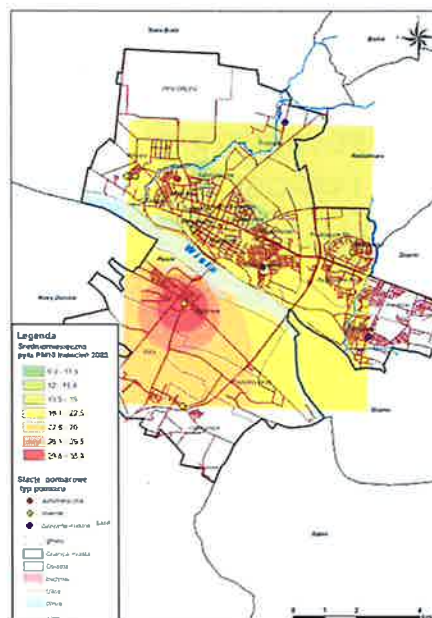




## Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w latach 2019-2023



Opracowanie:

Michalina Bielawska  
Tomasz Kosiak  
Tomasz Waszczyk  
Michał Sarafin

Gdańsk, październik 2024

Kopiowanie i rozpowszechnianie wyłącznie całości sprawozdania

## SPIS TREŚCI

<b>1.</b>	<b>WSTĘP</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Lokalizacja i wyposażenie stacji i stanowisk pomiarowych</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Wyniki pomiarów w Płocku w latach 2019-2023</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Ditelnek siarki w latach 2019-2023</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Ditelnek azotu w latach 2019-2023</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Pył PM10 w latach 2019-2023</b>	<b>11</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Pył PM2.5 w latach 2019-2023</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Ozon w latach 2019-2023</b>	<b>15</b>
<b>2.1.6</b>	<b>Tlenek węgla w latach 2019-2023</b>	<b>16</b>
<b>2.1.7</b>	<b>Benzen, toluen, ksyleny w latach 2019-2023</b>	<b>17</b>
<b>2.1.8</b>	<b>Siarkowodór w latach 2019-2023</b>	<b>19</b>
<b>3.</b>	<b>WYNIKI POMIARÓW METEOROLOGICZNYCH</b>	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W PŁOCKU W LATACH 2019-2023</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>OCENA JAKOŚCI POWIETRZA GIOŚ ZA LATA 2019-2023</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>PODSUMOWANIE I WNIOSKI</b>	<b>24</b>

## SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Lokalizacja stacji Fundacji ARMAG i mierników wskaźnikowych. ....	6
Rysunek 2. Przebieg stężeń średniorocznych ditlenku siarki w latach 2019-2023.....	9
Rysunek 3. Maksymalne jednogodzinne stężenia ditlenku siarki w sezonie grzewczym i letnim w latach 2019-2023. ....	9
Rysunek 4. Maksymalne stężenia dobowe ditlenku siarki w sezonie grzewczym i letnim w latach 2019-2023 .....	10
Rysunek 5. Przebieg stężeń średniorocznych ditlenku azotu w latach 2019-2023.....	11
Rysunek 6. Rysunek 9. Maksymalne stężenia jednogodzinne ditlenku azotu w latach 2019-2023.....	11
Rysunek 7. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu PM <sub>10</sub> w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.....	11
Rysunek 8. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu PM <sub>10</sub> w latach 2019-2023 dla pomiarów wskaźnikowych.....	12
Rysunek 9. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu PM <sub>10</sub> w okresie grzewczym i letnim w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza .....	13
Rysunek 10. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu PM <sub>2,5</sub> w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.....	14
Rysunek 11. Maksymalne stężenia 8 <sub>h</sub> (kroczące) ozonu [µg/m <sup>3</sup> ] w latach 2019-2023.....	15
Rysunek 12. Przebieg stężeń średniorocznych benzenu w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.....	16
Rysunek 13. Przebieg stężeń średniorocznych toluenu w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.....	18
Rysunek 14. Przebieg stężeń średniorocznych ksylenów w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza .....	18
Rysunek 15. Stężenie średnioroczne jednogodzinne siarkowodoru w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.....	20
Rysunek 16. Maksymalne stężenia jednogodzinne siarkowodoru w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza .....	20
Rysunek 17. Roczne róże wiatrów w latach 2019-2023. ....	22

## SPIS TABEL

Tabela 1. Poziomy dopuszczalne i wartości stężeń odniesienia.....	7
Tabela 2. Ilość ważnych danych dla stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.....	8
Tabela 3. Liczba dni przekroczeniami pyłu PM <sub>10</sub> stacja przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.....	14
Tabela 4. Liczba dni przekroczeniami pyłu PM <sub>10</sub> dla pomiarów wskaźnikowych w latach 2019-2023.....	14
Tabela 5. Liczba dni przekroczeniami ozonu na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.....	16
Tabela 6. Maksymalne stężenia 8 <sub>h</sub> (kroczące) tlenku węgla [µg/m <sup>3</sup> ] w latach 2019-2023.....	17
Tabela 7. Liczba dni przekroczeniami wartości odniesienia dla benzenu na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.....	18
Tabela 8. Liczba dni przekroczeniami wartości odniesienia dla toluenu oraz ksylenów na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.....	19
Tabela 9. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w latach 2019-2023.....	21
Tabela 10. Roczne wartości parametrów meteorologicznych w latach 2019-2023.....	21
Tabela 11. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych w latach 2019-2023. ....	23
Tabela 12. Wyniki klasyfikacji stref ze względu na ochronę zdrowia dla stacji monitoringu w Polsce w latach 2019-2023.....	24

## Streszczenie w języku niespecjalistycznym

Pomiary w latach 2019-2023 wykonywane były w pełnym, rocznym cyklu badawczym, zgodnie z wszystkimi wymaganiami dla pomiarów automatycznych, co pozwala na następujące konkluzje:

1. Ocena jakości powietrza po ponad pięcioletnim cyklu pomiarowym pozwala zaobserwować poprawę jakości powietrza w szczególności w odniesieniu do pyłu  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ . Jest to widoczne w mniejszej liczbie zarejestrowanych przekroczeń pyłu  $PM_{10}$ .
2. Uciążliwości zapachowe mają charakter krótkotrwały i związane są z niekorzystną sytuacją meteorologiczną.
3. Wzajemne położenie ORLEN S.A i Miasta powoduje oddziaływanie emisji z zakładu przy wiatrach z sektora pomiędzy NW-NE.
4. W latach 2019-2023 normy średnioroczne jakości powietrza były dotrzymane dla wszystkich zanieczyszczeń.
5. Odnotowano pojedyncze przekroczenia dopuszczalnej 1h wartości stężeń ditlenku siarki. W roku 2020 wystąpiła 1 h z przekroczeniem, najwięcej przekroczeń tj. 7 h odnotowano w 2021 roku przy dopuszczalnej częstotliwości 24 godziny w ciągu roku. Odnotowano również pojedyncze przekroczenia dopuszczalnej wartości stężeń 24h w roku 2021 tj. dwa dni przy dopuszczalnej częstotliwości 3 dni w ciągu roku.
6. W okresie pomiarowym wykonywane pomiary stężeń węglowodorów aromatycznych na stacji przy ulicy Łukasiewicza wykazywały pojedyncze wartości wyższe niż tolerowane wartości odniesienia określone dla okresu uśredniania 1 h dla benzenu, toluenu oraz ksylenów. Najwyższe stężenia notowano dla toluenu i benzenu. Liczba przekroczeń wartości 1h odniesienia dla benzenu wyniosła od 2 godzin w 2021r. i 2022r. roku do 5 godzin w 2020r., natomiast dla toluenu wyniosła od 4 godzin w 2019 i 2020 roku do 20 godzin w 2022 roku.  
W przypadku ksylenów nie odnotowano przekroczeń w latach 2019- 2021 roku, natomiast w 2023 r. wystąpiła 1 h z przekroczeniem, a w 2022 r. 9 godzin.
7. W latach 2019-2023 stężenia średnioroczne pyłu  $PM_{10}$  wykazały tendencję malejącą dla pomiarów wykonywanych na stacji przy ul. Łukasiewicza. Natomiast w przypadku pomiarów wskaźnikowych nie wykazano tendencji spadkowej, stężenia utrzymywały się na podobnym poziomie przy czym w 2023 roku odnotowano spadek na większości mierników wskaźnikowych.
8. Największą liczbę dni z przekroczeniami wartości średniodobowej pyłu  $PM_{10}$ , dla pomiarów prowadzonych na stacji referencyjnej, odnotowano w 2021 i były to 23 dni przy dopuszczalnych 35 dniach. W 2023 r. nie odnotowano żadnego przekroczenia tej substancji.
9. Stężenia średnioroczne pyłu  $PM_{2,5}$  wykazują tendencją malejącą w latach 2019 -2023 dla pomiarów prowadzonych na stacji przy ul. Łukasiewicza,
10. Liczba dni z przekroczeniami ozonu w analizowanym pięcioleciu wahała się od 7 dni w 2020 r. do 22 dni w 2022 r. roku przy dopuszczalnych 25 dniach.

11. Zbudowana sieć monitoringu jakości powietrza składająca się ze stacji referencyjnej i sieci pomiarów wskaźnikowych umożliwi ocenę stanu jakości powietrza w Płocku oraz pokazać trendy zmian poszczególnych zanieczyszczeń powietrza, co pozwala ocenić efekty działań ograniczających emisję w czasie.

## 1. WSTĘP

W 2018 r. Prezydent Miasta Płocka, po serii skarg mieszkańców oraz na prośbę radnych Rady Miasta Płocka na jakość powietrza podjął decyzję o rozpoczęciu własnych pomiarów, niezależnych od pomiarów prowadzonych na stacjach wpiętych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) zlokalizowanych przy ulicy Reja i Królowej Jadwigi w Płocku.

Badania jakości powietrza w sąsiedztwie Politechniki Warszawskiej przy ul. Łukasiewicza były realizowane od IV kwartału 2018 roku do 31 grudnia 2023 roku, czyli ponad pięcioletni cykl pomiarowy. Pomiary wraz z raportami wykonywane były przez Konsorcjum DACSystem sp. z o. o. i Fundację ARMAG zgodnie z wymaganiami przepisów prawnych.

Dodatkowo na terenie miasta zainstalowane były mierniki niskokosztowe do pomiaru zanieczyszczeń pyłowych i gazowych (w kilkunastu lokalizacjach).

Dane z pomiarów powietrza można było na bieżąco sprawdzać na stronie internetowej <https://czysty.plock.eu/index.php/ochrona-powietrza/ochrona-powietrza>.

Niniejszy raport stanowi podsumowanie badania stanu jakości powietrza w Płocku w okresie pięcioletnim tj. 1 stycznia 2019 r. do 31.12.2023 r. i obejmuje:

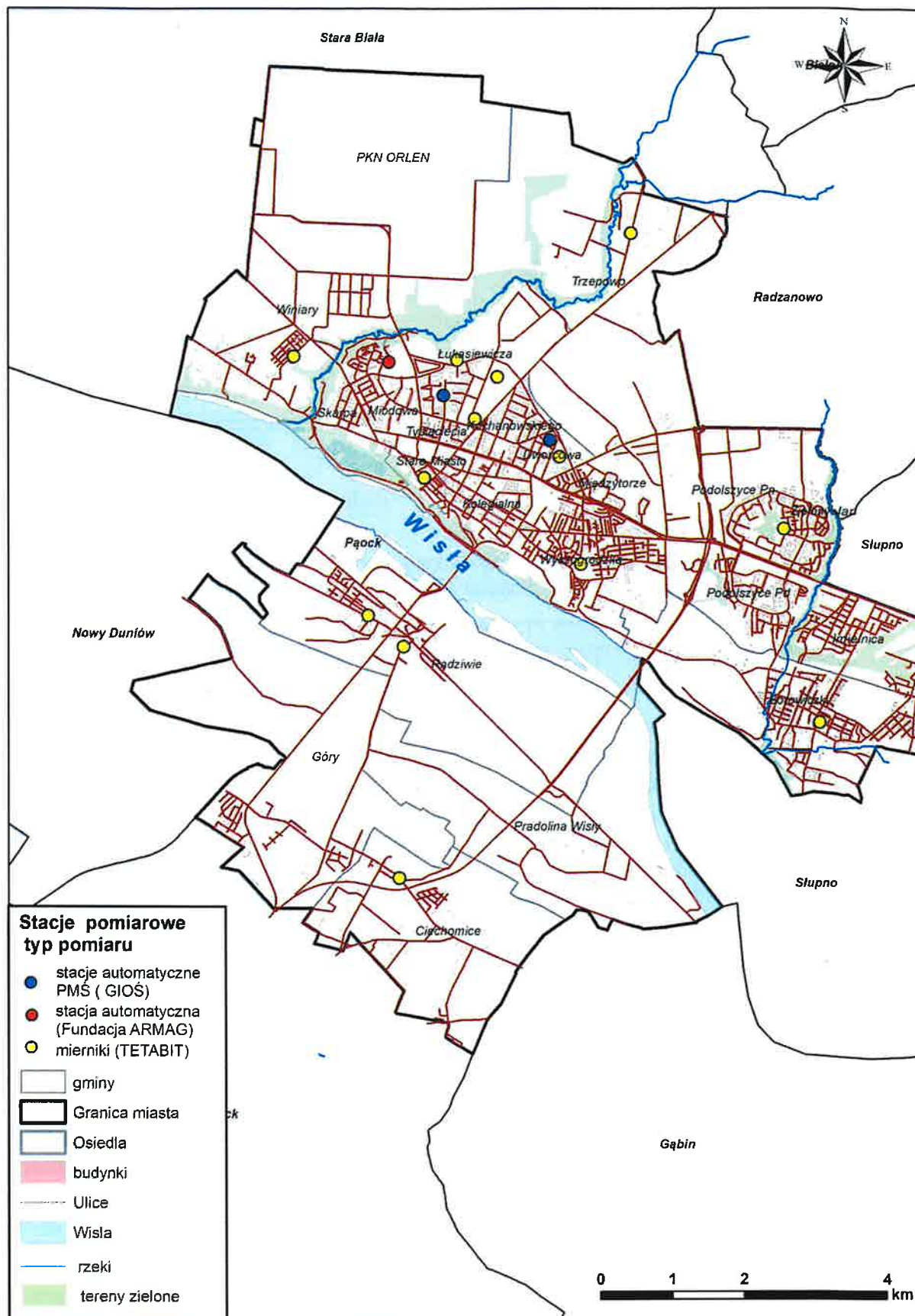
- wyniki ze stacji automatycznej (Fundacja ARMAG),
- wyniki z pomiarów wskaźnikowych (TETABIT Sp. z o.o).

Wyniki pomiarów ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska (Płock: lokalizacja na ulicy Reja i Królowej Jadwigi) pozyskano z rocznych ocen jakości powietrza z portalu jakości powietrza Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

Fundacja ARMAG wykonywała badania na stacji automatycznej metodami referencyjnymi dla substancji gazowych, a metodą ekwiwalentną dla pyłu zawieszonego. Wykonywanie pomiarów, obsługa oraz weryfikacja wyników odbywała się zgodnie z procedurami zatwierdzonymi dla sieci ARMAG (nr akredytacji 1057) przez Polskie Centrum Akredytacji.

## 2. Lokalizacja i wyposażenie stacji i stanowisk pomiarowych

W latach 2019-2023 w sposób ciągły wykonywane były pomiary w trzech stacjach automatycznych i na stanowiskach wskaźnikowych. Lokalizację stacji automatycznych i mierników przedstawiono na poniższej mapie.



Rysunek 1. Lokalizacja stacji Fundacji ARMAG i mierników wskaźnikowych.

## 2.1 Wyniki pomiarów w Płocku w latach 2019-2023

Informacje przedstawione w tym rozdziale obejmują wyniki:

- pomiarów referencyjnych i ekwiwalentnych,
- pomiarów wskaźnikowych pyłu PM<sub>10</sub>.

Poziomy dopuszczalne i wartości odniesienia dla mierzonych substancji przedstawiono w tabeli 1 (podstawa Rozporządzenie Ministra Środowiska: Dz. U. 2021 poz. 845, Dz. U. 2010 Nr 16. poz.87).

Tabela 1. Poziomy dopuszczalne i wartości stężeń odniesienia.

Zanieczyszczenie	Dopuszczalne wartości stężeń (w µg/m <sup>3</sup> ) w odniesieniu do okresu i liczby przekroczeń						
	1 godz.	liczba godzin	8 godz.	liczba dni	24 godz.	liczba dni	roku
Ditlenek siarki SO <sub>2</sub>	350	24	-	-	125	3	20 <sup>1</sup>
Ditlenek azotu NO <sub>2</sub>	200	18	-	-	-	-	40
Pył zawieszony PM <sub>10</sub>	-	-	-	-	50	35	40
Pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	-	-	-	-	-	-	20
Tlenek węgla CO	-	-	10 000		-	-	-
Ozon	-	-	120	25	-	-	-
Siarkowodór	20*	-	-	-	-	-	5*
Benzen	30*	-	-	-	-	-	5
Ksylen	100*	-	-	-	-	-	10*
Toluen	100*	-	-	-	-	-	10*

wartość odniesienia określa wielkość tolerowaną, nie stanowi podstawy do oceny jakości powietrza w rozumieniu rozporządzenia MS w sprawie dokonywania ocen.

Wyniki pomiarów odniesiono do ilości ważnych danych określonych zgodnie z „Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC” dla pełnego, rocznego cyklu pomiarowego.

Ilość ważnych danych w odniesieniu do rocznego okresu pomiarowego we wszystkich analizowanych latach przedawniono poniżej w tabeli 2. Analizatory przez większość okresu pomiarowego wykazywały się dużą sprawnością pomiarową powyżej 90%, wyjątek stanowi analizator BTX, który wykazał się mniejszą sprawnością w 2019 roku i 2021 roku ze względu na awarię urządzenia.

<sup>1</sup> W odniesieniu do ochrony roślin

Tabela 2. Ilość ważnych danych dla stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.

Substancja	2019	2020	2021	2022	2023
SO <sub>2</sub>	99,7	99,1	99,7	97,8	98,0
NO	93,5	98,1	93,5	97,8	97,9
NO <sub>2</sub>	93,5	98,1	93,5	97,8	97,9
NO <sub>x</sub>	93,5	98,1	93,5	97,8	97,9
Ozon	99,5	99,1	99,5	97,2	93,5
H <sub>2</sub> S	98,4	99,2	98,4	97,8	98,0
CO	98,7	99,1	98,7	97,8	96,4
PM <sub>2,5</sub>	90,2	99,1	90,2	97,8	98,1
PM <sub>10</sub>	90,2	99,1	90,2	97,8	98,1
benzen	84,1	95,1	84,1	94,9	94,8
toluen	84,1	95,1	84,1	94,9	94,8
ksyleny	84,1	95,1	84,1	94,9	94,8
Minimalna wymagana ilość ważnych danych	90				

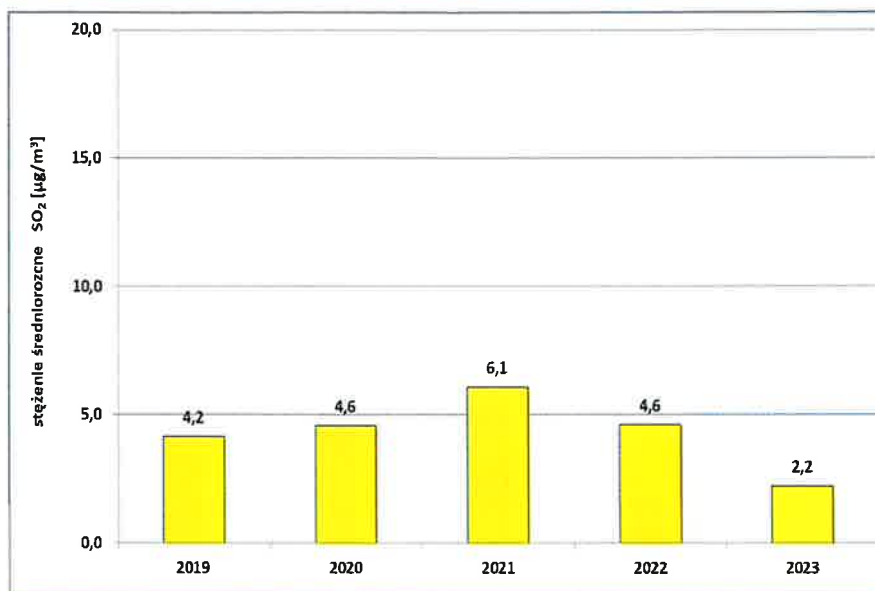
### 2.1.2 Dinitlenek siarki w latach 2019-2023

Stężenia średnioroczne dinitlenku siarki normowane ze względu na ochronę roślin na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymują się na niskim poziomie od 11,1% (2023 r.) do 30,4% (2021r.) poziomu dopuszczalnego w latach 2019 – 2023 (rys.2).

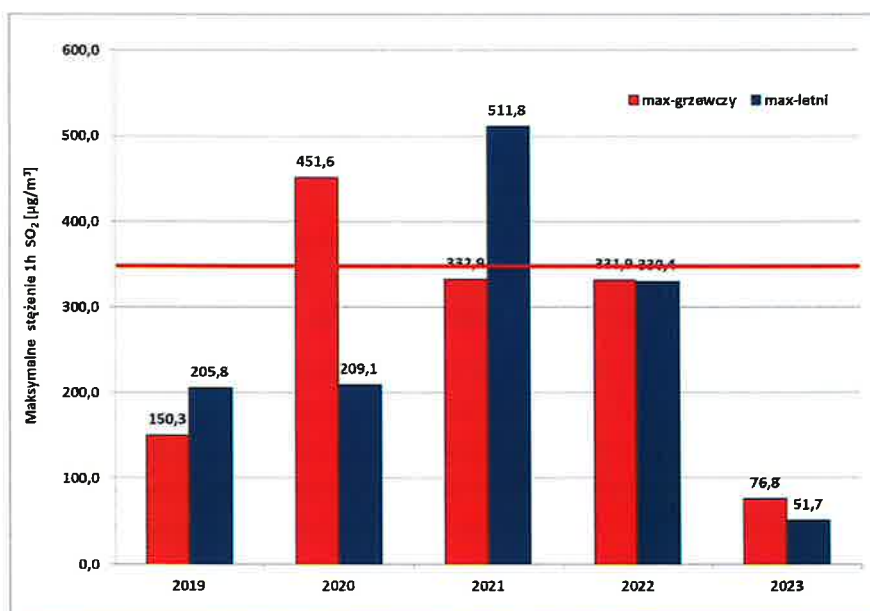
W analizowanym okresie odnotowano pojedyncze przekroczenia dopuszczalnej wartości stężeń 1h (chwilowych). Liczba przekroczeń stężeń 1h wyniosła od 1h 2020 roku do 7 h w 2021 roku przy dopuszczalnej częstotliwości 24 godziny w ciągu roku.

Maksymalne stężenie dinitlenku siarki wyniosło w analizowanym pięcioleciu **S<sub>1h</sub> = 511,8 µg/m<sup>3</sup>** (D<sub>1h</sub> = 350 µg/m<sup>3</sup>) wystąpiło w sezonie letnim 30 maja 2021r. o godzinie 08:00 przy temperaturze 11,4°C, prędkości wiatru 2,1 m/s z kierunku północnego oraz ciśnieniu 1011 hPa. Najniższe maksymalne stężenia 1h odnotowano w 2023 roku (rys.3).



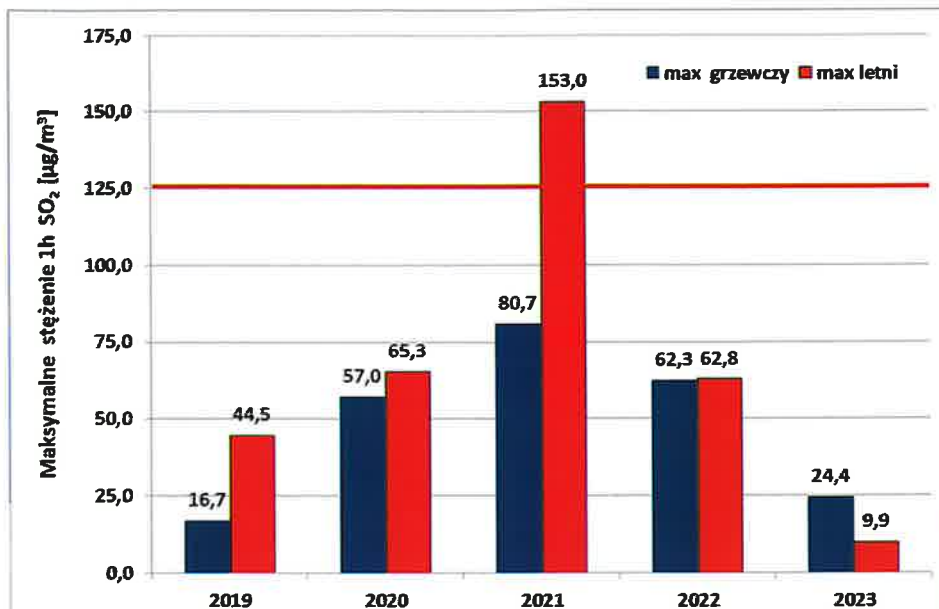


Rysunek 2. Przebieg stężeń średniorocznych ditlenku siarki w latach 2019-2023.



Rysunek 3. Maksymalne jednogodzinne stężenia ditlenku siarki w sezonie grzewczym i letnim w latach 2019-2023.

W latach 2019 - 2023 odnotowano pojedyncze przekroczenia dopuszczalnej wartości stężeń 24h w roku 2021 tj. dwa dni przy dopuszczalnej częstotliwości 3 dni w ciągu roku. Maksymalne stężenia średniodobowe ditlenku siarki zostało odnotowano w sezonie grzewczym tj. 16 kwietnia 2021 roku i wyniosło  $S_{24h} = 153,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Drugie przekroczenie wystąpiło 30 maja 2021 roku i wyniosło  $127,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

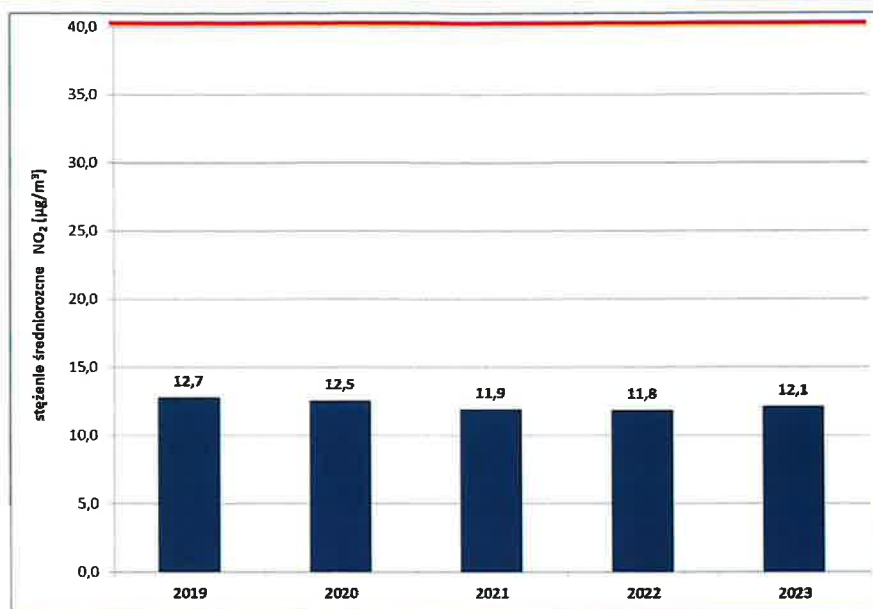


Rysunek 4. Maksymalne stężenia dobowe ditlenku siarki w sezonie grzewczym i letnim w latach 2019-2023.

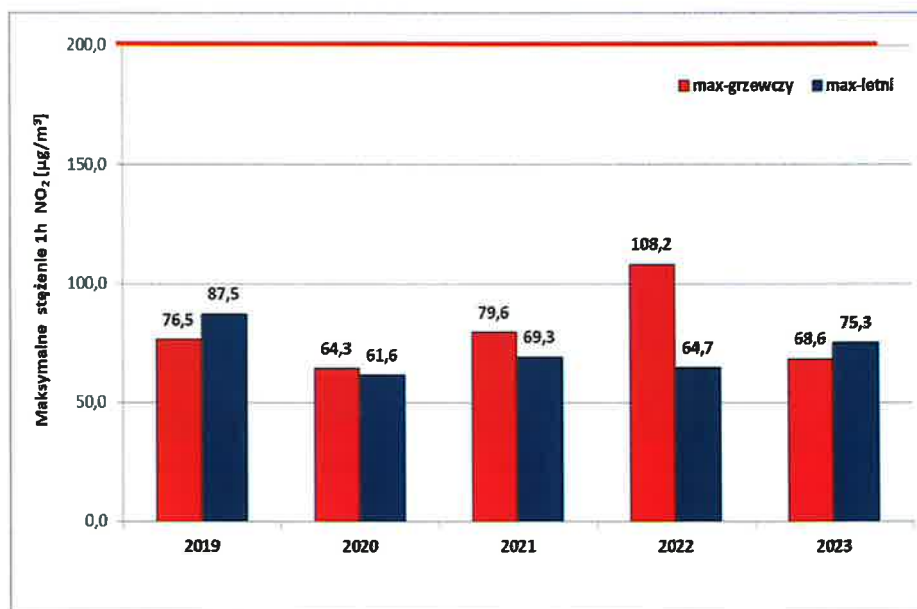
### 2.1.3 Ditlenek azotu w latach 2019-2023

Stężenia średnioroczne ditlenku azotu na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymywały się na stałym, niskim poziomie od 29,6% (2022r.) do 31,8% (2019r.) poziomu dopuszczalnego w analizowanym okresie (rys. 5).

W latach 2019-2023 nie odnotowano żadnych przekroczeń na terenie Płocka stężeń 1 h powyżej normy  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , przy dopuszczalnej częstotliwości przekraczania wynoszącej 18 razy w roku (rys. 6). Maksymalne stężenie dwutlenku azotu  $S_{1h\text{max}} = 108,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  odnotowano w dniu 22 marca 2022 roku o godzinie 19:00 przy temperaturze  $11,4^\circ\text{C}$ , ciśnieniu atmosferycznym 1023,7 hPa, wilgotności 35,6% oraz prędkości wiatru 0,2 m/s i kierunku wiatru północnym.



Rysunek 5. Przebieg stężeń średniorocznych ditlenku azotu w latach 2019-2023.



Rysunek 6. Maksymalne stężenia jednogodzinne ditlenku azotu w latach 2019-2023.

#### 2.1.4 Pył PM<sub>10</sub> w latach 2019-2023

Pył PM<sub>10</sub> uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki pyłu (PM<sub>10</sub> i mniejsze) wprowadzane są do powietrza w wyniku emisji pierwotnej lub powstają w atmosferze jako emisja wtórna w wyniku reakcji i procesów przy transporcie na większe odległości gazów: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> oraz lotnych związków organicznych<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Raport o stanie środowiska w Polsce w latach 1996-2001. Warszawa 2003

Poziomy dopuszczalne dla pyłu  $PM_{10}$ , określone ze względu na ochronę zdrowia odnoszą się do okresu doby i roku. Tolerowana częstość przekroczeń dopuszczalnej wartości średniodobowej  $=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wynosi 35 dni w roku.

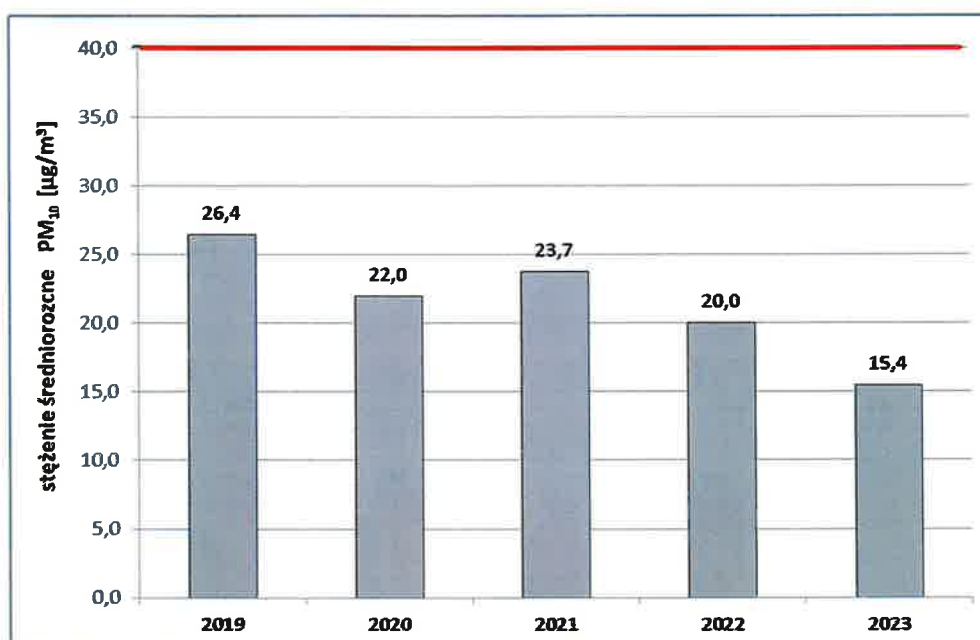
W pięcioletnim okresie pomiarowym, wykonywanym na stacji przy ul. Łukasiewicza stężenia średnioroczne pyłu  $PM_{10}$  wykazały tendencję malejącą.

W przypadku pomiarów wskaźnikowych do analizy wzięto pod uwagę te mierniki dla, których wyniki było dostępne za okres pięcioletni.

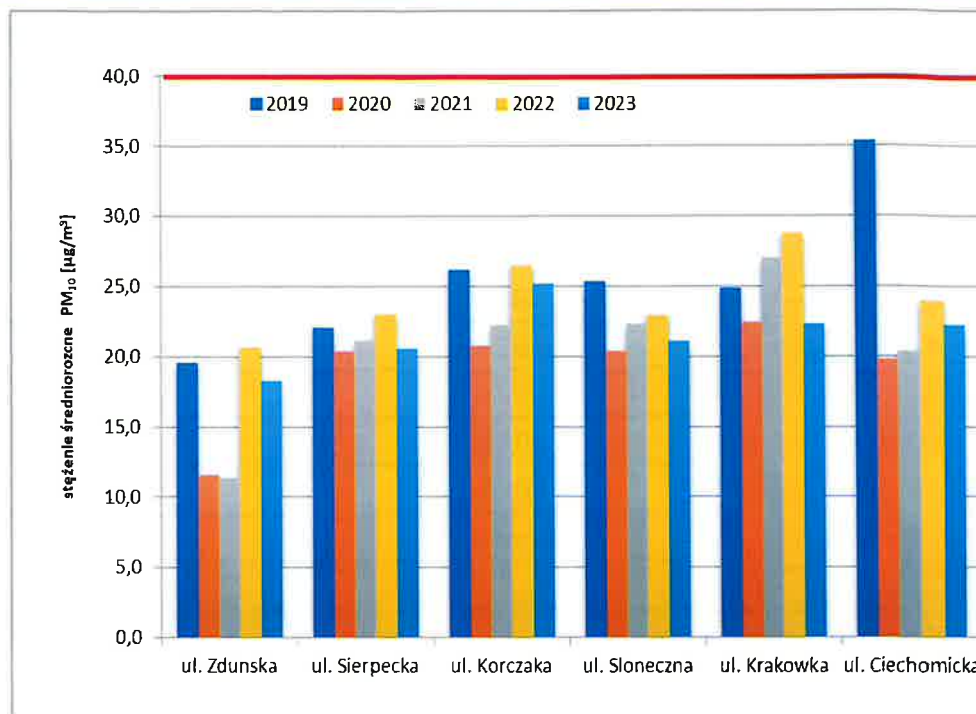
Stężenia średnioroczne pyłu  $PM_{10}$  w przypadku pomiarów wskaźnikowych (rys. 7) nie wykazały tendencji spadkowej tj. utrzymywały się na podobnym poziomie.

W 2023 roku zauważalny był spadek na większości mierników.

Stężenia średnioroczne pyłu  $PM_{10}$  w okresie od 2019-2023 r. dla mierników wahały się od 28,9% (ul. Zduńska 2020r.) do 88,3% (ul. Ciechomicka 2019r.) (rys. 8).



Rysunek 7. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu  $PM_{10}$  w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.



Rysunek 8. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu PM10 w latach 2019-2023 dla pomiarów wskaźnikowych.

Natomiast w okresie pomiarowym odnotowano przekroczenia **norm średniodobowych** dla pyłu PM<sub>10</sub> zarówno na stacji referencyjnej jak i stanowiskach pomiarów wskaźnikowych.

Największą liczbę dni, z przekroczeniami wartości średniodobowej tj. 23 dni, dla stacji referencyjnej odnotowano w 2021 przy dopuszczalnych 35 dniach (tab.3). W przypadku pomiarów wskaźnikowych najwięcej przekroczeń odnotowano przy ul. Slonecznej w 2019 roku, drugim miejscem gdzie było najwięcej przekroczeń wskazał miernik przy ul. Krakówka.

Od roku 2021 na stacji referencyjnej zauważalny był trend spadkowy liczby przekroczeń, podczas gdy dla mierników liczba przekroczeń utrzymywała się na podobnym poziomie (tabela 4).

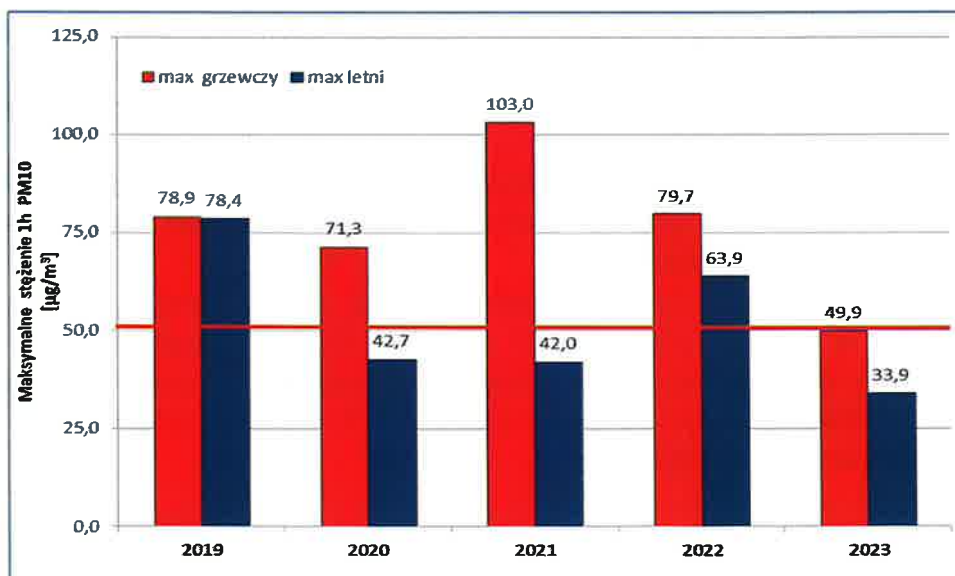
Maksymalne stężenie średniodobowe na stacji referencyjnej (ulica Łukasiewicza) wystąpiło w sezonie grzewczym 1 stycznia 2021 osiągając wartość 103 µg/m<sup>3</sup> (rys.9) przy ujemnej temperaturze średniodobowej wynoszącej -15,2 °C przy bardzo niskiej średniej dobowej prędkości wiatru = 1,2 m/s przy południowym kierunkiem wiatru (stacja przy ul. Łukasiewicza).

Tabela 3. Liczba dni przekroczeniami pyłu PM<sub>10</sub> stacja przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.

rok	Liczba dni przekroczeniami pyłu PM <sub>10</sub> stacja przy ul. Łukasiewicza
2019	20
2020	9
2021	23
2022	17
2023	0
Norma	35

Tabela 4. Liczba dni z przekroczeniami pyłu PM<sub>10</sub> dla pomiarów wskaźnikowych w latach 2019-2023.

miernik	2019	2020	2021	2022	2023
ul. Zduńska	10	0	0	13	4
ul. Sierpecka	14	3	10	11	12
ul. Korczaka	29	9	16	27	27
ul. Słoneczna	35	18	22	14	17
ul. Krakowka	25	10	22	27	25
ul. Ciechomska	8	2	8	15	14



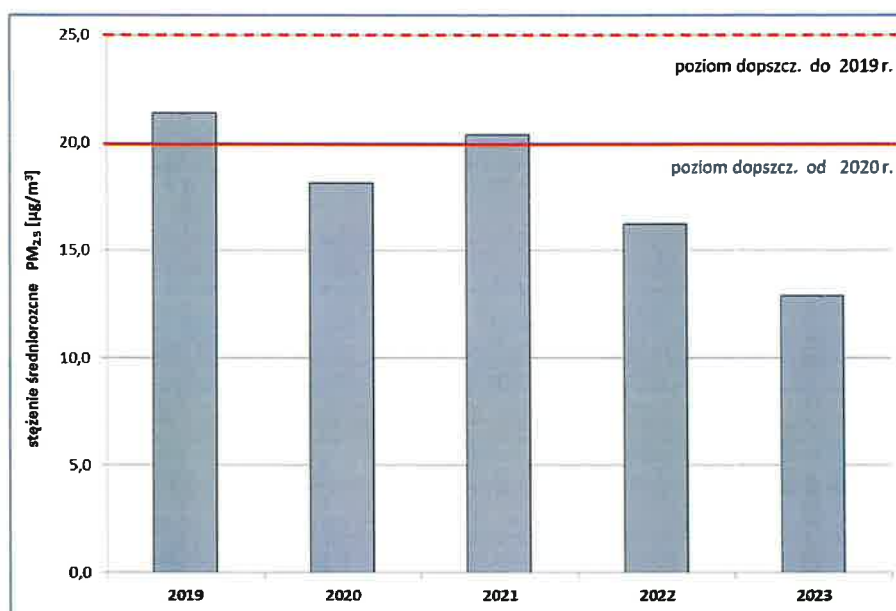
Rysunek 9. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu PM<sub>10</sub> w okresie grzewczym i letnim w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.

### 2.1.5 Pył PM<sub>2,5</sub> w latach 2019-2023

Pył PM<sub>2,5</sub> jest zanieczyszczeniem powietrza o najbardziej niekorzystnym wpływie na zdrowie człowieka.

W odniesieniu do pyłu PM<sub>2,5</sub> ustalone są jedynie wartości dopuszczalne dla roku. Od 2020 roku obowiązuje norma zaostrzona wynosząca 20 µg/m<sup>3</sup>, do końca 2019r. obowiązywało 25 µg/m<sup>3</sup>.

W latach 2019 -2023 stężenia średnioroczne pyłu PM<sub>2,5</sub> wykazywały tendencję malejącą dla pomiarów na stacji przy ul. Łukasiewicza. Może to wskazywać na poprawę jakości powietrza w Płocku (rys.10). Stężenia średnioroczne pyłu PM<sub>2,5</sub> wahały się na stacji od 54,6% (2023r.) do 101,7% (2021 r.) poziomu dopuszczalnego.



Rysunek 10. Przebieg stężeń średniorocznych pyłu PM<sub>2,5</sub> w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.

### 2.1.6 Ozon w latach 2019-2023

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, którego powstawanie w atmosferze determinowane jest przez obecność prekursorów ozonu, są to przede wszystkim takie substancje jak : dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>), tlenek węgla (CO), metan (CH<sub>4</sub>) oraz lotne związki organiczne (LZO) w obecności promieniowania UV. Związki te są emitowane głównie przez transport kołowy oraz przemysł, natomiast emisja antropogeniczna lotnych związków organicznych jest związana również z procesami przemysłowymi. Ze względu na niekorzystne oddziaływanie na organizm ludzki, jego poziom w warstwie przyziemnej podlega ciągłemu monitorowaniu, a stężenia obowiązkowemu sprawozdaniu (w okresie letnim co godzinę).

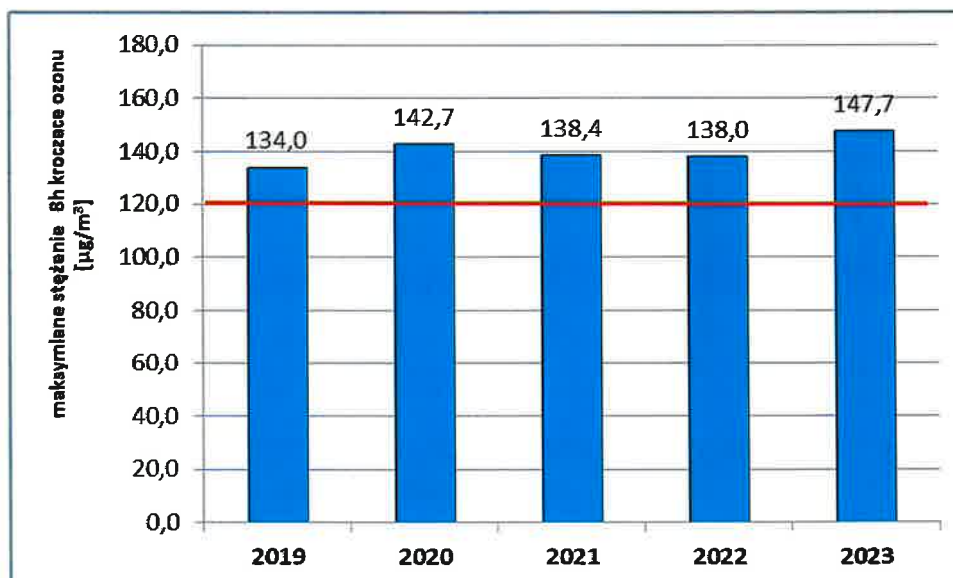
Liczba dni z przekroczeniami w analizowanym pięcioleciu wahała się od 7 dni w 2020 r. do 22 dni w 2022 r. roku dla pomiarów prowadzonych na stacji przy ul. Łukasiewicza przy dopuszczalnych 25 dniach w roku (tab.5).

Maksymalne stężenie ozonu odnotowano w sezonie letnim 12 września 2023 roku i wyniosło  $S_{\max 8h} = 147,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  przy maksymalnej 1 h temperaturze  $29,4^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej  $33,4\%$ , co stanowi  $123,0\%$  poziomu docelowego wynoszącego  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

W latach 2019 – 2023r. dla pomiarów prowadzonych na stacji referencyjnej poziom informowania nie został przekroczony

Tabela 5. Liczba dni z przekroczeniami ozonu na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.

rok	liczba przekroczeń (dni)
2019	14
2020	7
2021	14
2022	22
2023	19
norma	25 dni



Rysunek 11. Maksymalne stężenia  $8_h$  (kroczące) ozonu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w latach 2019-2023.

### 2.1.7 Tlenek węgla w latach 2019-2023

Dla tlenku węgla w rozporządzeniu MŚ z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określony jest poziom dopuszczalny dla czasu uśrednienia stężenia 8-godzinne (8h) kroczące. Dopuszczalny poziom wynoszący  $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nie został przekroczony. Maksymalne stężenie w Płocku wyniosło  $16,9\%$  wartości dopuszczalnej w okresie grzewczym (tab.6).

Maksymalne stężenie 8-godzinne  $S_{\max 8h} = 1687,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  w analizowanym pięcioleciu wystąpiło w dniu 14 października 2019 roku, co stanowi  $16,9\%$  poziomu dopuszczalnego.



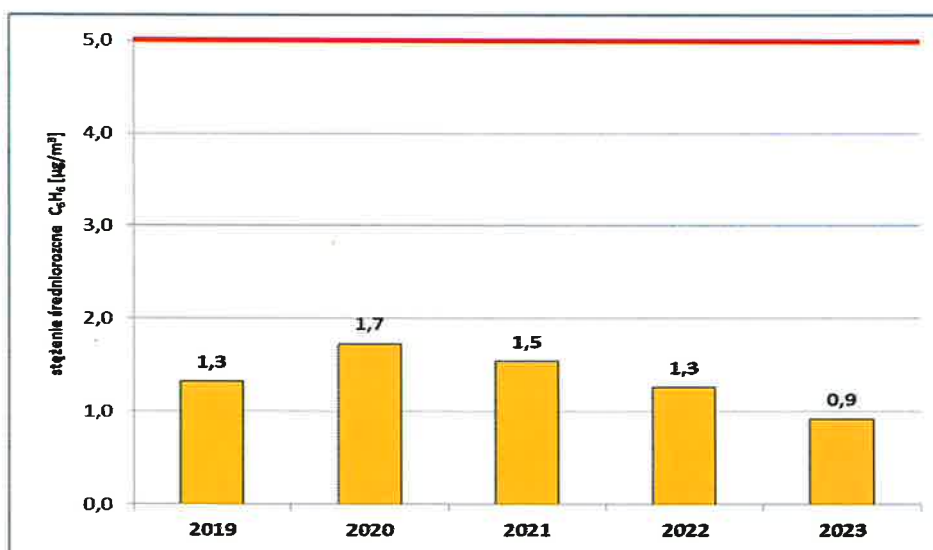
Tabela 6. Maksymalne stężenia  $8_h$  (kroczące) tlenku węgla [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w latach 2019-2023.

rok	max. 8h
2019	1687,6
2020	1139,6
2021	1548,5
2022	1219,9
2023	1275,5
norma	10 000

### 2.1.8 Benzen, toluen, ksyleny w latach 2019-2023

Węglowodory aromatyczne, w tym najprostszy benzen, zaliczane są do grupy lotnych związków organicznych. Benzen uznany jest za substancję rakotwórczą przez Międzynarodową Agencją Badań nad Rakiem (IRAC). W przypadku toluenu oraz ksylenów IRAC obie substancje klasyfikuje do grupy 3 jako niesklasyfikowane, co oznacza, że obecnie nie ma wystarczających dowodów potwierdzających kancerogenność.

Aktualnie normowany jest wyłącznie **średnioroczny poziom benzenu**. W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 26 stycznia 2010r. (Dz. U. 2010 Nr 16. poz.87) o wartościach odniesienia podane są stężenia jednogodzinne dla benzenu oraz jednogodzinne i średnioroczne dla toluenu, ksylenu (suma izomerów).



Rysunek 12. Przebieg stężeń średniorocznych benzenu w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.

Stężenia średnioroczne benzenu dla pomiarów prowadzonych na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymywały się na stałym niskim poziomie od 18,4% (2023 r.) do 34,5% (2019r.) poziomu dopuszczalnego w analizowanym okresie (rys. 12).

Tabela 7. Liczba dni z przekroczeniami wartości odniesienia dla benzenu na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.

rok	liczba przekroczeń (godzin)
2019	0
2020	5
2021	2
2022	2
2023	0

Maksymalna wartość 1h benzenu wystąpiła 10 czerwca 2022r. o godzinie 00:00 przy wietrze z kierunku północnego o prędkości 1,0 m/s i wyniosła 43,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , co stanowi 144% poziomu wartości odniesienia wynoszącej 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

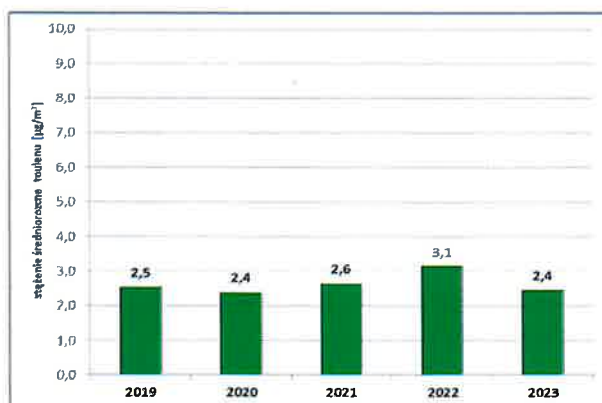
Liczba dni z przekroczeniami wartości odniesienia dla benzenu wyniosła od 2 godzin w 2021 i 2022 roku do 5 godzin w 2020 roku, nie odnotowano przekroczeń w 2019 i 2023 roku (tab.7).

Dla toluenu i ksylenu nie ustalono norm dopuszczalnych dla żadnego okresu uśredniania. Są natomiast określone wartości odniesienia godzinne (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i roczne (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), do których odnoszone są oceny poziomu zanieczyszczeń w atmosferze.

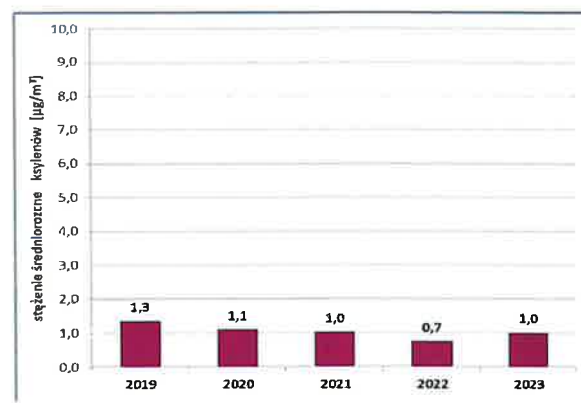
Stężenia średnioroczne toluenu na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymują się na stałym niskim poziomie od 9,5% (2023 r.) do 11,3% (2019r.) wartości odniesienia w analizowanym okresie (rys.13).

Liczba dni przekroczeniami wartości odniesienia dla toluenu wyniosła od 4 godzin w 2019 i 2020 roku do 20 godzin w 2022 roku (tab.8).

Stężenia średnioroczne ksylenów na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymują się na stałym niskim poziomie od 9,9% (2023 r.) do 11,9% (2019r.) wartości odniesienia w analizowanym okresie (rys.14). Liczba dni przekroczeniami wartości odniesienia dla ksylenów wyniosła od 0 godzin w 2019- 2021 roku do 9 godzin w 2022 roku (tab.8).



Rysunek 13. Przebieg stężeń średniorocznych toluenu w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.



Rysunek 14. Przebieg stężeń średniorocznych ksylenów w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.

Tabela 8. Liczba dni przekroczeniami wartości odniesienia dla toluenu oraz ksylenów na stacji przy ul. Łukasiewicza w latach 2019-2023.

rok	liczba przekroczeń (godzin) toluen	liczba przekroczeń (godzin) ksyleny
2019	4	0
2020	4	0
2021	7	0
2022	20	9
2023	10	1
Wartość odniesienia	100	

Przekroczenia wartości odniesienia toluenu oraz ksylenów głównie występowały w godzinach nocnych bądź nad ranem przy niewielkich prędkościach wiatru głównie z sektora północnego. Należy podkreślić, że w tych godzinach nocnych i nad ranem mogą występować krytyczne warunki rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze wynika to z braku wiatru oraz występowania zjawiska inwersji termicznej.

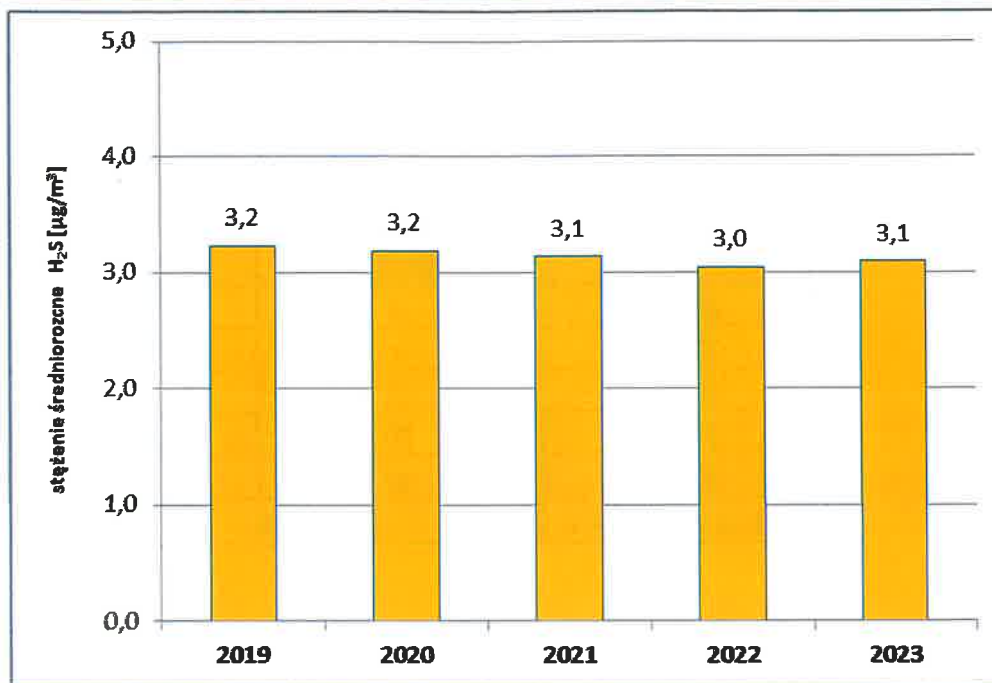
#### 2.1.9 Siarkowodór w latach 2019-2023

Siarkowodór jest zanieczyszczeniem charakterystycznym dla przerobu ropy naftowej. Stężenia siarkowodoru nie są normowane, określone są dla tego zanieczyszczenia wartości odniesienia 1 godzinne ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dla roku ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

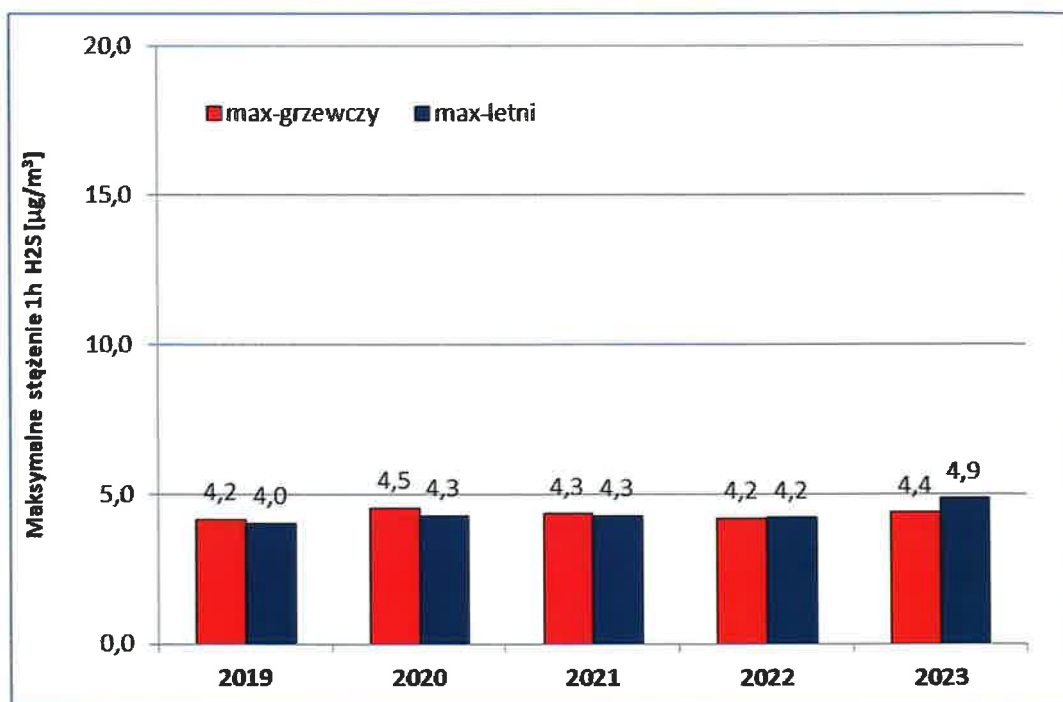
Stężenia średnioroczne siarkowodoru na stacji przy ul. Łukasiewicza utrzymywały się na stałym poziomie od 61% (2022 r.) do 65% (2019r.) wartości odniesienia w analizowanym okresie (rys.15)

Pięcioletnie pomiary na stacji referencyjnej wykazały praktycznie stały poziom tej substancji. Maksymalną wartość 1h =  $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  odnotowano 4 lipca 2023 przy temperaturze  $24,8^\circ\text{C}$  (rys 16).

Notowane stężenia średnioroczne  $=3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  są wynikiem emisji siarkowodoru z terenów przemysłowych m.in. instalacji PKN ORLEN oraz oczyszczalni ścieków.



Rysunek.15 Stężenie średnioroczne w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.



Rysunek.16 Maksymalne stężenia jednogodzinne siarkowodoru w latach 2019-2023 na stacji przy ul. Łukasiewicza.

### 3. WYNIKI POMIARÓW METEOROLOGICZNYCH

Równoległe z pomiarami stężeń substancji na stacji przy ulicy Łukasiewicza prowadzone były pomiary podstawowych parametrów meteorologicznych takich jak: ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, wilgotność względna, kierunek i prędkość wiatru oraz opad atmosferyczny. Pomiary meteorologiczne były niezbędne ze względu na duży wpływ warunków pogodowych na dyspersję zanieczyszczeń powietrza.

Czujniki pomiarowe charakteryzowały się dużą sprawnością pomiarową, co potwierdziła obliczona dyspozycyjność (tabela 9).

Tabela 9. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w latach 2019-2023.

Parametr	Sprawność 2019 [%]	Sprawność 2020 [%]	Sprawność 2021 [%]	Sprawność 2022 [%]	Sprawność 2023 [%]
Temperatura [°C]	99,9	97,2	98,8	94,3	96,4
Prędkość wiatru [m/s]	99,9	97,2	98,8	94,3	96,4
Ciśnienie atmosfer. [hPa]	99,9	97,2	98,8	94,3	96,4
Wilgotność [%]	99,9	97,2	98,8	94,3	96,4
Opad atmosferyczny [mm]	88,7	97,2	98,8	94,3	96,4

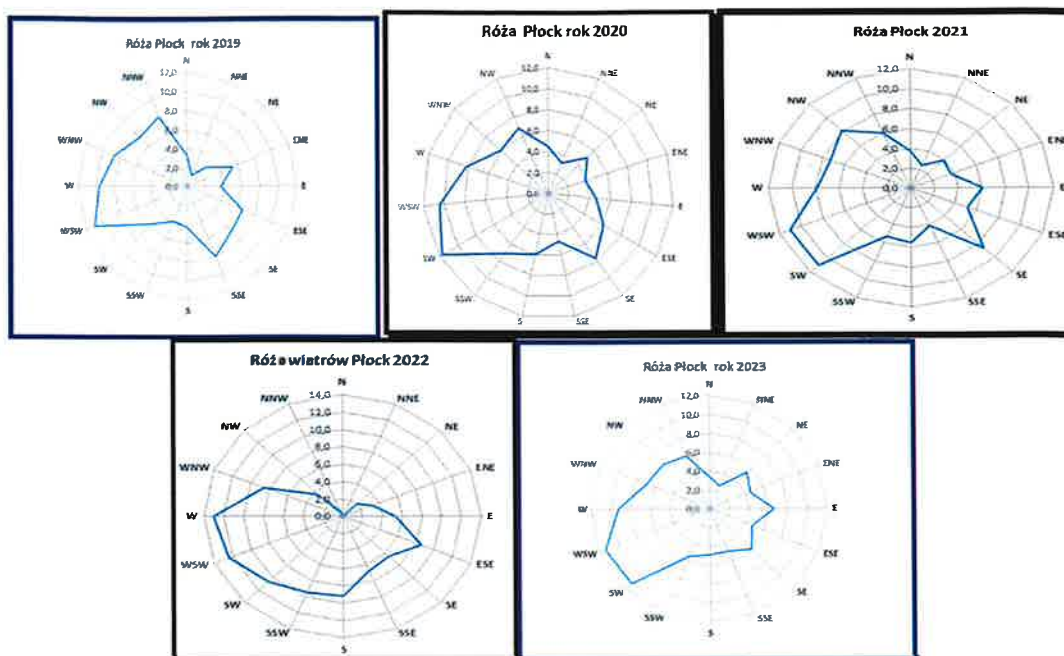
Tabela 10. Roczne wartości parametrów meteorologicznych w latach 2019-2023.

Parametr	Średnia roczna/ Suma opadu 2019	Średnia roczna/ Suma opadu 2020	Średnia roczna/ Suma opadu 2021	Średnia roczna/ Suma opadu 2022	Średnia roczna/ Suma opadu 2023
Temperatura [°C]	11,2	10,9	9,4	10,4	11,2
Prędkość wiatru [m/s]	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8
Ciśnienie atmosfer. [hPa]	1003,3	1004,6	1004,1	1005,6	1002,9
Wilgotność [%]	66,1	66,4	69,1	66,8	66,8
Opad atmosferyczny [mm]	493,4	651,0	873,4	612,6	605,4

Roczne statystyki parametrów meteorologicznych nie wykazywały dużej zmienności w pięcioleciu, z wyjątkiem opadów (tab.10), które wykazują znaczną zmienność w zakresie od 493,4 mm do 873,40 mm.

Kluczową rolę w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń odgrywają kierunki i prędkość wiatru. Na terenie Płocka lokalne warunki są bardzo zmienne. Pomiary na stacji przy ulicy Łukasiewicza są reprezentatywne dla Miasta Płocka, ponieważ lokalizacja stacji wyklucza wpływ na pomiar przeszkód terenowych.

Przez kolejne lata pomiarów, zaobserwować można zróżnicowane kierunki napływu w okresie rocznym. W roku 2020 emisja z Miasta Płocka wzmocniana była emisją ze źródeł, ze wszystkich kierunków, w roku 2019 i 2021 oraz 2023 najsilniej reprezentowany był kierunek południowo-zachodni, a w 2022 roku z kolei kierunek zachodni (rys.17).



Rysunek 17. Roczne róże wiatrów w latach 2019-2023.

Na podstawie pomiarów meteorologicznych w stacji przy ulicy Łukasiewicza wykonano róże wiatrów dla każdego miesiąca pomiarowego. Emisja z kierunku północnego (z obszaru ORLEN S.A) miała wpływ na jakość powietrza w Płocku podczas epizodów.

#### 4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W PŁOCKU W LATACH 2019-2023

Zgodnie z aktami prawnymi dotyczącymi oceny wyników pomiarów i jakości powietrza pomiary zagregowano do obowiązujących czasów uśredniania, z których utworzono następujące zbiory danych:

- baza danych 1-godzinnych,
- baza danych 8-godzinnych (kroczących),
- baza danych dobowych (24h).

Stężenia substancji porównywano z dopuszczalnymi poziomami substancji w powietrzu lub wartościami odniesienia dla okresu rocznego stosując ocenę opisową wg następujących kryteriów:

- 0 - 20 % normy jakość powietrza **b. dobra**
- 21- 40 % normy jakość powietrza **dobra**
- 41- 60 % normy jakość powietrza **zadowalająca**
- 61- 100 % normy jakość powietrza **dostateczna**
- > 100 % normy jakość powietrza **niezadowalająca**

Tabela 11. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych w latach 2019-2023.

Zanieczyszczenie	% wartości dopuszczalnej 2019	% wartości dopuszczalnej 2020	% wartości dopuszczalnej 2021	% wartości dopuszczalnej 2022	% wartości dopuszczalnej 2023
Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	21,0	22,9	30,4	23,1	11,1
Dwutlenek azotu NO <sub>2</sub>	31,8	31,3	29,7	29,6	30,3
Pył zawieszony PM <sub>10</sub>	66,0	54,9	65,2	50,0	38,6
Pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	107,0	72,5	101,9	81,0	64,5
Siarkowodór	64,0	63,8	62,7	60,9	61,8
Benzen	26,0	34,5	30,9	26,0	18,4
Toluen	42,0	23,7	9,9	31,0	24,4
Ksylene	32,0	10,5	26,2	7,0	10,0

Porównując wyniki pomiarów z wartościami dopuszczalnymi lub wartościami odniesienia należy stwierdzić po 5 letnim okresie pomiarowym, że w Płocku poziom zanieczyszczeń powietrza można oceniać w perspektywie średnio i długookresowej (sezon, rok) jako dobry bądź bardzo dobry 2019-2023 dla większości substancji gazowych (wyjątek stanowi siarkowodór poziom jest zadowalający w rok 2022 roku i w pozostałych latach dostateczny).

W przypadku zanieczyszczeń pyłowych odnotowano poziom zadowalający dla pyłu PM<sub>10</sub> za lata 2020r. i 2022r., dostateczny za lata 2019r. i 2021r., oraz dobry w 2023 roku. W przypadku pyłu PM<sub>2,5</sub> dostateczny za lata 2020 i 2022-2023 oraz 2019 i 2021 poziom niezadawalający. W przypadku pyłu obu frakcji zauważalna jest powolna poprawa jakości powietrza.

Inaczej przedstawia się sytuacja dla stężeń chwilowych, które w krytycznych warunkach rozprzestrzeniania osiągają b. wysokie, ale krótkotrwałe wartości powodujące dyskomfort mieszkańców mimo nieprzekraczania wartości dopuszczalnych.

## 5. Ocena jakości powietrza na stacjach GIOŚ za lata 2019-2023

Wyniki klasyfikacji stref dostępne na stronie GIOŚ w zakładce publikacje gdzie dostępna jest „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za lata 2019-2023”, w przypadku strefy miasto Płock nie odnotowano dla żadnych substancji przekroczeń w latach 2019-2023 (tabela 12).

Tabela 12. Wyniki klasyfikacji stref ze względu na ochronę zdrowia dla stacji monitoringu w Polsce w latach 2019-2023.

Nazwa województwa	Nazwa strefy	Klasy dla poszczególnych zanieczyszczeń w obszarze strefy											
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	O <sub>3</sub> *	PM <sub>10</sub>	Pb	As	Ni	Cd	B(a)P*	PM <sub>2,5</sub> <sup>^</sup>
mazowieckie	miasto Płock 2019	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	miasto Płock 2020	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	miasto Płock 2021	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	miasto Płock 2022	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	miasto Płock 2023	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

\* klasyfikacja wg poziomu docelowego

<sup>^</sup> klasyfikacja podstawowa wg poziomu dopuszczalnego (faza I)

## 6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Analiza pomiarów jakości powietrza w latach 2019-2023 wykazała wystąpienie kilkudziesięciu sytuacji meteorologicznych sprzyjających powstawaniu epizodów wysokich stężeń, jednakże żadna z wielkości dopuszczalnych nie została przekroczona. Na podstawie porównania wyników pyłu zawieszonego można stwierdzić znaczny spadek poziomów notowanych stężeń jak i liczby dni z przekroczeniami w pięcioleciu.

Pomiary wykonywane metodą referencyjną wykazały, że najczęściej identyfikowaną przyczyną występowania epizodów wysokich stężeń jest wpływ emisji z instalacji ORLEN S.A oraz innych zakładów wraz niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi tj. wiatr z sektora północnego o niskiej i bardzo niskiej prędkości, które powodują kumulację emisji toluenu, benzenu i mieszanin węglowodorów na terenie Miasta oraz zanieczyszczeń z komunikacji, a w okresie grzewczym emisji ze spalania niskiej jakości paliw stałych. Po pięcioletnim okresie pomiarowym na podstawie pomiarów referencyjnych, wspartych pomiarami wskaźnikowymi można ocenić, że tak skonstruowana sieć pomiarowa pozwala obiektywnie ocenić wpływ różnych źródeł emisji na jakość powietrza w Płocku.

Jest to widoczne w mniejszej liczbie rejestrowanych przekroczeń pyłu PM<sub>10</sub>. Duży wpływ na taki stan powietrza mają działania zmniejszające niską emisję.

Do najważniejszych można zaliczyć wymianę nieekologicznych kotłów na paliwo stałe - dotacja do likwidacji pieców, kontrole palenisk wykonywane przez Straż Miejską, ale również działania edukacyjne mające na celu podnoszenie świadomości mieszkańców oraz warunki meteorologiczne.



Zintegrowany monitoring stężeń substancji i parametrów meteorologicznych pozwala na bieżącą ocenę i prowadzenie działań prewencyjnych szczególnie podczas występowania epizodów wysokich stężeń.

Pięcioletni, pełny cykl pomiarowy upoważnia do stwierdzenia, że wpływ emisji z instalacji ORLEN S.A na Miasto zaznacza się przy wiatrach z północnego sektora. Stwierdzenie to ma odniesienie do ditlenku siarki oraz zanieczyszczeń specyficznych (benzen, toluen, ksyleny). Podwyższone stężenia lub przekraczające chwilowe wartości odniesienia tych substancji są rejestrowane przez mieszkańców często jako uciążliwość zapachowa. Podwyższone stężenia węglowodorów w analizowanym okresie były związane między innymi z prowadzonymi pracami remontowymi na terenie Orlen S.A. jak również z niesprzyjającymi warunkami meteorologicznymi m.in. w postaci niskich prędkości wiatru jak i kierunku wiatru z sektora północnego.

Podsumowując pięcioletnią ocenę jakości powietrza, można pokusić się na stwierdzenie, że jakość powietrza w odniesieniu do zanieczyszczeń gazowych jak i pyłowych na obszarze całego miasta uległa poprawie.

Kluczowe kierunki działań w zakresie dalszej poprawy jakości powietrza w Płocku to przede wszystkim kontynuacja likwidacji pieców na paliwo stałe oraz ograniczanie emisji komunikacyjnej na całym obszarze miasta poprzez zachęcanie mieszkańców Płocka do korzystania z komunikacji miejskiej. Duży wpływ w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza będą miały również działania inwestycyjnymi na terenie przemysłowym.

**PREZYDENT**  
**Miasta Płocka**  
  
**Andrzej Nowakowski**

**ZASTĘPCA PREZYDENTA**  
**Miasta Płocka**  
  
**Piotr Dyśkiewicz**