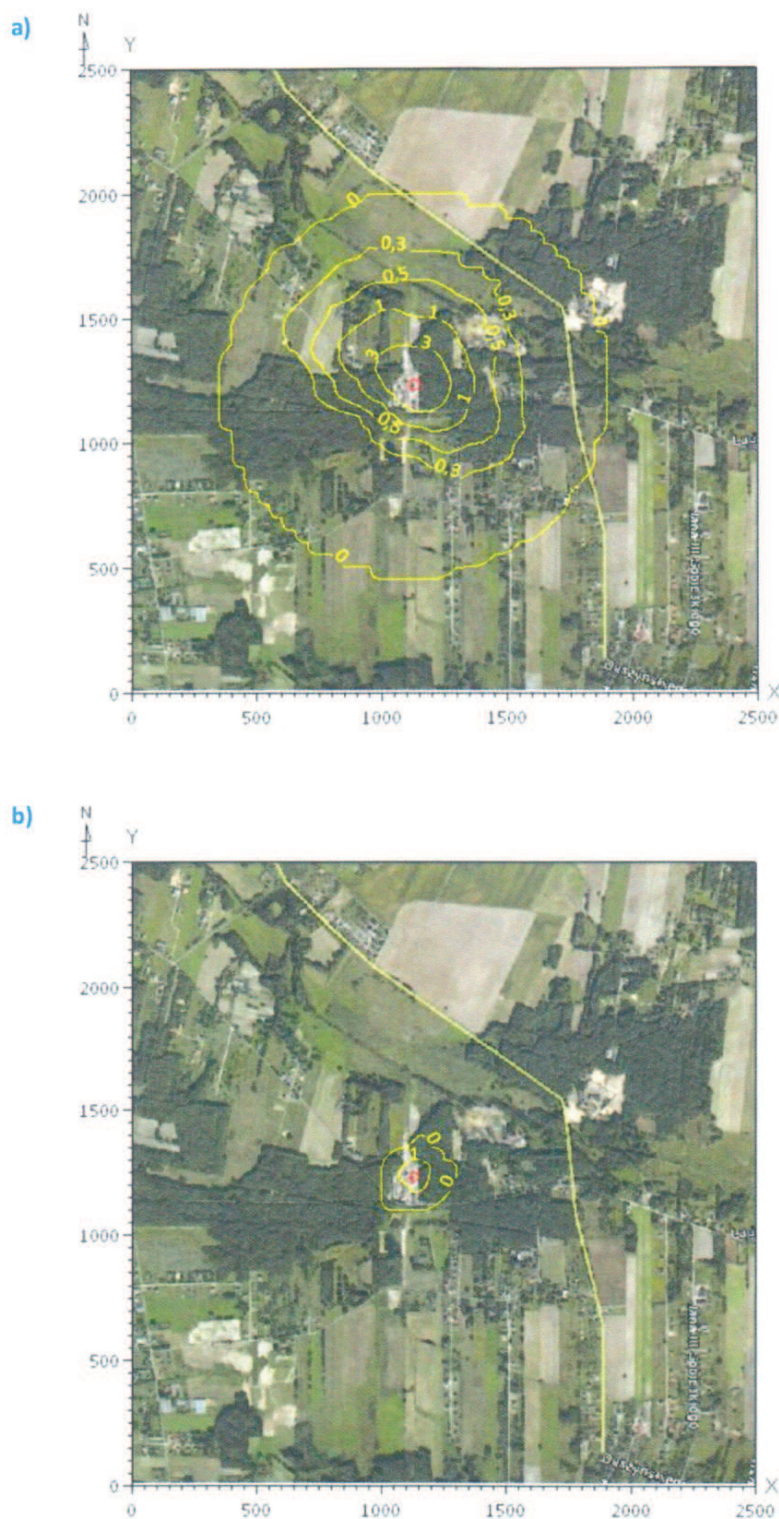
Sprawdzono zatem jak zmienia się sytuacja w przypadku, gdy skuteczność instalacji obniży się. Łącznie przeanalizowano 6 wariantów emisji zapachowej na wylocie z instalacji, przedstawionych w tabeli 27. Wyniki obliczeń otrzymane w poszczególnych wariantach przedstawiono na rysunkach od 63 do 69.

Tabela 27. Warianty obliczeń dla instalacji dezodoryzującej nr 2

WARIANT	EMISJA ZAPACHOWA [ou_E/s]
1	500
2	5 000
3	10 000
4	25 000
5	50 000
6	100 000

W przypadku skuteczności dezodoryzacji na poziomie 99 % (emisja zapachowa ograniczona do poziomu rzędu $500 \text{ ou}_E/\text{s}$) zapach pochodzący z instalacji może być wyczuwany w odległości do około 700 m, a w przypadku skuteczności dezodoryzacji na poziomie 90 % (emisja zapachowa ograniczona do poziomu $5 000 \text{ ou}_E/\text{s}$) – na całym obszarze objętym analizą, przy czym w obu przypadkach częstość występowania tego zapachu oraz wywoływana nim intensywność wrażenia nie będą stanowić uciążliwości dla pobliskich mieszkańców.

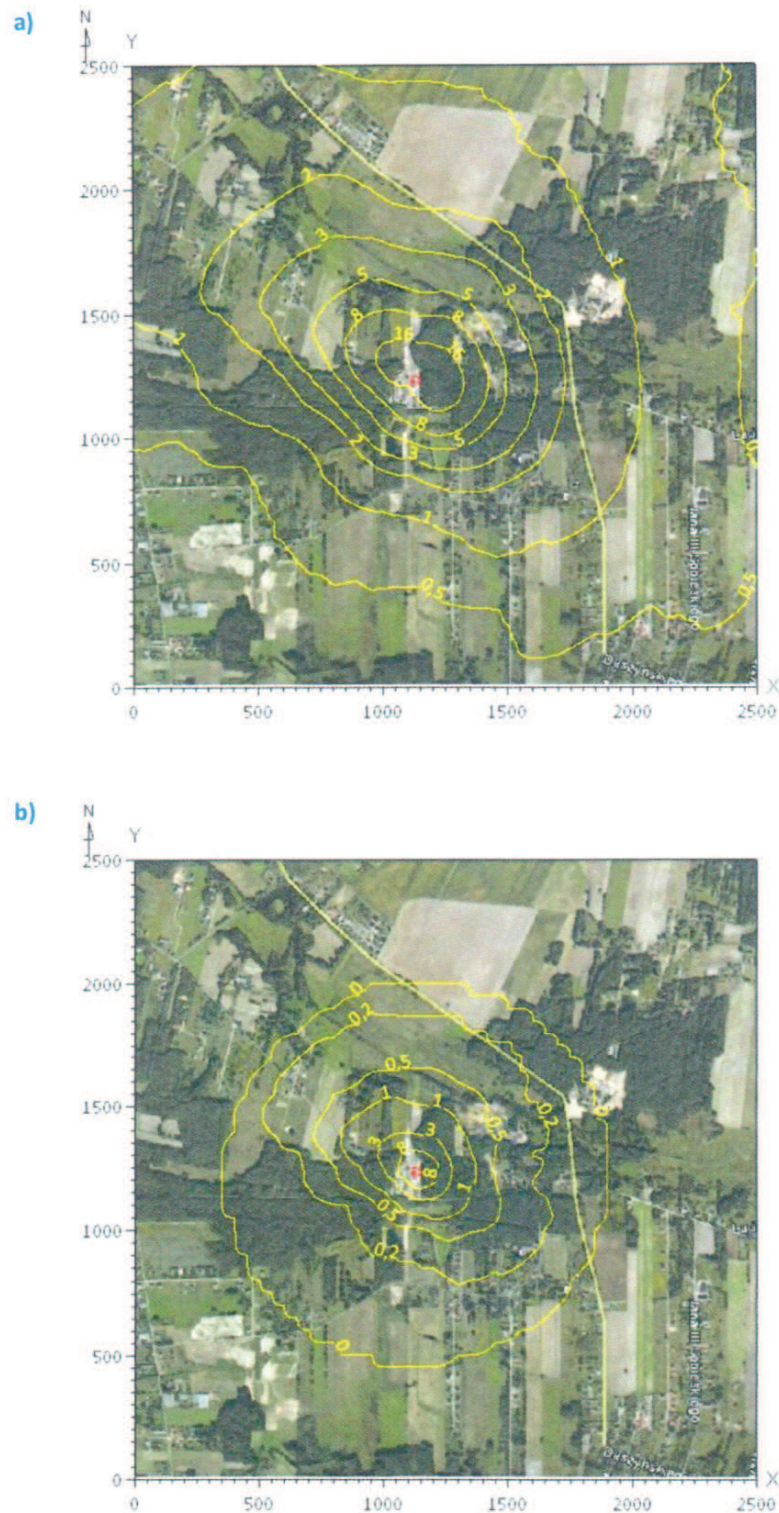
W przypadku skuteczności na poziomie 80 % i mniejszej (emisja zapachowa rzędu $10 000 \text{ ou}_E/\text{s}$ i wyższa) zapach pochodzący z instalacji dezodoryzującej będzie wyczuwany na całym obszarze objętym analizą, a częstość jego występowania oraz wywoływana nim intensywność wrażenia będą stanowić uciążliwości dla pobliskich mieszkańców.



Rysunek 63. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 1: Emisja zapachowa 500 ou_E/s

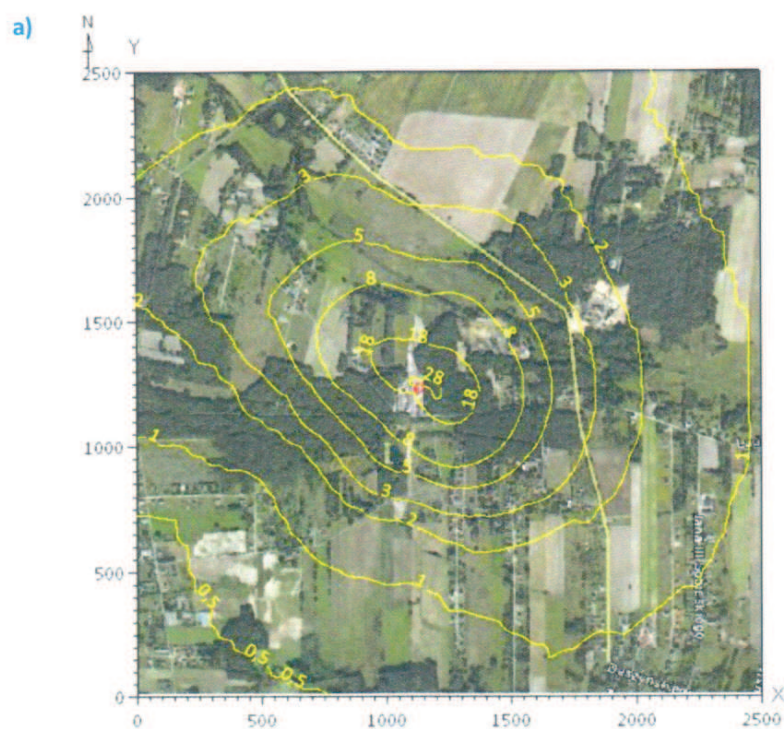
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 64. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 2: Emisja zapachowa 5 000 ou_t/s

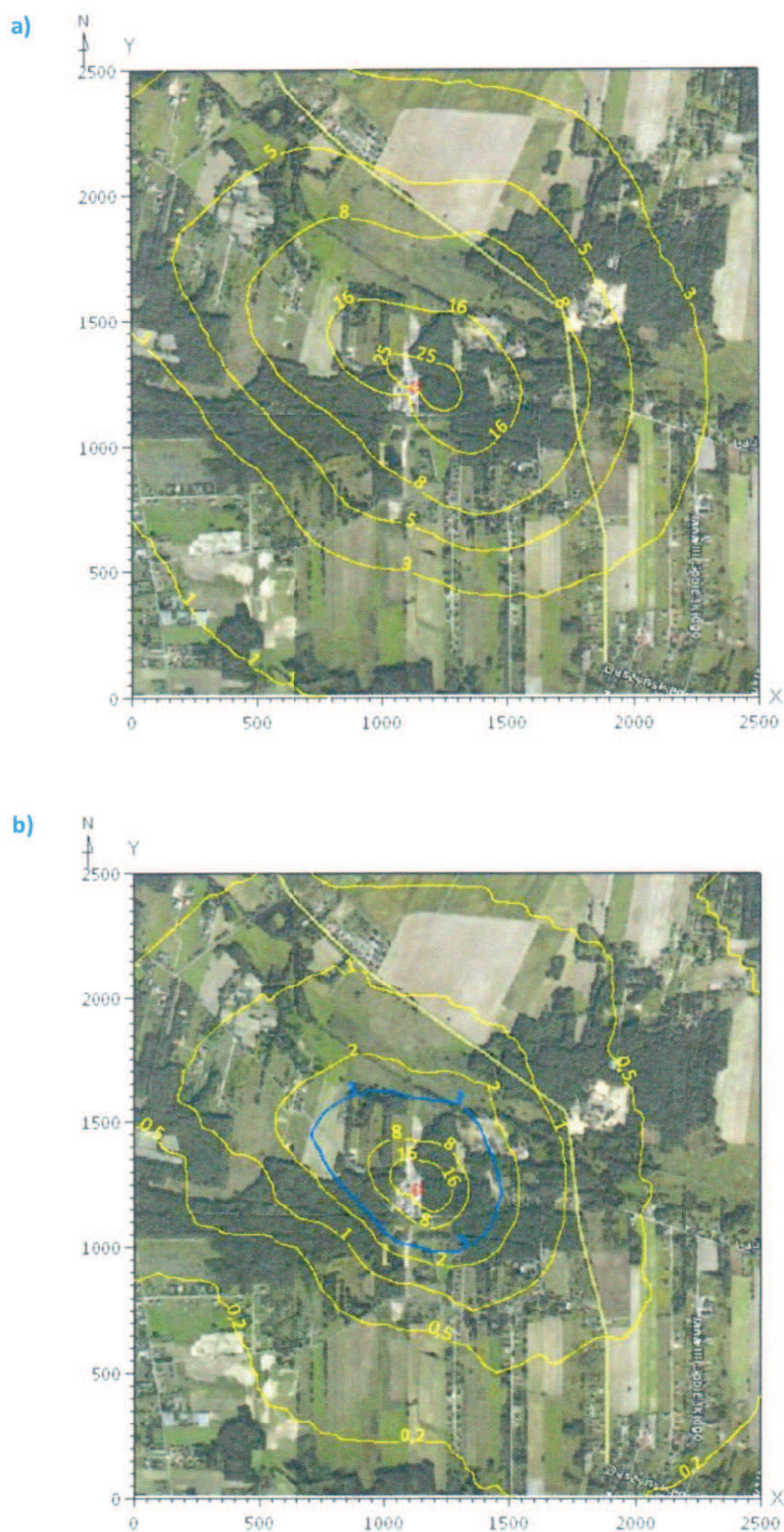
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 65. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 3: Emisja zapachowa 10 000 ou_e/s

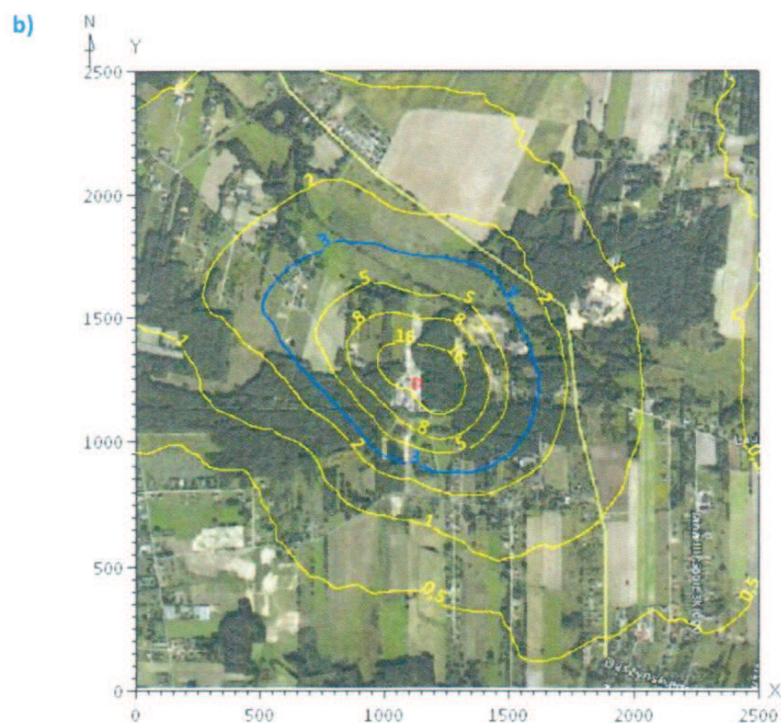
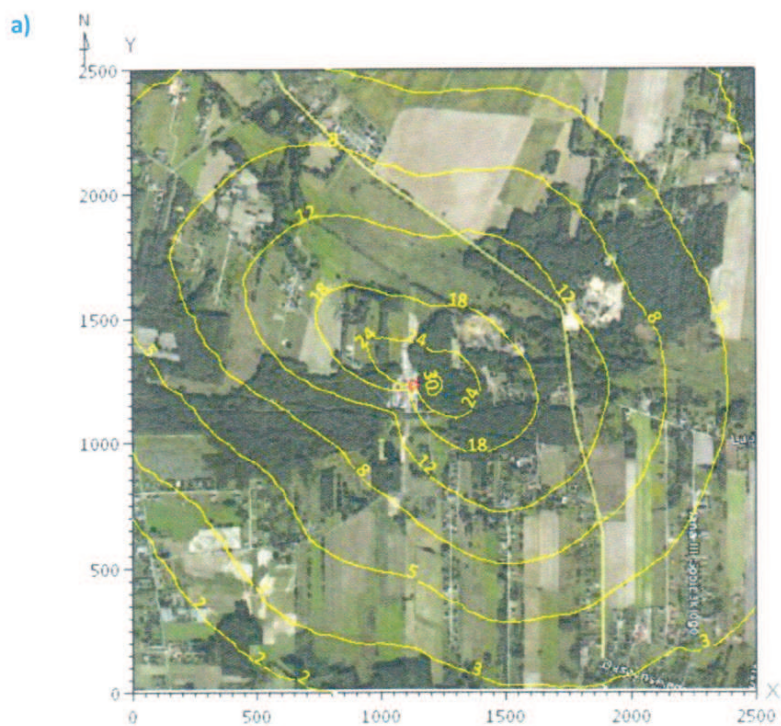
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 66. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 4: Emisja zapachowa 25 000 ou_E/s

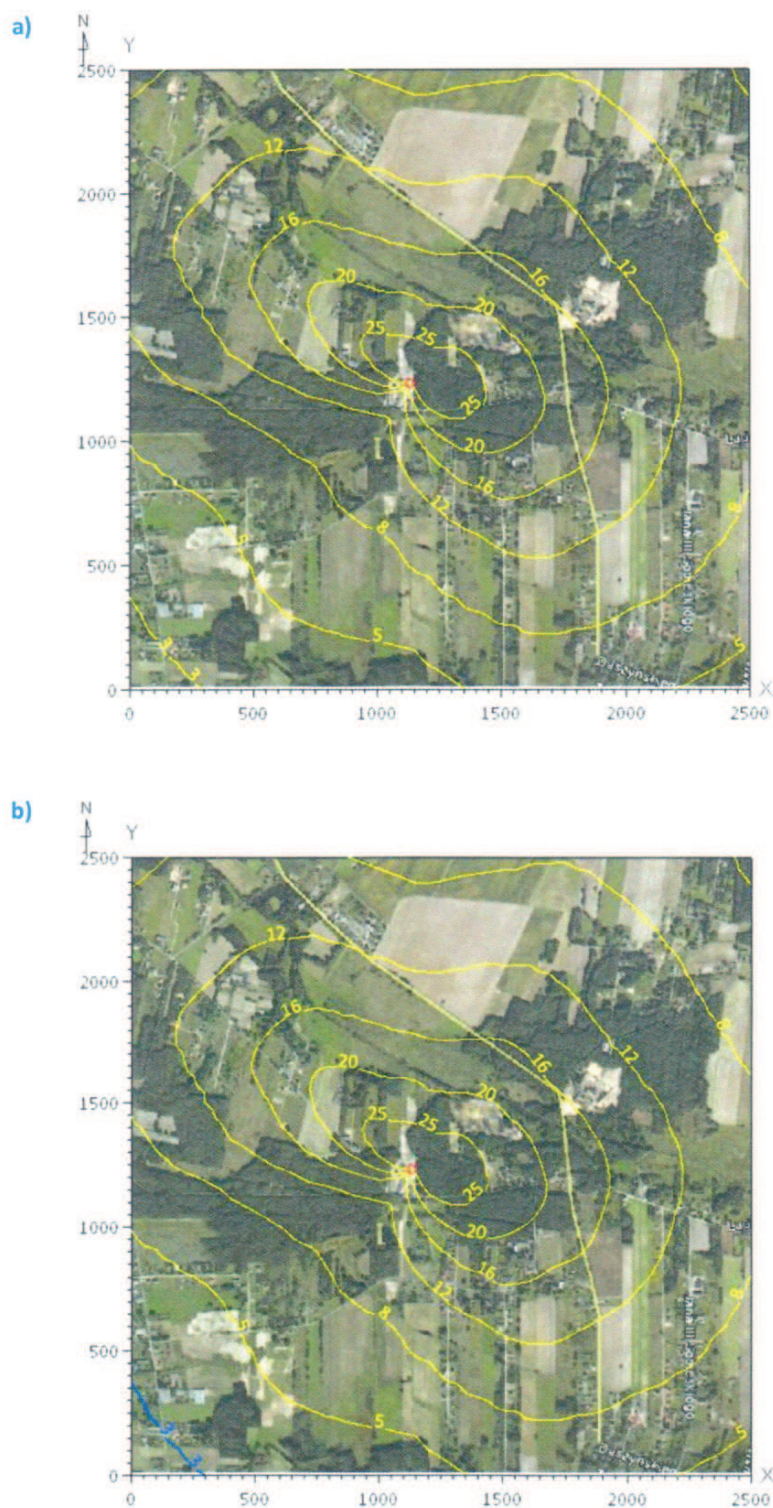
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 67. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 5: Emisja zapachowa 50 000 ou_E/s

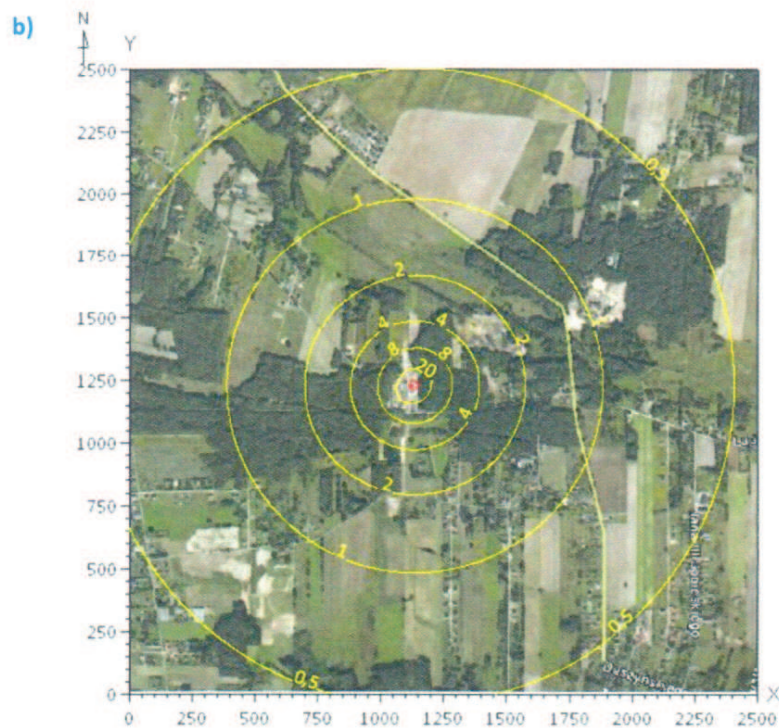
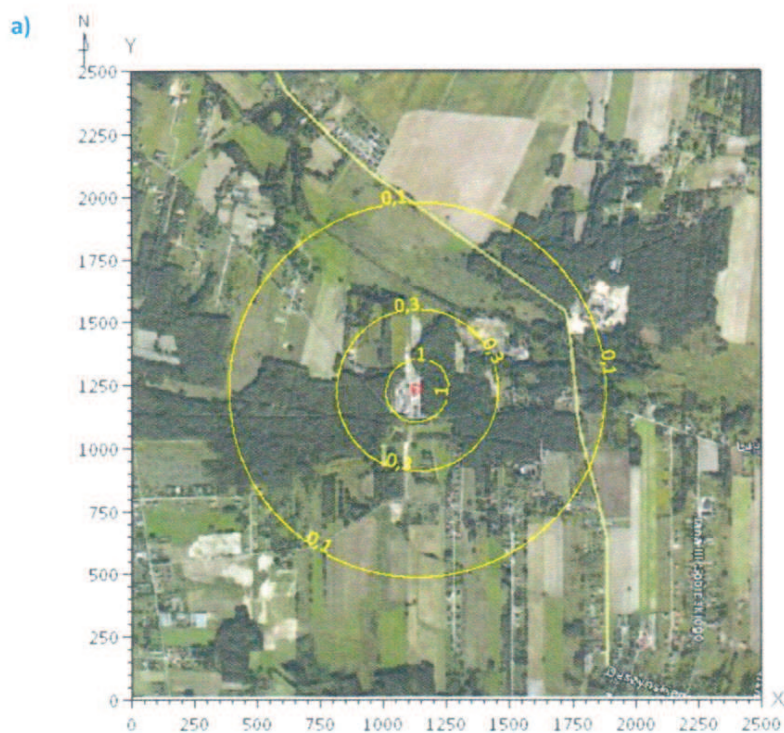
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 68. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 [% czasu roku]

WARIANT 6: Emisja zapachowa 100 000 ou_E/s

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

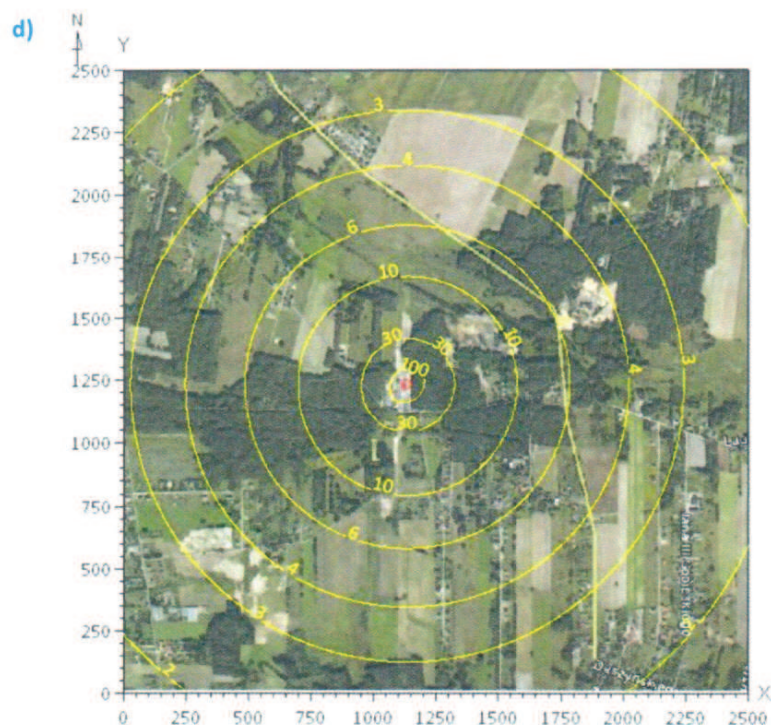
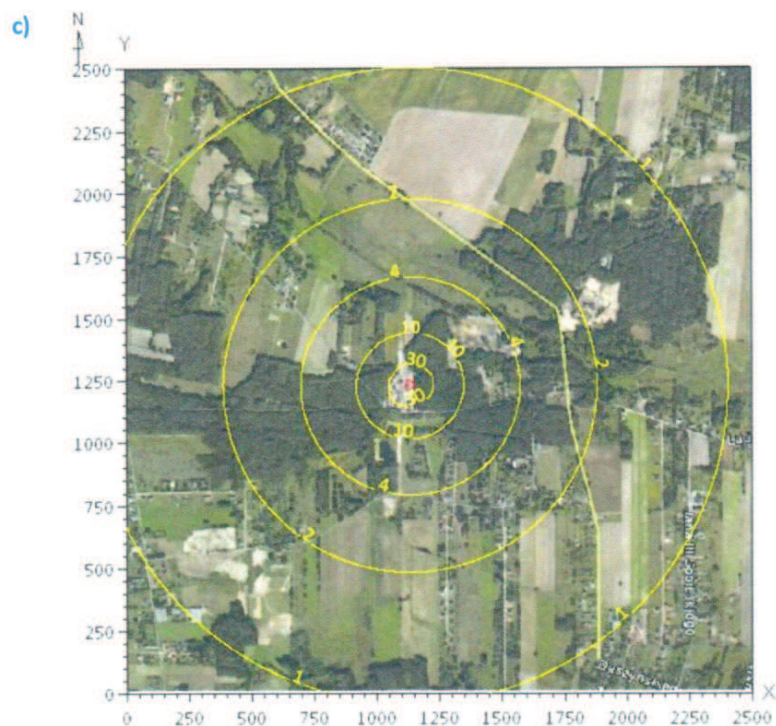


Rysunek 69. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m^3]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2

a) WARIANT 1: Emisja zapachowa 500 ou_e/s

b) WARIANT 2: Emisja zapachowa 5 000 ou_e/s

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]

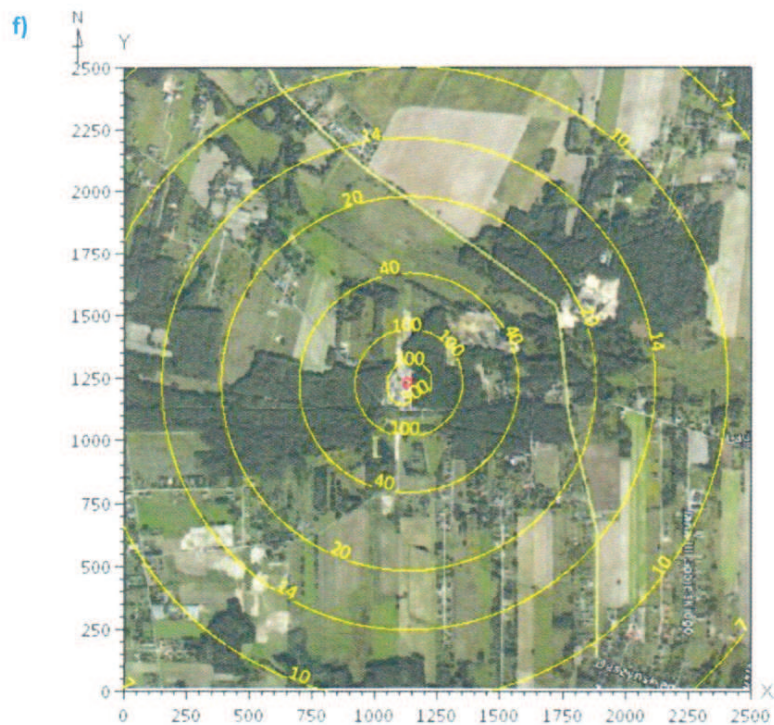
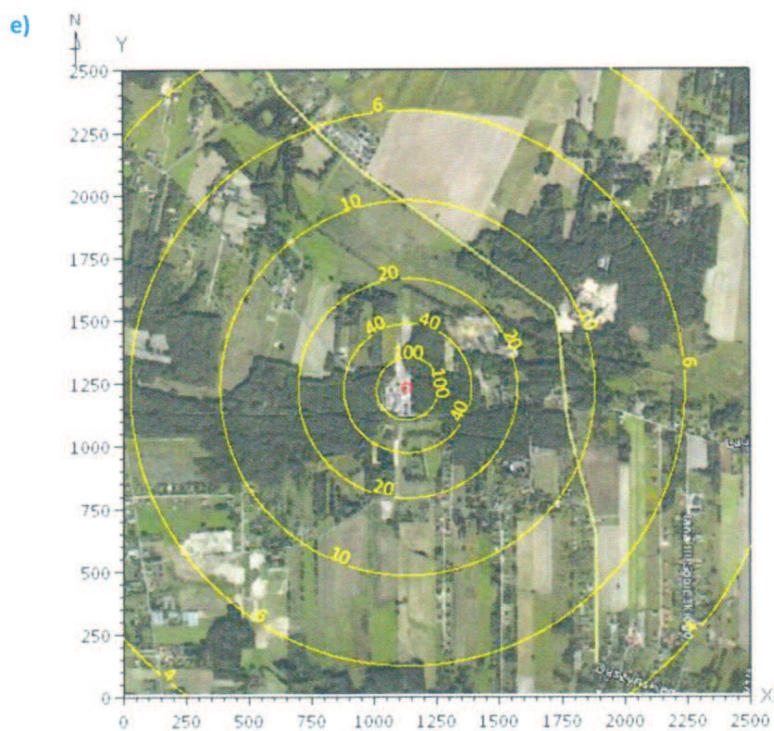


Rysunek 69. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m³]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 (cd.)

c) WARIANT 3: Emisja zapachowa 10 000 ou_E/s

d) WARIANT 4: Emisja zapachowa 25 000 ou_E/s

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 69. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m³]) zapachu pochodzącego z instalacji dezodoryzującej nr 2 (cd.)

e) WARIANT 5: Emisja zapachowa 50 000 ou_E/s

f) WARIANT 6: Emisja zapachowa 100 000 ou_E/s

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



10.5. ODDZIAŁYWANIE SKUMULOWANE

W analizie skumulowanego zapachowego oddziaływania źródeł emisji zorganizowanej uwzględniono:

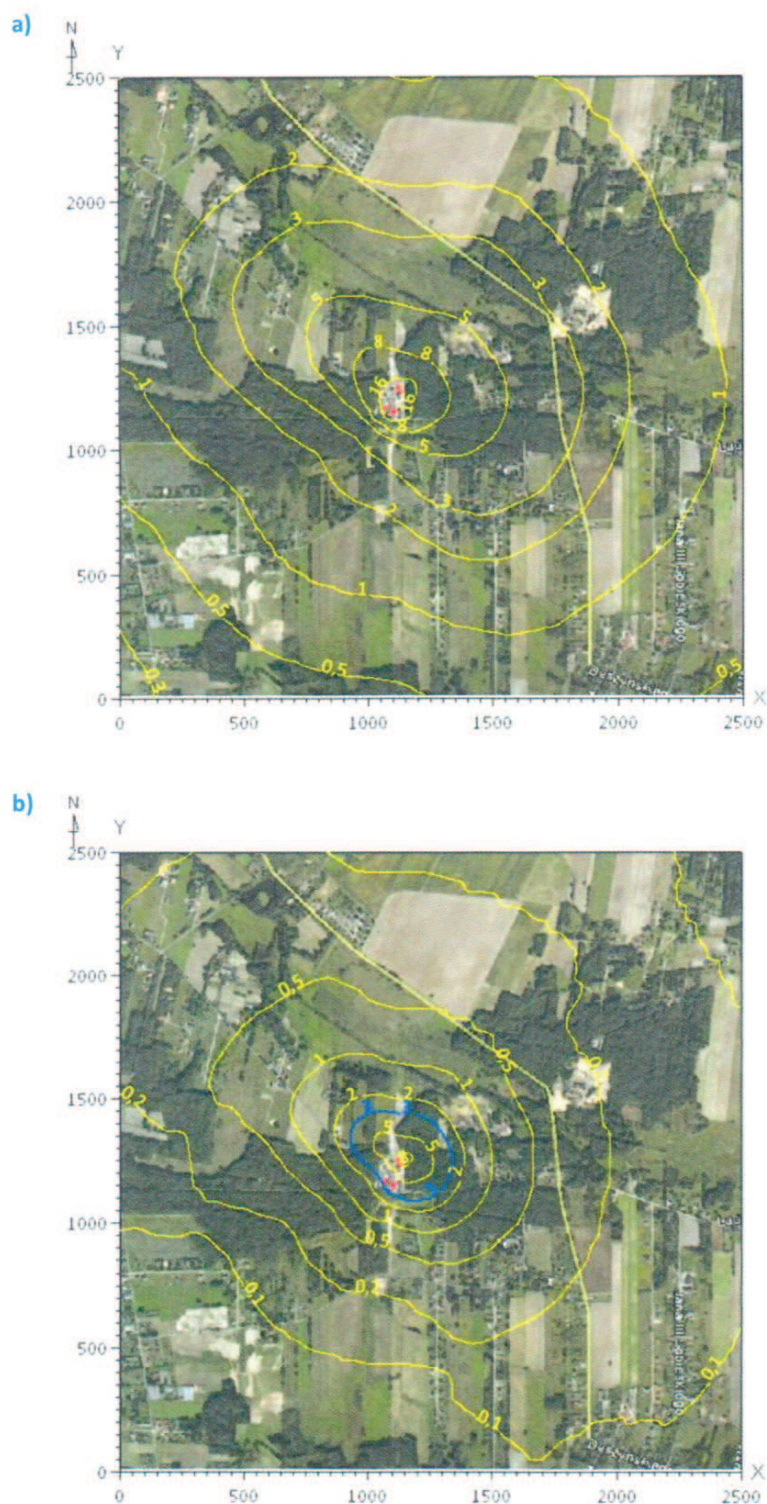
- budynek krat (emisja z dwóch wentylatorów)
- budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu (emisja z jednego wentylatora)
- instalację dezodoryzującą nr 1 (emisja z jednego komina)
- instalację dezodoryzującą nr 2 (emisja z jednego komina).

Założono, że warunki technologiczne, które miały miejsce w okresie badań prowadzonych na Oczyszczalni, w ciągu roku nie zmieniają się znacząco. Wyjątek stanowi budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu, dla którego uwzględniono okresowe odwadnianie osadu. Przyjęto, że odwadnianie odbywa się codziennie przez 6 godzin dziennie, tj. przez 2200 h w roku, a zachodząca wówczas emisja jest równa wielkości oszacowanej w wyniku pomiarów. W pozostałym czasie roku (ze względu na brak danych niezbędnych do oszacowania emisji zachodzącej z budynku w czasie, kiedy nie jest prowadzony proces odwadniania), założono brak emisji zapachowej. Z uwagi na przyjęte założenie upraszczające, rzeczywiste oddziaływanie skumulowane jest większe od oszacowanego, pokazanego na rysunku 70 (ale mniejsze od oddziaływania przedstawionego na rysunku 71, odpowiadającego sytuacji hipotetycznej, w której maksymalna emisja zapachowa z budynku, jaka ma miejsce podczas odwadniania osadu, zachodzi w sposób ciągły przez cały rok).

Stężenie zapachowe jakie może wystąpić w najmniej korzystnej sytuacji technologicznej i meteorologicznej wynosi od kilku do kilkunastu ou/m^3 (rys. 72), co oznacza zapach wyraźny, mocny, a nawet bardzo mocny.

We wszystkich obliczeniach przyjęto parametry emisji i emitatorów przedstawione w tabelach od 23 do 26.

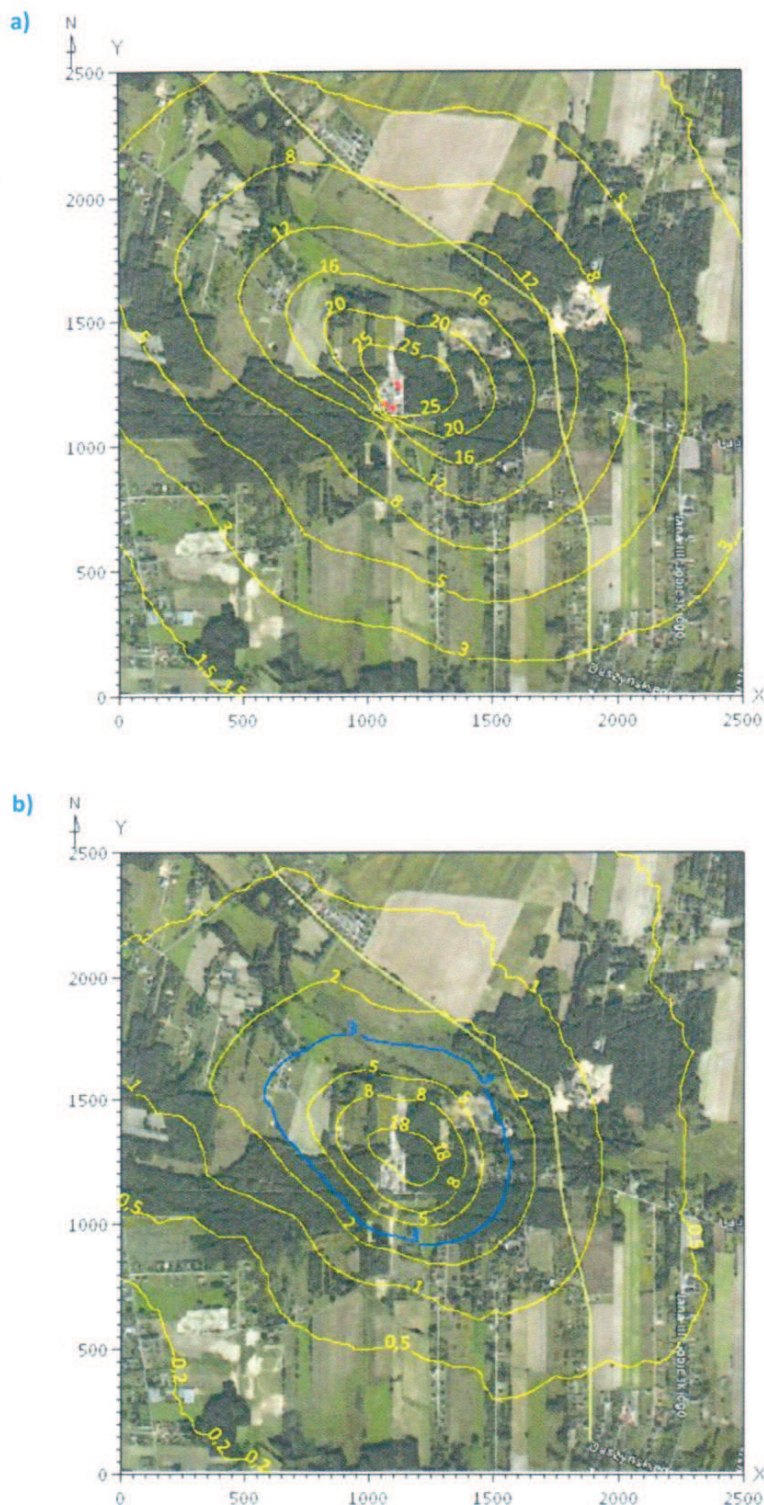
Wyniki obliczeń (rys. 70 i 71) są porównywalne do otrzymanych w przypadku analizy obejmującej wyłącznie zapachowe oddziaływanie budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (rozdział 10.2). Świadczy to o tym, że przy zachowanej wysokiej skuteczności dezodoryzacji w instalacji dezodoryzującej nr 2, zapachową uciążliwość Oczyszczalni generuje przede wszystkim system wentylacyjny budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu. Pozostałe źródła emisji zorganizowanej nie mają znaczącego wpływu na zapachowe oddziaływanie Oczyszczalni na otoczenie.



Rysunek 70. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego ze źródeł emisji zorganizowanej zlokalizowanych na terenie Oczyszczalni [% czasu roku]

(emisja zapachowa z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu: 2200 h/rok)

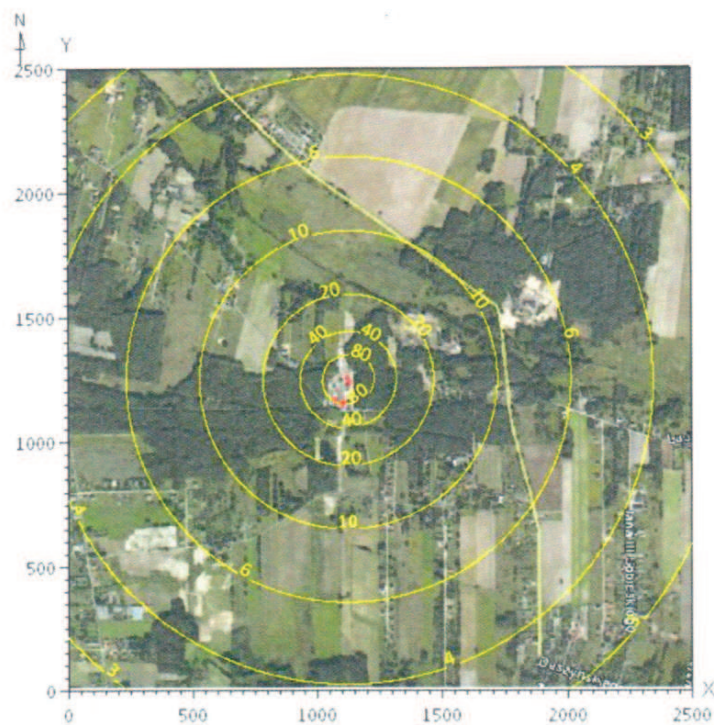
[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 71. Izolinie częstości przekroczeń w skali roku środowiskowego progu wyczuwalności (a) i rozpoznawalności (b) zapachu pochodzącego ze źródeł emisji zorganizowanej zlokalizowanych na terenie Oczyszczalni [% czasu roku]

(emisja zapachowa z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu: 8760 h/rok)

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 72. Izolinie stężeń maksymalnych ($c_{od,60}$ [ou/m^3]) zapachu pochodzącego ze źródeł emisji zorganizowanej zlokalizowanych na terenie Oczyszczalni

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



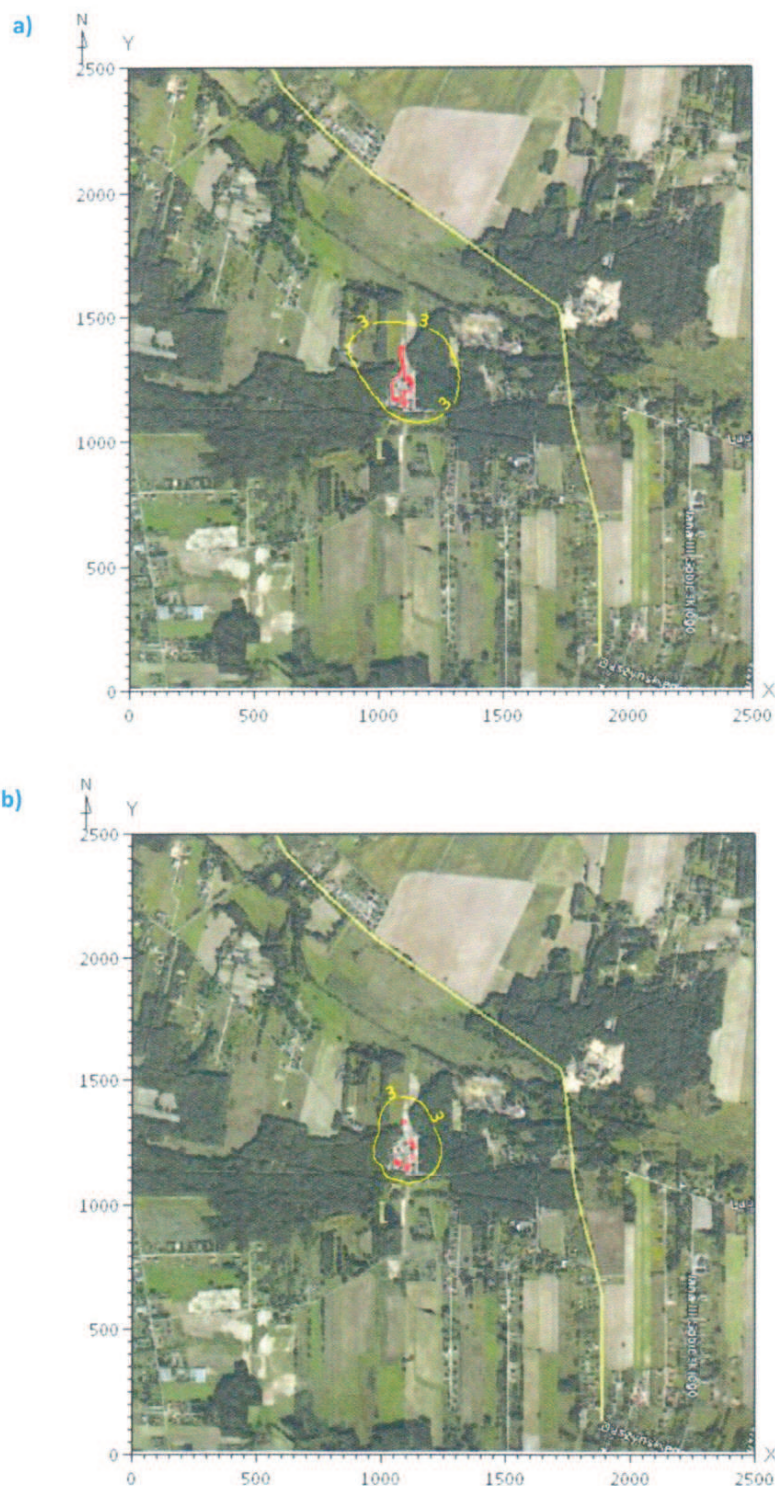
10.6. EMISJA MAKSYMALNA

Maksymalną emisję z wszystkich obiektów technologicznych oszacowano metodą prób i błędów na podstawie analizy różnych rozwiązań. Stwierdzono, że maksymalna całkowita emisja zapachowa z Oczyszczalni, przy której obiekt nie będzie stanowił nadmiernej uciążliwości dla lokalnej ludności, jest rzędu 10 tys. ou/s.

Na rysunku 71 pokazano zasięg ponadnormatywnego oddziaływania Oczyszczalni (obszar wewnątrz izolunii) dla rozwiązań zestawionych w tabeli 28.

Tabela 28. Warianty, dla których przeprowadzono analizę uciążliwości zapachowej Oczyszczalni

WARIANT	ROZWIĄZANIE	RYSUNEK
A	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczenia i odwadniania osadu do poziomu 10 000 ou/s pozostałe instalacje bez zmian założenie: emisja ze źródeł niezorganizowanych mniejsza niż 1 000 ou/s 	74 a
B	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczenia i odwadniania osadu do poziomu 1 000 ou/s hermetyzacja punktu zlewczego i dezodoryzacja gazów wentylacyjnych do poziomu 1 000 ou/s hermetyzacja placu składowania osadu odwodnionego i dezodoryzacja gazów wentylacyjnych do poziomu 1 000 ou/s hermetyzacja bloku komór biologicznych i otwartych źródeł części mechanicznego oczyszczania ścieków wraz z dezodoryzacją gazów wentylacyjnych do poziomu 1 000 ou/s pozostałe instalacje bez zmian 	74 b
C	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczenia i odwadniania osadu do poziomu 1 500 ou/s hermetyzacja punktu zlewczego, placu składowania osadu, bloku komór biologicznych i otwartych źródeł części mechanicznego oczyszczania ścieków i dezodoryzacja gazów wentylacyjnych wszystkie instalacje dezodoryzujące oczyszczają powietrze do poziomu 1 500 ou/s pozostałe instalacje bez zmian 	74 c
D	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczenia i odwadniania osadu do poziomu 1 500 ou/s hermetyzacja punktu zlewczego, placu składowania osadu, bloku komór biologicznych i otwartych źródeł części mechanicznego oczyszczania ścieków i dezodoryzacja gazów wentylacyjnych wszystkie instalacje dezodoryzujące oczyszczają powietrze do poziomu 2 000 ou/s (5 instalacji) pozostałe instalacje bez zmian 	74 d

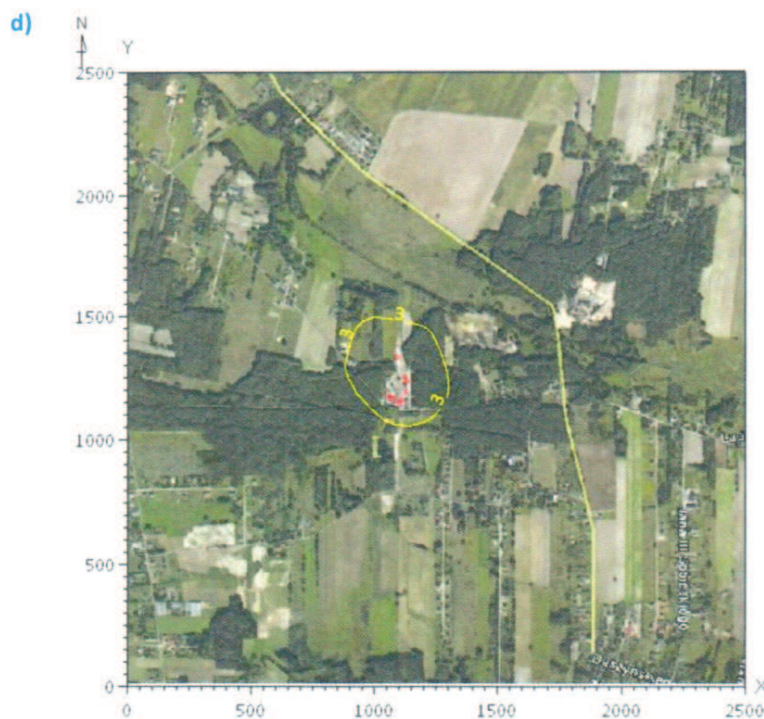


Rysunek 74. Izolinia 3 % czasu roku przekroczeń środowiskowego progu rozpoznawalności zapachu z Oczyszczalni

a) zasięg ponadnormatywnego oddziaływania Oczyszczalni dla wariantu A – tab. 28

b) zasięg ponadnormatywnego oddziaływania Oczyszczalni dla wariantu B – tab. 28

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



Rysunek 74. Izolinia 3 % czasu roku przekroczeń środowiskowego progu rozpoznawalności zapachu z Oczyszczalni
c) zasięg ponadnormatywnego oddziaływania Oczyszczalni dla wariantu C – tab. 28
d) zasięg ponadnormatywnego oddziaływania Oczyszczalni dla wariantu D – tab. 28

[źródło mapy: Google Earth 7.1.7.2606, odczyt z dnia 4.12.16 r.]



11. PODSUMOWANIE

Zakres pracy zrealizowano w całości. Otrzymane wyniki pomiarów i obliczeń pozwoliły na osiągnięcie celu pracy. Poszczególne działania podsumowano w podrozdziałach od 11.1 do 11.5, odrębnie dla każdego źródła emisji zapachowej.

11.1. BUDYNEK KRAT

W ramach oceny stopnia uciążliwości budynku krat:

- oznaczono stężenie zapachowe w zanieczyszczonym powietrzu odprowadzanym do atmosfery podstawowym systemem wentylacyjnym (aktywne dwa wentylatory)
- na podstawie uzyskanych wyników pomiarów i informacji o wydajności wentylatorów oszacowano emisję zapachową z budynku
- wykorzystując oszacowaną wielkość emisji zapachowej przeprowadzono modelowanie dyspersji odorantów w atmosferze i określono zasięg zapachowego oddziaływania oraz wpływ na całkowitą uciążliwość Oczyszczalni.

Uzyskano stężenie zapachowe w powietrzu wentylacyjnym, odprowadzanym do atmosfery wentylatorem 1 (z poziomu „-1”) na poziomie $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, a wentylatorem 2 (z poziomu „0”) – na poziomie $1000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Oszacowano, że całkowita emisja zapachowa z budynku krat jest rzędu $400 \text{ ou}_E/\text{s}$, przy czym strumień zapachowy odprowadzany wentylatorem 1 jest około ośmiokrotnie mniejszy niż strumień odprowadzany wentylatorem 2.

W wyniku obliczeń modelowych stwierdzono, że:

- liczba aktywnych wentylatorów, za pomocą których jest wentylowany budynek krat, nie wpływa na stopień jego oddziaływania na otoczenie
- budynek krat nie wpływa w sposób istotny na uciążliwość Oczyszczalni.

11.2. BUDYNEK STACJI ZAGĘSZCZANIA I ODWADNIANIA OSADU

W ramach oceny stopnia uciążliwości budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu:

- oznaczono stężenie zapachowe w zanieczyszczonym powietrzu odprowadzanym bezpośrednio do atmosfery wentylatorem dachowym
- na podstawie uzyskanych wyników pomiarów i informacji o wydajności wentylatora oszacowano emisję zapachową z budynku
- wykorzystując oszacowaną wielkość emisji zapachowej przeprowadzono modelowanie dyspersji odorantów w atmosferze i określono zasięg zapachowego oddziaływania oraz wpływ na całkowitą uciążliwość Oczyszczalni

Badania olfaktometryczne wykazały stężenie zapachowe w powietrzu wentylacyjnym, uchodzącym do atmosfery wentylatorem dachowym, rzędu $100 \text{ tys. ou}_E/\text{m}^3$, co – po uwzględnieniu wydajności wentylatora – daje strumień zapachowy rzędu $40\text{-}50 \text{ tys. ou}_E/\text{s}$.



Biorąc pod uwagę:

- brak znaczącej różnicy w wynikach pomiarów stężenia zapachowego w strumieniu zanieczyszczonego powietrza, odprowadzanego z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu oraz zbiornika wielofunkcyjnego do instalacji dezodoryzującej nr 2, uzyskanych dla różnych ustawień przepustnicy za wirówką⁽¹²⁾

oraz

- prowadzenie badań w możliwej najbardziej uciążliwej zapachowo sytuacji technologicznej (prowadzony proces odwadniania)

uznano, że oszacowana wielkość emisji z wentylatora dachowego jest maksymalną wielkością emisji zapachowej z budynku.

W wyniku obliczeń modelowych stwierdzono, że:

- budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu znacząco oddziałuje na otoczenie i bez wątplenia stanowi nadmierną uciążliwość dla lokalnych mieszkańców
- wentylator wyciągowy zlokalizowany na dachu hali wirówek, przy założeniu wysokiej skuteczności dezodoryzacji w instalacji dezodoryzującej nr 2, jest dominującym źródłem zorganizowanej emisji zapachowej, w bardzo dużym stopniu wpływającym na uciążliwość Oczyszczalni
- aby budynek stacji zagęszczania i odwadniania osadu nie stanowił uciążliwości, należy ograniczyć zachodzącą z niego emisję zapachową przynajmniej do poziomu kilku tysięcy ou_E/s (< 10 tys. ou_E/s).

11.3. INSTALACJA DEZODORYZUJĄCA NR 1

W ramach oceny stopnia uciążliwości instalacji dezodoryzującej nr 1:

- zbadano obciążenie instalacji
- oceniono skuteczność dezodoryzacji, wyrażoną jako względną zmianę stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu
- oszacowano wielkość emisji zapachowej z instalacji oraz przeprowadzono modelowanie dyspersji odorantów w atmosferze i określono zasięg zapachowego oddziaływania oraz wpływ na całkowitą uciążliwość Oczyszczalni.

Badania przeprowadzone dla instalacji dezodoryzującej nr 1 wykazały:

- w surowym strumieniu doprowadzanym do instalacji stężenie zapachowe rzędu kilkunastu tysięcy ou_E/m^3 , a w oczyszczonym strumieniu – rzędu kilkuset ou_E/m^3
- różnicę w natężeniu przepływu na wlocie (ok. 50-60 m^3/h) oraz wylocie (ok. 230 m^3/h) do/z instalacji, co świadczy o tym, że oczyszczane w instalacji nr 1 powietrze, przed

⁽¹²⁾ Na podstawie uzyskanych wyników należy stwierdzić, że stopień otwarcia przepustnicy za wirówką nie wpływa znacząco na wielkość strumienia zanieczyszczeń doprowadzanego do stacji dezodoryzującej nr 2. Wyniki obserwacji są sprzeczne z oczekiwaniami (spodziewano się znaczącej różnicy, ponieważ pracujące wirówki stanowią istotne źródło emisji zapachowej). Należy zatem podjąć działania identyfikujące przyczynę takiego stanu rzeczy.



odprowadzeniem do atmosfery, jest około pięciokrotnie rozcieńczane strumieniem powietrza otoczenia

- strumień zapachowy na wlocie do instalacji rzędu $200 \text{ ou}_E/\text{s}$, a na wylocie – $30 \text{ ou}_E/\text{s}$
- skuteczność dezodoryzacji na poziomie 80 – 90 %, przy czym ze względu na prawdopodobnie mające miejsce rozcieńczanie „oczyszczonego” powietrza, rzeczywista skuteczność dezodoryzacji zachodząca w instalacji przy wykorzystaniu lamp UV i węgla jest niska.

W wyniku obliczeń modelowych stwierdzono, że:

- oddziaływanie instalacji jest nieznaczące (praktycznie nie wykracza poza teren Oczyszczalni)
- instalacja nie oddziaływałaby znacząco na otoczenie nawet w przypadku nieskutecznej pracy.

11.4. INSTALACJA DEZODORYZUJĄCA NR 2

W ramach oceny stopnia uciążliwości instalacji dezodoryzującej nr 2:

- zbadano obciążenie instalacji
- oceniono skuteczność dezodoryzacji, zarówno dla całej instalacji, jak i poszczególnych stopni oczyszczania
- oszacowano wielkość emisji zapachowej z instalacji oraz przeprowadzono modelowanie dyspersji odorantów w atmosferze i określono zasięg zapachowego oddziaływania oraz wpływ na całkowitą uciążliwość Oczyszczalni.

W wyniku badań przeprowadzonych dla instalacji dezodoryzującej nr 2 zarówno w pierwszym, jak i w ósmym dniu po wymianie węgla uzyskano bardzo wysoką skuteczność dezodoryzacji na poziomie powyżej 99%.

Instalacja redukuje stężenie zapachowe rzędu 100 tysięcy ou_E/m^3 do poziomu kilkuset ou_E/m^3 . Podczas badań stężenie zapachowe na wlocie do instalacji wahało się w granicach od ok. 80 tys. ou_E/m^3 do około 140 tys. ou_E/m^3 , a na wylocie z instalacji wynosiło od ok. 300 ou_E/m^3 do około 700 ou_E/m^3 .

W obu strumieniach doprowadzanych do instalacji (zarówno z instalacji ATSO, jak i ze zbiornika wielofunkcyjnego oraz budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu) stężenie zapachowe było porównywalne i wynosiło ok. 200 tys. ou_E/m^3 , przy czym znacząco różniło się natężenie przepływu (strumień doprowadzany z instalacji ATSO był czterokrotnie wyższy od strumienia doprowadzanego ze zbiornika wielofunkcyjnego oraz budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu). Oszacowane w wyniku pomiarów wielkości strumieni wyniosły około:

- 650 m^3/h i od 32 tys. ou_E/s do 41 tys. ou_E/s (średnio 36 100 ou_E/s) dla powietrza odprowadzanego ze stacji ATSO
- 160 m^3/h i od ok. 7 tys. ou_E/s do 9 tys. ou_E/s (średnio 8 100 ou_E/s) dla powietrza odprowadzanego ze zbiornika wielofunkcyjnego oraz budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu.

Biorąc pod uwagę:



- brak znaczących różnic w zbiorze wyników zgromadzonych dla potencjalnie różnych stanów przepustnicy (otwarta lub zamknięta)

oraz

- brak znaczących różnic pomiędzy wynikami obserwacji poczynionych w czasie, w którym był prowadzony proces odwadniania (20 i 28 września – ocena całkowitej skuteczności) i obserwacjami podczas których odwadnianie nie miało miejsca (22 września – ocena poszczególnych etapów oczyszczania)

można przypuszczać, że strumień dopływający do instalacji dezodoryzującej nr 2 rurociągiem odprowadzającym powietrze ze zbiornika wielofunkcyjnego oraz budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu, zawierał przede wszystkim zanieczyszczone powietrze pochodzące ze zbiornika wielofunkcyjnego (udział zanieczyszczonego powietrza z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu był nieznaczący).

W wyniku dezodoryzacji nie zaobserwowano zmiany wielkości objętościowego przepływu oczyszczanego powietrza, który podczas badań w większości przypadków wynosił około $1\,300 \div 1400 \text{ m}^3/\text{h}$. Temperatura powietrza oczyszczanego w instalacji zmieniała się w niewielkim zakresie i wynosiła w większości przypadków około $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Wilgotność oczyszczanego powietrza była wysoka, w większości przypadków bliska 100 % (wlot do instalacji; za płuczką; za osuszaczem – na wlocie do układu UV-C oraz w pierwszej sekcji lamp UV i węgla), a w pozostałych rzędu 70 % (w drugiej sekcji lamp UV i węgla oraz na wylocie z instalacji).

Strumień zapachowy wprowadzany do instalacji dezodoryzującej, oszacowany w wyniku przeprowadzonych pomiarów, jest rzędu kilkudziesięciu tysięcy jednostek zapachowych na sekundę (od ok. 24 tys. do ok. 50 tys. ou_E/s ; średnio 36 tys. ou_E/s).

Strumień zapachowy odprowadzany do atmosfery z instalacji dezodoryzującej nr 2 w okresie objętym badaniami (świeżo wymieniony węgiel; skuteczność dezodoryzacji powyżej 99 %) wynosił około $100 \div 200 \text{ ou}_E/\text{s}$.

Skuteczność poszczególnych etapów oczyszczania oceniono w dwóch kolejnych dniach (21 i 22 września), uzyskując:

- wysoką skuteczność układu UV-C, równą 99 %
- praktycznie zerową skuteczność płuczki i osuszacza

przy czym prawdopodobnie obciążenie instalacji w tych dniach było różne.

O różnym obciążeniu świadczy znaczna różnica stężenia zapachowego uzyskana w tym samym punkcie pomiarowym (za osuszaczem, a przed układem UV-C) w poszczególnych dniach:

- 21 września (przy okazji oceny skuteczności układu UV-C) – ok. 40 tys. ou_E/m^3 (strumień, objętościowy: ok. $1\,400 \text{ m}^3/\text{h}$; strumień zapachowy ok. 14 700 ou_E/s)
- 22 września (przy okazji oceny skuteczności płuczki i osuszacza) – ok. 121 tys. ou_E/m^3 (strumień, objętościowy: ok. $1\,300 \text{ m}^3/\text{h}$; strumień zapachowy: ok. 40 100 ou_E/s).

Warunki panujące 22 września były zbliżone do warunków, w których prowadzono ocenę całkowitej skuteczności dezodoryzacji (21 i 28 września; porównywalne parametry zanieczyszczonego powietrza na wlocie do instalacji, tj. stężenie zapachowe rzędu 100 tys. ou_E/m^3 i strumień zapachowy rzędu 40 tys. ou_E/s).



Poczynione obserwacje wskazują na to, że w obecnej sytuacji:

- zarówno płuczka jak i osuszacz nie mają znaczącego wpływu na redukcję stężenia zapachowego w powietrzu oczyszczanym w instalacji dezodoryzującej nr 2
- wysoka całkowita skuteczność dezodoryzacji w instalacji dezodoryzującej nr 2 wynika z efektywnej dezodoryzacji zachodzącej w układzie UV-C.

Biorąc pod uwagę wyniki uzyskane podczas oceny skuteczności dezodoryzacji w poszczególnych sekcjach układu UV-C należy stwierdzić, że redukcja stężenia zapachowego w oczyszczanym strumieniu zachodzi przede wszystkim w sekcjach z węglem aktywnym (redukcja na poziomie $10 \div 20$ %, jaka ma miejsce w sekcjach z lampami UV jest nieznacząca).

Uwzględniając wyniki modelownia dyspersji odorantów w atmosferze należy stwierdzić, że instalacja dezodoryzująca nr 2 ma istotny wpływ na stopień zapachowego oddziaływania Oczyszczalni na otoczenie. Aby instalacja nie stanowiła uciążliwości dla lokalnej ludności, niezbędne jest utrzymywanie wysokiej, minimum 80-cio procentowej skuteczności dezodoryzacji.

11.5. ŹRÓDŁA EMISJI NIEZORGANIZOWANEJ

W ramach oceny uciążliwość źródeł emisji niezorganizowanej przeprowadzono rekonesans terenowy ze wstępnymi pomiarami olfaktometrycznymi o charakterze wyłącznie orientacyjnym. W okresie badań panowały niesprzyjające pomiarom terenowym warunki atmosferyczne, które znacznie ograniczyły możliwości pomiarowe w otoczeniu Oczyszczalni.

Badania z użyciem olfaktometrów terenowych wykazały, że stężenie zapachowe bezpośrednio przy źródłach emisji niezorganizowanej w większości przypadków wyraźnie przekracza 500 ou/m^3 .

Monitoring intensywności zapachu emitowanego z trzech źródeł (punktu zlewczego ścieków dowożonych, bloku komór biologicznych oraz placu składowania osadu) wykazał, że:

- wszystkie z poddanych ocenie źródeł mogą wpływać na uciążliwość Oczyszczalni
- w okresie pomiarów dominującym źródłem był punkt zlewczy ścieków dowożonych, przy czym należy mieć na uwadze, że uciążliwość wiaty, pod którą jest składowany osad zależy od ilości i jakości zgromadzonego pod nią osadu, wobec czego istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że przy maksymalnie wypełnionym placu składowania osadu, jest on dominującym źródłem.

Wyniki obliczeń modelowych w przypadku skumulowanego oddziaływania wykazały, że łączna emisja zapachowa ze źródeł niezorganizowanych nie powinna przekraczać 2000 ou/s . Ze względu na charakterystyczną dla tych źródeł znaczącą różnorodność i zmienność emisji w czasie, podejmowanie działań w kierunku oszacowania wielkości emisji zapachowej z tych źródeł wydaje się bezcelowe (dokładne oszacowanie emisji zapachowej z tych źródeł jest zadaniem skomplikowanym, długofalowym oraz bardzo kosztownym, a prawdopodobieństwo, że umożliwiłoby ono wyciągnięcie dodatkowych wniosków jest niewielkie).

Zasadnym jest zhermetyzowanie tych źródeł i odprowadzanie zanieczyszczonego powietrza do atmosfery w sposób zorganizowany, z zastosowaniem dezodoryzacji. W wyniku obliczeń modelowych stwierdzono, że instalacje dezodoryzujące powinny oczyszczać powietrze do poziomu $1500 \text{ ou}_E/\text{s}$. Osiągnięcie takiej skuteczności oczyszczania byłoby wystarczającą ochroną lokalnej ludności przed zapachową uciążliwością tych źródeł.



12. WNIOSKI

Na podstawie wykonanej pracy można wyciągnąć wnioski pozwalające na opracowanie racjonalnej strategii ograniczania zapachowej uciążliwości Oczyszczalni.

1. Nie ulega wątpliwości, że zapachowe oddziaływanie Oczyszczalni wykracza poza jej granice i stanowi nadmierną uciążliwość dla pobliskich mieszkańców, wobec czego jest zasadne podjęcie działań w kierunku zmniejszenia tej uciążliwości.
2. Priorytetowym zadaniem powinno być ograniczenie emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu przynajmniej do poziomu 10 tys. ou_E/s , aby instalacja przestała być uciążliwa dla otoczenia.
3. Kluczową rolę w ograniczaniu uciążliwości zapachowej Oczyszczalni pełni instalacja dezodoryzująca nr 2, oczyszczająca powietrze technologiczne i wentylacyjne pochodzące z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu, zbiornika wielofunkcyjnego oraz z instalacji ATSO. Aby ww. obiekty nie stanowiły nadmiernej uciążliwości, powinna redukować strumień zapachowy do poziomu $< 1500 ou_E/s$.

Badania przeprowadzone krótko po wymianie węgla, potwierdziły wysoką i wystarczającą skuteczność instalacji, osiągniętą głównie dzięki sekcjom węglowym. Należy jednak mieć na uwadze, że skuteczność tej instalacji będzie malała w czasie ze względu na malejące w czasie zdolności adsorpcyjne węgla. Istotne zatem jest monitorowanie skuteczności tej instalacji, i wymiana węgla w odpowiednim czasie.

Aby wydłużyć czas eksploatacji węgla jest wskazane podjęcie działań zmierzających do zmniejszenia:

- wilgotności powietrza wprowadzanego do sekcji węglowych (np. modyfikacja lub wymiana osuszacza; dodatkowa sekcja z sorbentem pochłaniającym wilgoć)
 - wielkości strumienia zapachowego na wlocie do sekcji węglowych poprzez zastosowanie skutecznego wstępnego oczyszczania (np. modyfikacja/wymiana płuczki, w której obecnie nie zachodzi żadna dezodoryzacja; modyfikacja sekcji z lampami UV, których obecna skuteczność jest nieznacząca; zastosowanie innej dostępnej technologii dezodoryzacji).
4. Jeżeli po zminimalizowaniu emisji zapachowej z budynku stacji zagęszczania i odwadniania osadu (przy utrzymywanej wysokiej skuteczności dezodoryzacji w instalacji nr 2) zapachowe oddziaływanie Oczyszczalni wciąż będzie nieakceptowane przez okolicznych mieszkańców, uwagę należy skupić na źródłach emisji niezorganizowanej, tj. punkcie zlewczym ścieków dowiezionych, bloku komór biologicznych oraz placu składowania osadu. Jest zalecana hermetyzacja tych źródeł i dezodoryzacja gazów wentylacyjnych. W przypadku ograniczeń finansowych, należy przeprowadzić dodatkowe badania terenowe celem określenia, od którego źródła emisji niezorganizowanej należy rozpocząć działania ograniczające uciążliwość (dokładne oszacowanie emisji zapachowej z tych źródeł nie jest potrzebne).



5. Wybór odpowiedniego kierunku działania powinien być oparty na analizie ekonomicznej poszczególnych rozwiązań (porównanie kosztów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych) oraz możliwości pozyskania od producenta/wykonawcy gwarancji osiągnięcia oczekiwanych efektów (jako warunek odbioru pracy/installacji). W przypadku instalacji dezodoryzujących warunkiem odbioru instalacji powinno być olfaktometryczne potwierdzenie redukcji emisji zapachowej do oczekiwanego poziomu.
6. Aby zapachowe oddziaływanie Oczyszczalni nie było uciążliwe dla lokalnej ludności, całkowita emisja z Oczyszczalni nie powinna przekraczać 10 tys. ou_E/s. Na tej podstawie można określić niezbędny (oczekiwany) poziom redukcji strumienia zapachowego dla poszczególnych instalacji.

KIEROWNIK ZAKŁADU
Ekologicznych Podstaw Inżynierii
Środowiska
Ambrozek
dr hab. inż. Bogdan Ambrozek

KIEROWNIK
Pracowni Zapachowej
Jakości Powietrza
M. Friedrich
dr inż. Małgorzata Friedrich

DYREKTOR
Instytutu Inżynierii Chemicznej
i Procesów Ochrony Środowiska
Pianko-Oprych
dr hab. inż. Paulina Pianko-Oprych