



**Raport końcowy z pomiarów  
zanieczyszczeń powietrza w Płocku  
w okresie  
01.01.2022r. - 31.12.2022r.**



Raport przygotował zespół:

**dr Michalina Bielawska**  
**mgr Michał Sarafin**  
**mgr Tomasz Kołakowski**  
**mgr inż. Tomasz Kosiak**

**Gdańsk, marzec 2023 r.**

## SPIS TREŚCI

<b>1.</b>	<b>WSTĘP</b>	<b>7</b>
1.1	Podstawa formalna	7
<b>2.</b>	<b>WYNIKI POMIARÓW ZANIECZYSZCZEŃ</b>	<b>9</b>
2.1	Lokalizacja i wyposażenie stacji i stanowisk pomiarowych	9
2.2	Metody pomiarowe i zakres pomiarów	12
2.2.1	Pomiary ciągłe	12
2.2.2	Pomiar stężeń pyłu PM10 i PM2,5 metodą wskaźnikową	13
2.2.3	Wyniki pomiarów w Płocku styczeń - grudzień 2022 r	13
2.2.4	Ditelnek siarki	16
2.2.5	Ditelnek azotu	17
2.2.6	Tlenki azotu	18
2.2.7	Pył PM10	20
2.2.8	Pył PM2.5	21
2.2.9	Ozon	22
2.2.10	Tlenek węgla	24
2.2.11	Benzen, toluen, ksyleny	23
2.2.12	Siarkowodór	25
2.2.13	Podsumowanie wyników pomiarów ciągłych	26
2.2.14	Pomiary wskaźnikowe zanieczyszczenia gazowe	27
2.2.15	Pomiary wskaźnikowe pilotażowe w okresie 1.12.2021-28.02.2022	29
<b>3.</b>	<b>Przestrzenny rozkład stężeń zanieczyszczeń</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>Porównanie wyników pomiarów z serii pomiarowych 2018 -2022</b>	<b>38</b>
<b>5.</b>	<b>WYNIKI POMIARÓW METEOROLOGICZNYCH</b>	<b>41</b>
<b>6.</b>	<b>OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W PŁOCKU w OKRESIE POMIAROWYM</b>	<b>45</b>
<b>7.</b>	<b>Analiza epizodów</b>	<b>46</b>
<b>8.</b>	<b>UDOSTĘPNIANIE INFORMACJI O JAKOŚCI POWIETRZA</b>	<b>49</b>
<b>9.</b>	<b>PODSUMOWANIE</b>	<b>52</b>
<b>10.</b>	<b>WNIOSKI</b>	<b>53</b>

## SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Certyfikat akredytacji AB 1057. ....	8
Rysunek 2. Lokalizacja stacji Fundacji ARMAG i mierników wskaźnikowych. ....	11
Rysunek 3. Stacja ciągłych automatycznych pomiarów zanieczyszczeń przy ul. Łukasiewicza. ....	12
Rysunek 4. Wskaźnikowy miernik pyłu. ....	13
Rysunek 5. Maksymalne jednogodzinne stężenia ditlenku siarki [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	16
Rysunek 6. Maksymalne stężenia dobowe ditlenku siarki. ....	17
Rysunek 7. Maksymalne stężenia jednogodzinne $\text{NO}_2$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	18
Rysunek 8. Maksymalne stężenia jednogodzinne ditlenku i tlenków azotu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	18
Rysunek 9. Średnie średniokresowe stężenia pyłu $\text{PM}_{10}$ w okresie grzewczym i letnim [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	19
Rysunek 10. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	20
Rysunek 11. Średniodobowe stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w stacji przy ulicy Łukasiewicza. .	21
Rysunek 12. Maksymalne stężenia $8_h$ (kroczące) ozonu w sezonie letnim [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	22
Rysunek 13. Maksymalne stężenia $8_h$ (kroczące) ozonu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w całym roku. ....	22
Rysunek 14. Maksymalne stężenia jednogodzinne benzenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	23
Rysunek 15. Maksymalne stężenia jednogodzinne toluenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	25
Rysunek 16. Maksymalne stężenia jednogodzinne sumy ksylenów [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	25
Rysunek 17. Maksymalne stężenia jednogodzinne siarkowodoru [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	26
Rysunek.18 Przebieg stężenia jednogodzinnych ditlenku siarki podczas epizodu 15.04.2023 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. ....	28
Rysunek.19 Przebieg stężenia jednogodzinnych ditlenku siarki podczas epizodu 17.04.2023 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] . ....	28
Rysunek 20. Mapa rozmieszczenia stacji i stanowisk pomiarowych w Płocku. ....	30
Rysunek 21. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $\text{PM}_{10}$ -okres grzewczy. ....	31
Rysunek 22. Przestrzenny rozkład pyłu $\text{PM}_{10}$ -okres letni. ....	32
Rysunek 23. Przestrzenny rozkład pyłu $\text{PM}_{10}$ - rok. ....	33
Rysunek 24 Przestrzenny rozkład pyłu $\text{PM}_{2,5}$ -okres grzewczy. ....	35
Rysunek 25. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ - okres letni. ....	36
Rysunek 26. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ - rok. ....	37
Rysunek 27. Porównanie stężeń 24 pyłu $\text{PM}_{10}$ w IV kwartale w latach 2018,2019,2020 oraz 2021r. ....	38
Rysunek 28. Róże wiatrów w IV kwartale w latach 2018, 2019 i 2020,2021 oraz 2022. ....	38
Rysunek 29. Stężenia średniodobowe pyłu $\text{PM}_{10}$ w roku 2020. ....	39
Rysunek 30. Średniodobowe stężenia pyłu $\text{PM}_{10}$ w roku 2021. ....	39
Rysunek 31. Średniodobowe stężenia pyłu $\text{PM}_{10}$ w roku 2022. ....	40
Rysunek 32. Róże wiatrów w Płocku (warunki lokalne – stacja ul. Łukasiewicza) w 2020,2021 i 2022 roku. ....	40
Rysunek 33. Zmienność prędkości wiatru i temperatury w 2022 roku. ....	43
Rysunek 34. Roczne róże wiatrów w 2020,2021 i 2022 roku. ....	43
Rysunek 35. Miesięczne róże wiatrów w roku 2022. ....	44
Rysunek 36. Stężenia ditlenku benzenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w dniach 9-11 czerwca 2022 r. ....	48
Rysunek 37. Warunki meteorologiczne podczas epizodu w dniach 9-11 czerwca 2022 r. ...	48
Rysunek 38. Stężenia toluenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w dniach 12-13 marzec 2022 r. ....	49
Rysunek 39. Warunki meteorologiczne podczas epizodu dniach 12-13 marzec 2022 r. ....	49
Rysunek 40. Wyniki pomiarów ze stacji przy ulicy Łukasiewicza. ....	50
Rysunek 41. Wyniki pomiarów wskaźnikowych. ....	53

## SPIS TABEL

Tabela 1. Stacje i stanowiska pomiarów w Płocku.....	9
Tabela 2. Poziomy dopuszczalne i wartości stężeń odniesienia.....	14
Tabela 3. Ilość ważnych danych [%] w 2022 r. po weryfikacji rocznej.....	14
Tabela 4. Stężenia zanieczyszczeń średniookresowe i średnioroczne.....	15
Tabela 5. Maksymalne wartości stężeń zanieczyszczeń i liczba przekroczeń.....	15
Tabela 6. Zestawienie wyników średniorocznych z odniesieniem do wartości dopuszczalnych.....	26
Tabela 7. Zestawienie wyników SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , oraz CO pomiarów pilotażowych.....	28
Tabela 8. Zestawienie wyników sumy lotnych związków organicznych oraz metanu-propanu – butanu pomiarów w 2022 roku. ....	29
Tabela 9. Zestawienie wielkości i częstości występowania wartości ponadnormatywnych .....	41
Tabela 10. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w 2021 roku.....	42
Tabela 11. Średnie i maksymalne parametry w miesiącach pomiarowych w 2022 roku.....	42
Tabela 12. Ocena jakości powietrza w roku 2022 na podstawie wartości stężeń średniorocznych.....	45
Tabela 13. Zestawienie epizodów w 2022 roku.....	46

## Streszczenie w języku niespecjalistycznym

Pomiary w roku 2022 wykonano w pełnym, rocznym cyklu badawczym, zgodnie z wszystkimi wymaganiami dla pomiarów automatycznych.

Uzupełnienie pomiarów pyłów PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, ditlenku siarki i azotu pomiarami z mierników wskaźnikowych, pozwala na następujące konkluzje:

1. Jakość powietrza w Płocku w długo i średniookresowej perspektywie wykazuje wahania stężeń z roku na rok, szczególnie w liczbie rejestrowanych przekroczeń pyłu PM<sub>10</sub>, co wynika ze zmienności warunków meteorologicznych w szczególności w okresie grzewczym.
2. Uciążliwości zapachowe mają charakter krótkotrwały i związane są z niekorzystną sytuacją meteorologiczną.
3. Wzajemne położenie PKN ORLEN i Miasta powoduje oddziaływanie emisji z zakładu przy wiatrach z sektora pomiędzy NW-NE.
4. Wykonywane pomiary stężeń węglowodorów aromatycznych na stacji przy ulicy Łukasiewicza w okresie pomiarowym wykazywały pojedyncze wartości wyższe niż tolerowane wartości odniesienia określone dla okresu uśredniania 1 h. Najwyższe stężenia notowano dla toluenu i benzenu. Dla toluenu wartość wyższą od tolerowanej równą 100 µg/m<sup>3</sup> zanotowano przez dziewiętnaście godzin w ciągu roku (1 marca - 2h, 13- marca 2h, 23 marca - 3h, 22 kwietnia -1h, 29 kwietnia -1h, 1 maj -2h, 30 maj -1h, 4 czerwca -1h, 9 czerwca -1h, 3 sierpnia-2h, 6 września -1h, 7 września - 2h, 16 listopada -1h). Dla benzenu jednogodzinna wartość odniesienia wynosząca 30 µg/m<sup>3</sup> została przekroczona dwa razy w ciągu roku (10 i 11 czerwca po 1 h).
5. W 2022 roku nie odnotowano żadnych przekroczeń dopuszczalnej wartości stężeń 1h ditlenku siarki oraz poziomu dopuszczalnego średniodobowego tej substancji.
6. W roku 2022 normy średnioroczne jakości powietrza były dotrzymane dla wszystkich zanieczyszczeń.
7. Liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej pyłu PM<sub>10</sub> na stacji przy ulicy Łukasiewicza wyniosła w roku 17 dni przy dopuszczalnej 35 dni w roku.
8. Liczba dni z przekroczeniami dla 8h wartości ozonu wyniosła 22 przy dopuszczalnej 25 dni w roku.
9. Zbudowana sieć monitoringu jakości powietrza składająca się ze stacji referencyjnej, sieci pomiarów wskaźnikowych przy wykorzystaniu wyników pomiarów ze stacji PMŚ umożliwia stosunkowo dokładnie określać stan zanieczyszczenia powietrza w Płocku i porównywać efekty działań ograniczających emisję.
10. Uzupełnieniem sieci pomiarowej w celu przewidywania epizodów wysokich stężeń może być w przyszłości prognoza oparta na emisji z terenu Miasta wraz prognozą meteorologiczną weryfikowaną lokalnymi pomiarami meteorologicznymi.

## 1. WSTĘP

Od 2018 r. Miasto Płock po serii skarg mieszkańców oraz na prośbę radnych Rady Miasta Płocka na jakość powietrza podjęło decyzję o rozpoczęciu własnych pomiarów niezależnych od pomiarów stacji Państwowego Monitoringu Środowiska zlokalizowanych przy ulicy Reja i Królowej Jadwigi w Płocku.

Po wnikliwej analizie warunków dla lokalizacji stacji pomiarowej wynikającej z zasad obowiązujących dla stacji tła miejskiego (Rozp. Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. zał. nr 2 i 3 Dz. U. z 2018 r. poz. 1119) Miasto wskazało teren w sąsiedztwie Politechniki Warszawskiej i wybrało organizację posiadającą kompetencje oraz wyposażenie do pomiarów stężeń substancji w powietrzu atmosferycznym zgodne z wymaganymi przepisami o jakości pomiarów.

W IV kwartale roku 2018 i 2019 roku wykonano pierwszą serię pomiarową, która pozwoliła ocenić reprezentatywność lokalizacji stacji oraz poprawny dobór mierzonych zanieczyszczeń. Kluczowe znaczenie dla celu pomiarowego miał jednoczesny pomiar warunków meteorologicznych, które mają istotne znaczenie dla określenia kierunku napływu zanieczyszczeń. W latach 2020-2022 kontynuowano pomiary w tej samej lokalizacji.

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

Stroną internetową, na której na bieżąco można sprawdzić jakość powietrza w Płocku jest strona <https://czysty.plock.eu/index.php/ochrona-powietrza/ochrona-powietrza>.

### 1.1 Podstawa formalna

Pomiary i raport realizowane są na podstawie umów zawartych z konsorcjum DACSystem sp. z o. o. i Fundacji ARMAG na wykonanie usługi polegającej na wykonaniu pomiarów zanieczyszczeń powietrza w terminie od 1 stycznia 2022 r. do 31.12.2022 r.

Wymagania Zamawiającego określone w umowie obejmowały zakres pomiarowy, wyposażenie oraz zapewnienie obsługi przez kompetentny personel.

W trakcie wykonywania pomiarów zgodnie z rozporządzeniami Ministra Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. z 2020 poz. 2279) i w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. z 2021 poz. 845) sporządzane były okresowe raporty kwartalne.

Niniejszy raport podsumowuje badania zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie 1 stycznia 2022 r. do 31.12.2022 r. i obejmuje:

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

W ocenie jakości powietrza wykorzystano także wyniki pomiarów stacji PMŚ w Płocku i w Białej.

Wyniki pomiarów ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska (Płock: lokalizacja na ulicy Reja i Królowej Jadwigi oraz na ulicy Kmicica w Białej) uzyskano od Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska - Departamentu Monitoringu Środowiska w Warszawie. Wyniki pomiarów PMŚ za 2022 rok są wstępnie zweryfikowane.

Wyniki z mierników wskaźnikowych pozyskano od wykonawców za zgodą Zamawiającego.

Pomiary w stacji Fundacji ARMAG wykonywane były 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 przez Polskie Centrum Akredytacyjne.



Rysunek 1. Certyfikat akredytacji AB 1057.

Zakres akredytacji AB 1057 obejmuje: wyposażenie, procedury, kompetencje personelu w zakresie obsługi stacji automatycznej i wydawania opinii i interpretacji. Wyniki ze stacji automatycznej oraz sieci mierników wskaźnikowych zostały zweryfikowane w okresie kwartalnym i rocznym.

Przestrzenną wizualizację wyników przedstawiono w postaci map opracowanych w oprogramowaniu ArcGIS.

## 2. WYNIKI POMIARÓW ZANIECZYSZCZEŃ

### 2.1 Lokalizacja i wyposażenie stacji i stanowisk pomiarowych

W analizowanym okresie pomiarowym w sposób ciągły wykonywane były pomiary w trzech stacjach automatycznych i na 11 stanowiskach wskaźnikowych na obszarze Płocka. W roku 2022 kontynuowano rozpoczęte pomiary od 1.12.2021 r. – za pomocą mierników niskokosztowych, pomiary pyłu (PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>), NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, suma LZO, toluen, trimetyloaminaetanol, propan-butan oraz HCL w 3 lokalizacjach: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35 (osiedle Kostrogaj) oraz w Zespole Szkół Zawodowych ul. Narodowych Sił Zbrojnych. Analizę epizodów dodatkowo uzupełniono o pomiary z poza Płocka z miejscowości Biała.

Tabela 1. Stacje i stanowiska pomiarów w Płocku.

<b>Płock ul. Królowej Jadwigi (stacja obsługiwana przez PKN ORLEN S.A)</b>				
<b>Substancja mierzona</b>	<b>Wzór</b>	<b>Pomiar</b>		<b>Właściciel/operator</b>
benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/ GIOŚ
dwutlenek siarki	SO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/GIOŚ
benzo(a)piren w PM <sub>10</sub>	BaP (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
arsen w PM <sub>10</sub>	As (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
kadm w PM <sub>10</sub>	Cd (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
nikiel w PM <sub>10</sub>	Ni (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
ołów w PM <sub>10</sub>	Pb (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	24-godzinny	manualny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5</sub>	24-godzinny	manualny	GIOŚ
<b>Płock ul. Reja (stacja obsługiwana przez GIOŚ)</b>				
benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
tlenek azotu	NO	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek azotu	NO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
tlenki azotu	NO <sub>x</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek siarki	SO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
ozon	O <sub>3</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
tlenek węgla	CO	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ



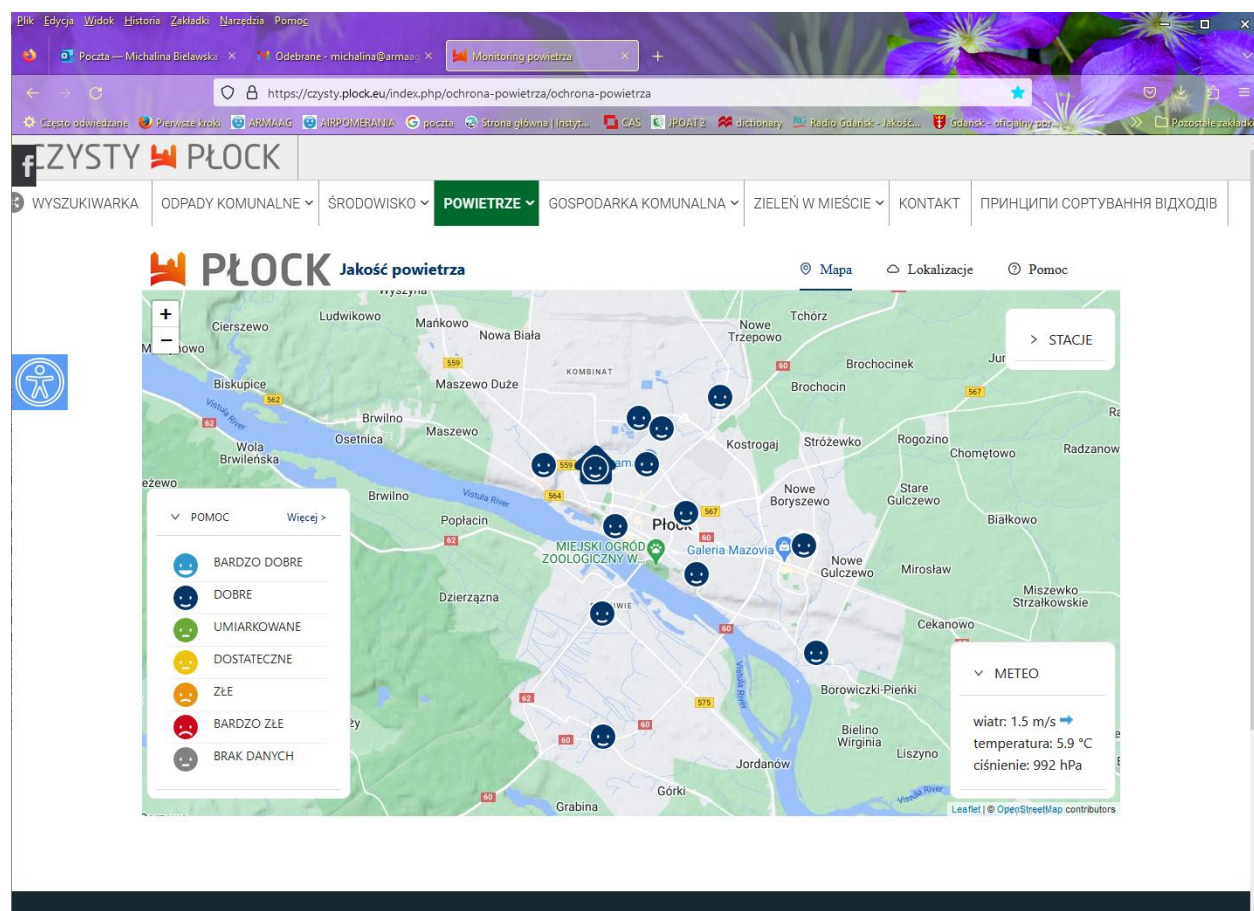
Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.

<b>Biała, ul. Kmicica (stacja obsługiwana przez GIOŚ)</b>				
benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek siarki	SO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5</sub>	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
<b>Płock ul. Łukasiewicza (obsługiwana przez ARMAG)</b>				
benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenek azotu	NO	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
dwutlenek azotu	NO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenki azotu	NO <sub>x</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
dwutlenek siarki	SO <sub>2</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
ozon	O <sub>3</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
pył zawieszony PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenek węgla	CO	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
toluen	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
ksyleny	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
siarkowodór	H <sub>2</sub> S	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
<b>Pomiary wskaźnikowe TETABIT sp. z o. o</b>				
SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła podstawowa nr 13 ul. Sierpecka 15	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła podstawowa nr 13 ul. Generała Tadeusza Kutrzeby 2A	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Izba Wyrzeźwień ul. Medyczna	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Urząd Miasta Płocka ul. Zduńska 7	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła podstawowa nr 24 ul. Słoneczna 65	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła podstawowa nr 5 ul. Krakówka 4	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła podstawowa nr 20 ul. Korczaka 10	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Miejskie przedszkole nr 2 ul. Ciechomska 68	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.

Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Szkoła Podstawowa nr 21 ul. Chopina 62	1 -godzinny	automatyczny	TETABIT
Pył zawieszony, PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub>	Izba Wyrzeźbiń ul. Medyczna 1	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub> , suma LZO, metan-propan-butan	ul. Długa 12 (rondo)	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub> , metan-propan-butan	osiedle Kostrogaj Przemysłowa 35	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM <sub>10</sub> i PM <sub>2,5</sub> , metan-propan-butan	Zespół Szkół Zawodowych ul. Narodowych Sił Zbrojnych	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT

Lokalizację stacji pomiarowej Fundacji ARMAG i mierników wskaźnikowych pokazano na rys.2



Rysunek 2. Lokalizacja stacji Fundacji ARMAG i mierników wskaźnikowych.

## 2.2. Metody pomiarowe i zakres pomiarów

### 2.2.1 Pomiary ciągłe

Pomiary stężeń substancji gazowych wykonywane były metodami znormalizowanymi przy użyciu analizatorów posiadających wymagane certyfikaty.

Pomiar **ditlenku siarki** wykonywany był standardową metodą pomiaru stężenia ditlenku siarki za pomocą fluorescencji w nadfiolecie, zgodnie z normą **PN-EN 14211:2013-02** przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 43C.

Pomiar **tlenków azotu** wykonywany był standardową metodą pomiaru stężenia ditlenku azotu i tlenku azotu za pomocą chemiluminescencji, zgodnie z normą **PN-EN 14212:2013-02** przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 42C.

Pomiar **ozonu** wykonywany był standardową metodą pomiaru stężenia ozonu z wykorzystaniem fotometrii w nadfiolecie, zgodnie z normą **PN-EN 14625:2013-02** przy użyciu analizatora firmy Teledyne.

Pomiar **tlenku węgla** wykonywany był standardową metodą pomiaru stężenia tlenku węgla za pomocą niedispersyjnej spektroskopii w podczerwieni, zgodnie z normą **PN-EN 14626:2013-02** przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 48C.

Pobory prób wykonywano zgodnie z normami. Sprawdzenia i kalibracje wykonywane były zgodnie z procedurą RMA/PO-10 *Wykonywanie badań* zatwierdzoną przez Polskie Centrum Akredytacji.

Do pobierania prób i wykonywania pomiarów pyłu PM<sub>10</sub>, benzenu i innych węglowodorów oraz siarkowodoru stosowano metodyki akceptowane przez GIOŚ.



*Rysunek 3. Stacja ciągłych automatycznych pomiarów zanieczyszczeń przy ul. Łukasiewicza.*

### 2.2.2 Pomiar stężeń pyłu PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> metodą wskaźnikową

Pomiary wskaźnikowe PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> wykonywane były metodą pomiaru laserowego przy zastosowaniu mierników typu DUSTBoxPro. W roku 2022 pełny, roczny cykl pomiarowy został zrealizowany na 13 stanowiskach.



Rysunek 4. Wskaźnikowy miernik pyłu.

### 2.2.3 Wyniki pomiarów w Płocku styczeń - grudzień 2022r.

Informacje przedstawione w tym rozdziale obejmują wyniki:

- pomiarów referencyjnych i ekwiwalentnych,
- pomiarów wskaźnikowych pyłu PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>

Przy omawianiu wyników pomiarów posługiwano się pojęciami i poziomami odniesień obowiązującymi w monitoringu powietrza zawartymi w następujących przepisach:

- a Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu<sup>1</sup>
- b Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu<sup>2</sup>,
- c Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu zakresu i sposobu przekazywania informacji dot. zanieczyszczenia powietrza<sup>3</sup>,
- d Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu<sup>4</sup>

Poziomy dopuszczalne i wartości odniesienia dla mierzonych substancji przedstawiono w tabeli 2 (podstawa Rozporządzenia Ministra Środowiska: Dz. U. 2021 poz. 845, Dz. U. 2010 Nr 16 z dnia 26 stycznia 2010 r. poz.87).

*Tabela 2. Poziomy dopuszczalne i wartości stężeń odniesienia.*

<sup>1</sup> Rozp. MŚ z dnia 17 grudnia 2020 r. Dz. U.2020 poz. 2279

<sup>2</sup> Rozp. MŚ z dnia 12 kwietnia 2021 r. Dz. U.2021 poz. 845

<sup>3</sup> Rozp. MŚ z dnia 7 lipiec 2022r. Dz. U.2022 poz. 1576

<sup>4</sup> Rozp. MŚ z dnia 26 stycznia 2010 r. Dz. U.2010 Nr 16 poz.87

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.

Zanieczyszczenie	Dopuszczalne wartości stężeń (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) w odniesieniu do okresu i liczby przekroczeń						
	1 godz.	liczba godzin	8 godz.	liczba dni	24 godz.	liczba dni	roku
Dwutlenek siarki $\text{SO}_2$	350	24	-	-	125	3	20 <sup>5</sup>
Dwutlenek azotu $\text{NO}_2$	200	18	-	-	-	-	40
Pył zawieszony $\text{PM}_{10}$	-	-	-	-	50	35	40
Pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$	-	-	-	-	-	-	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 MŚ w sprawie dokonywania ocen.

Wyniki pomiarów odniesiono do ilości ważnych danych określonej 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 1.01- 31.12.2022. Ilość ważnych danych w odniesieniu do rocznego okresu pomiarowego od 01.01 do 31.12.2022 r. po zweryfikowaniu rocznych serii przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Ilość ważnych danych [%] w 2022 r. po weryfikacji rocznej.

Substancja	Sezon grzewczy		Sezon letni		Rok		Stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni	
	$\text{SO}_2$	97,4	98,1	97,8	97,8	1,0	1,0	
NO	97,4	98,1	97,8	97,8	1,0	1,0		
$\text{NO}_2$	97,4	98,1	97,8	97,8	1,0	1,0		
$\text{NO}_x$	97,4	98,1	97,8	97,8	1,0	1,0		
Ozon	96,7	97,7	97,2	97,2	1,0	1,0		
CO	97,4	98,1	97,7	97,7	1,0	1,0		
$\text{PM}_{10}$	97,5	99,8	97,5	97,9	97,8	98,8	1,0	1,0
$\text{PM}_{2,5}$	98,2	99,8	98,2	97,9	97,8	98,8	1,0	1,0
benzen	95,6	94,2	94,9	94,9	1,0	1,0		
toluen	95,6	94,2	94,9	94,9	1,0	1,0		
ksyleny	95,6	94,2	94,9	94,9	1,0	1,0		
$\text{H}_2\text{S}$	97,5	98,1	97,8	97,8	1,0	1,0		
Minimalna wymagana ilość ważnych danych	90,0	90,0	90,0	90,0	<2,0	<2,0		

Na szarym tle % danych dla pomiarów wskaźnikowych

W tabeli 4 zestawiono stężenia średniookresowe i średnioroczne po końcowej weryfikacji danych pomiarowych. Kursywą na szarym tle zaznaczono dane dla pomiarów wskaźnikowych.

<sup>5</sup> W odniesieniu do ochrony roślin

Tabela 4. Stężenia zanieczyszczeń średniookresowe i średnioroczne.

Zanieczyszczenie	Stężenia [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]						Wartość dopuszczalna $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	sezon grzewczy		sezon letni		Rok		
SO <sub>2</sub>	4,0		5,2		4,6		20 <sup>6</sup>
NO	3,9		2,0		3,0		-
NO <sub>2</sub>	13,8		9,9		11,8		40
NO <sub>x</sub>	19,8		13,0		16,4		30 <sup>7</sup>
PM <sub>10</sub>	24,5	33,7	15,6	23,9	20,0	28,8	40
PM <sub>2,5</sub>	21,1	28,5	9,0	21,2	16,2	24,9	20
benzen	1,5		1,0		1,3		5
toluen	2,7		3,6		3,1		10 <sup>8</sup>
ksyleny	0,8		0,6		0,7		10 <sup>9</sup>
H <sub>2</sub> S	3,1		3,0		3,0		5 <sup>9</sup>

Maksymalne wartości stężeń w odniesieniu do obowiązujących poziomów wraz z liczbą przekroczeń przedstawia tabela 5.

Wartości ponadnormatywne wyróżniono kolorem czerwonym.

Dla mierników wskaźnikowych PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> zaprezentowano dane z lokalizacji przy ulicy Krakówka, gdzie zanotowano najwyższą wartość średnioroczną na terenie miasta Płocka, najwięcej dni (22) z przekroczeniami wartości średniodobowej = 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zaobserwowano w dwóch lokalizacjach przy ulicy Słonecznej oraz Krakówka.

Tabela 5. Maksymalne wartości stężeń zanieczyszczeń i liczba przekroczeń.

Zanieczyszczenie	Stężenia [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]								Liczba przekroczeń wartości kryterialnej roku	
	max. 1 h				max. 24 h lub 8h					
	sezon grzewczy		sezon letni		sezon grzewczy		sezon letni			
SO <sub>2</sub>	331,9		330,4		62,8		62,8		0 <sup>^</sup>	
NO <sub>2</sub>	108,2		64,7		-		-		0 <sup>^</sup>	
Ozon	143,7		157,6		134,9		138,0		22 <sup>***</sup>	
CO	1540,4		1011,3		1219,9		812,2		0 <sup>***</sup>	
PM <sub>10</sub>	206,6	194,2	189,6	234,8	79,7	91,0	63,9	97,6	17	27
PM <sub>2,5</sub>	137,8	171,3	92,4	202,5	68,9	79,9	31,4	56,9	-	
benzen	19,6		43,2		-		-		2 <sup>^</sup>	
toluen	121,1		117,0		-		-		19 <sup>^</sup>	
ksyleny	45,8		58,6		-		-		0 <sup>^</sup>	
H <sub>2</sub> S	4,2		4,2		-		-		0 <sup>^</sup>	

<sup>^</sup> dot. przekroczeń 1 h; <sup>\*\*\*</sup> dot. przekroczeń 8h, w komórkach podświetlonych dane dla pomiarów wskaźnikowych

Przebiegi okresowej zmienności stężeń dla poszczególnych zanieczyszczeń zaprezentowano na wykresach w kolejnych rozdziałach.

<sup>6</sup> W odniesieniu do roślin

<sup>7</sup> W odniesieniu do roślin

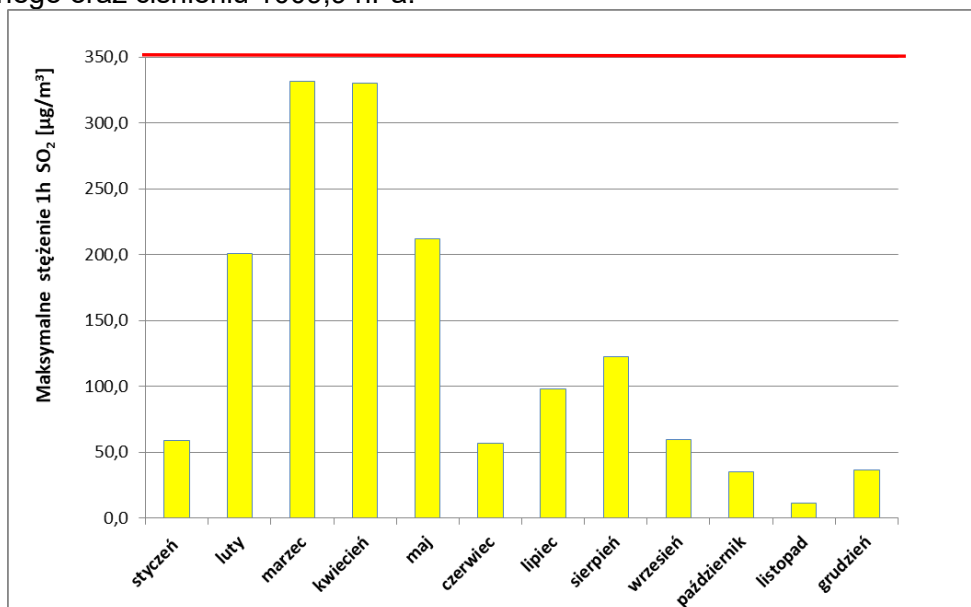
<sup>8</sup> Wartość odniesienia

<sup>9</sup> Wartość odniesienia

## 2.2.4 Ditlenek siarki

W 2022 roku nie odnotowano żadnych przekroczeń dopuszczalnej wartości stężeń 1h (chwilowych) przy dopuszczalnej częstotliwości 24 godziny w ciągu roku.

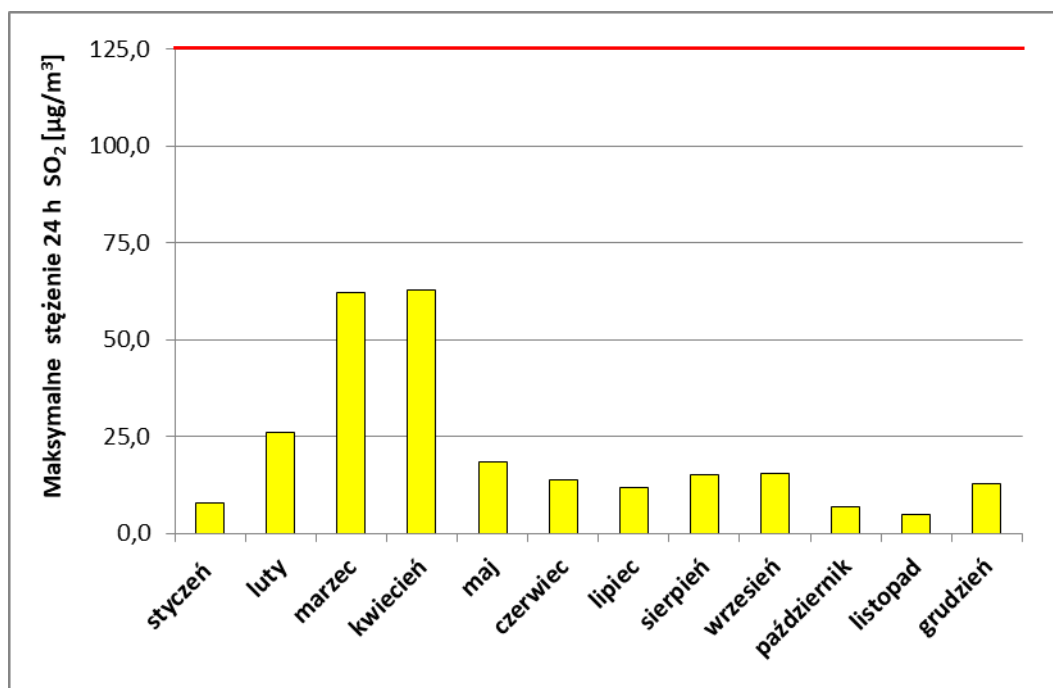
Maksymalne stężenie ditlenku siarki  $S_{1h} = 331,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (95%  $D_{1h} = 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zanotowane na stacji przy ulicy Łukasiewicza wystąpiło w sezonie grzewczym 7 marca o godzinie 19:00 przy temperaturze  $3,6^\circ\text{C}$ , prędkości wiatru  $3,3 \text{ m/s}$  z kierunku północnego oraz ciśnieniu  $1009,9 \text{ hPa}$ .



Rysunek 5. Maksymalne jednogodzinne stężenia ditlenku siarki [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

W 2022 roku na stacji przy ulicy Łukasiewicza nie odnotowano żadnego przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego ditlenku siarki ze względu na ochronę zdrowia przy dopuszczalnej częstotliwości 3 razy w ciągu roku. Maksymalne stężenie wystąpiło 17 kwietnia i wyniosło  $62,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50,2% wartości dopuszczalnej  $D_{24h} = 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Wartości maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki w poszczególnych miesiącach pokazano na rysunku 6.



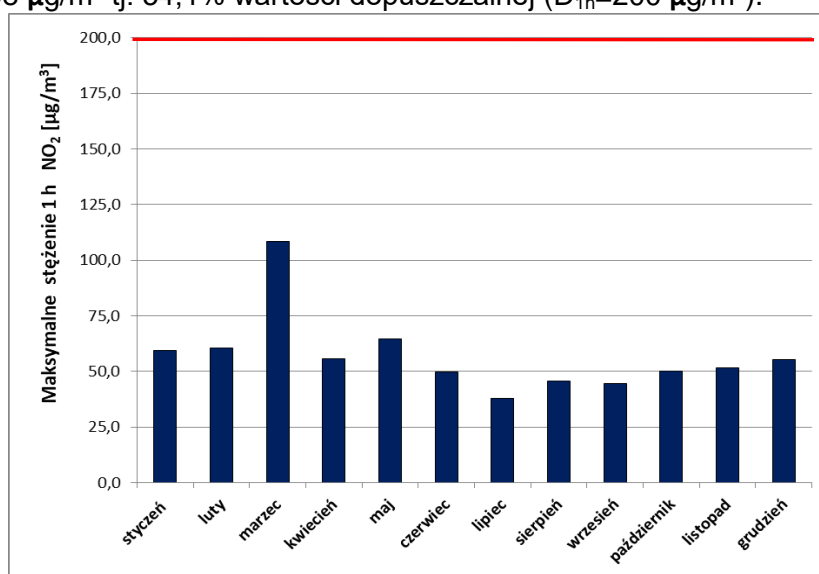
Rysunek 6. Maksymalne stężenia dobowe ditlenku siarki.

### 2.2.5 Ditlenek azotu

Dla ditlenku azotu określone są **poziomy dopuszczalne dla czasów uśredniania 1h =200 µg/m<sup>3</sup>** z dopuszczalną częstością przekraczania poziomu w ciągu roku **18 godzin i stężenie średnioroczne = 40 µg/m<sup>3</sup>**.

Wartości maksymalnych stężeń jednogodzinnych w poszczególnych miesiącach pokazano na rysunku 7.

Stężenie maksymalne na stacji przy ulicy Łukasiewicza wystąpiło w dniu 22 marca o godzinie 19:00 przy temperaturze 11,4°C, wietrze o prędkości 0,2 m/s z kierunku NE i wyniosło 108 µg/m<sup>3</sup> tj. 54,1% wartości dopuszczalnej ( $D_{1h}=200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Rysunek 7. Maksymalne stężenia jednogodzinne NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>].

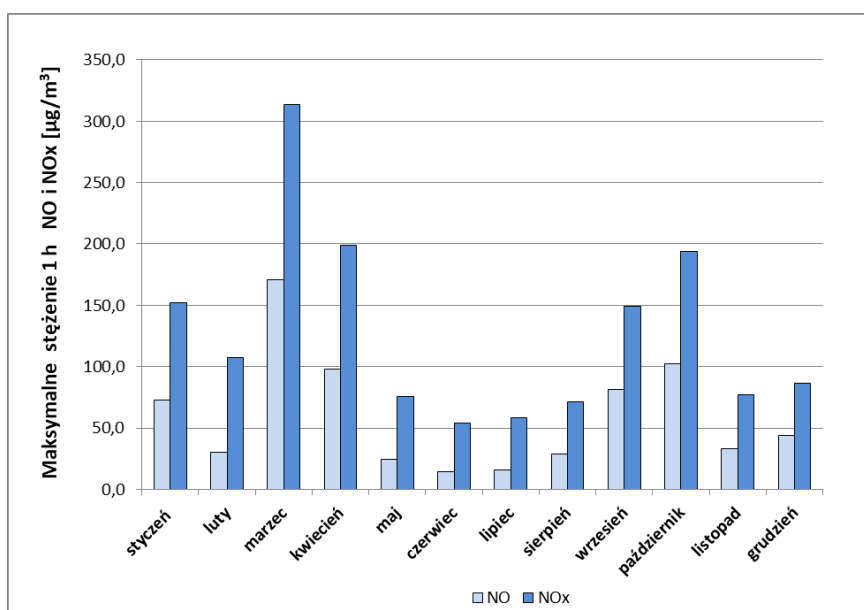


Średnioroczne stężenie ditlenku azotu wyniosło  $11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Stanowi to 29,6% wartości dopuszczalnej ( $D_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 2.2.6 Tlenki azotu

Stężenia tlenków azotu normowane są ze względu na ochronę roślin, **w odniesieniu do okresu roku i tylko ze względu na ochronę roślin** ( $D_a = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Poziom  $\text{NO}_x$  w roku 2022 na podstawie pomiarów referencyjnych wyniósł  $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  co stanowi 54,7% wartości dopuszczalnej. Wpływ sumy tlenków azotu na człowieka odnoszony jest wyłącznie do stężeń ditlenku i tlenku azotu.



Rysunek 8. Maksymalne stężenia jednogodzinne ditlenku i tlenków azotu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

Na rysunku 8 pokazano maksymalne stężenia jednogodzinne tlenków i ditlenku azotu zmierzone na stacji przy ulicy Łukaszewicza.

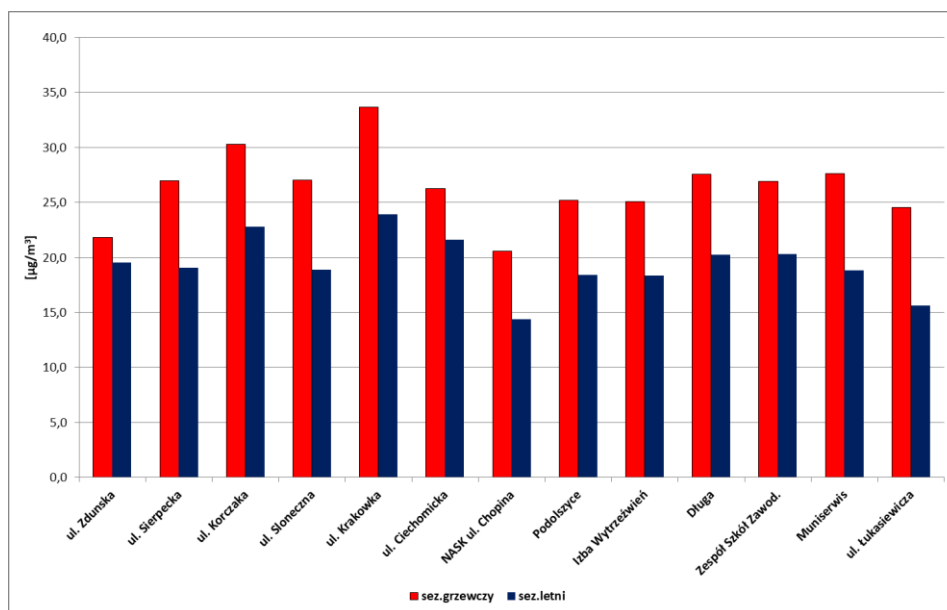
## 2.2.7 Pył $\text{PM}_{10}$

Pył  $\text{PM}_{10}$  uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki ( $\text{PM}_{10}$  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:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  oraz lotnych związków organicznych<sup>10</sup>.

Wartości stężeń średniokresowych przedstawiono na rysunkach 9 i 10 w okresie grzewczym i letnim.

Poziomy dopuszczalne dla pyłu  $\text{PM}_{10}$ , 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.

<sup>10</sup> Raport o stanie środowiska w Polsce w latach 1996-2001. Warszawa 2003



Rysunek 9. Średniokresowe stężenia pyłu  $\text{PM}_{10}$  w okresie grzewczym i letnim [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

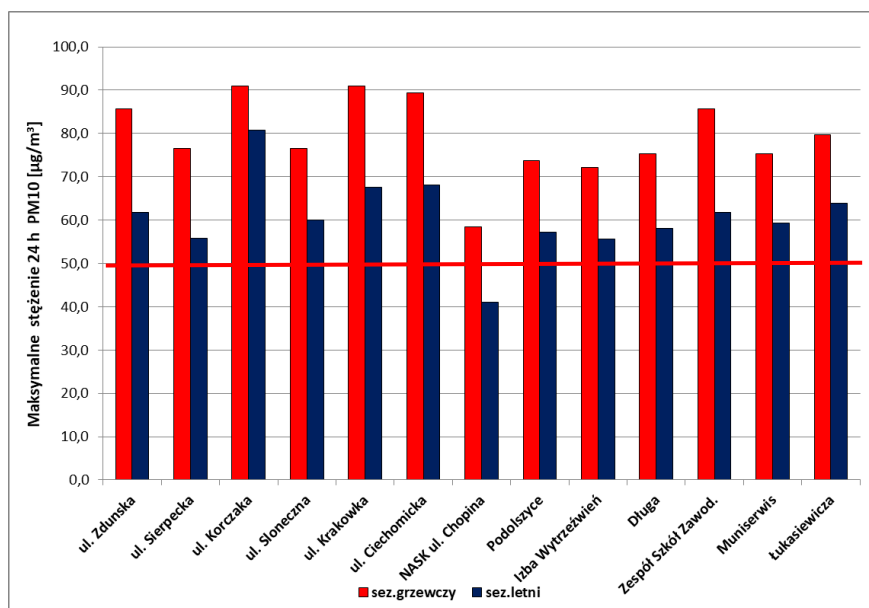
Wartość średnioroczna z pomiarów na stacji referencyjnej (ulica Łukasiewicza) wyniosła  $20,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50% wartości dopuszczalnej  $D_a=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i wyższa wartość  $=28,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (72% wartości dopuszczalnej) odnotowana została na stanowisku pomiarów wskaźnikowych przy ulicy Krakówka.

W roku 2022 odnotowano przekroczenia **norm średniodobowych** dla pyłu  $\text{PM}_{10}$  zarówno na stacji referencyjnej jak i stanowiskach pomiarów wskaźnikowych.

Maksymalne stężenie średniodobowe na stacji referencyjnej (ulica Łukasiewicza) wystąpiło w sezonie grzewczym osiągając wartość  **$79,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$** , a na stanowisku wskaźnikowym  **$91,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$**  przy ul. Krakówka.

W sezonie letnim stężenia wynosiły odpowiednio: 63,9 (stacja referencyjna) i 67,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  z pomiarów wskaźnikowych przy ul. Krakówka.

**Łączna liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej = równej  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wyniosła 17 dla stacji referencyjnej i 27 na stanowiskach przy ulicy Krakówka i Korczaka przy dopuszczalnej liczbie dni z przekroczeniami 35.**



Rysunek 10. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

Maksymalne stężenie średniodobowe na stacji referencyjnej o wartości  $79,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wystąpiło 11 stycznia przy ujemnej temperaturze średniodobowej wynoszącej  $-4^\circ\text{C}$  przy bardzo niskiej średniej dobowej prędkości wiatru =  $0,7 \text{ m/s}$  ze zmiennym kierunkiem wiatru (stacja przy ul. Łukasiewicza). Wyniki pomiarów wskaźnikowych wykazały maksymalną wartość stężenia średniodobowego =  $91,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na stanowisku przy ulicy Krakowka również w dniu 21 listopada.

### 2.2.8 Pył $PM_{2,5}$

Pył  $PM_{2,5}$  jest zanieczyszczeniem powietrza o najbardziej niekorzystnym wpływie na zdrowie człowieka. Dociera on do pęcherzyków płucnych a nawet do naczyń krwionośnych, a stamtąd do krwiobiegu. Już krótkotrwała ekspozycja na wysokie stężenia pyłu  $PM_{2,5}$  w znacznym stopniu wpływa na wzrost liczby zachorowań na choroby układu oddechowego oraz krążenia. Pył  $PM_{2,5}$  przyczynia się również do zapalenia naczyń krwionośnych oraz miażdżycy.

Pomiar pyłu  $PM_{2,5}$  wykonywany był jednocześnie z pomiarem pyłu  $PM_{10}$ . Kompletność serii pomiarowych i kryterium ilości ważnych danych zostały spełnione.

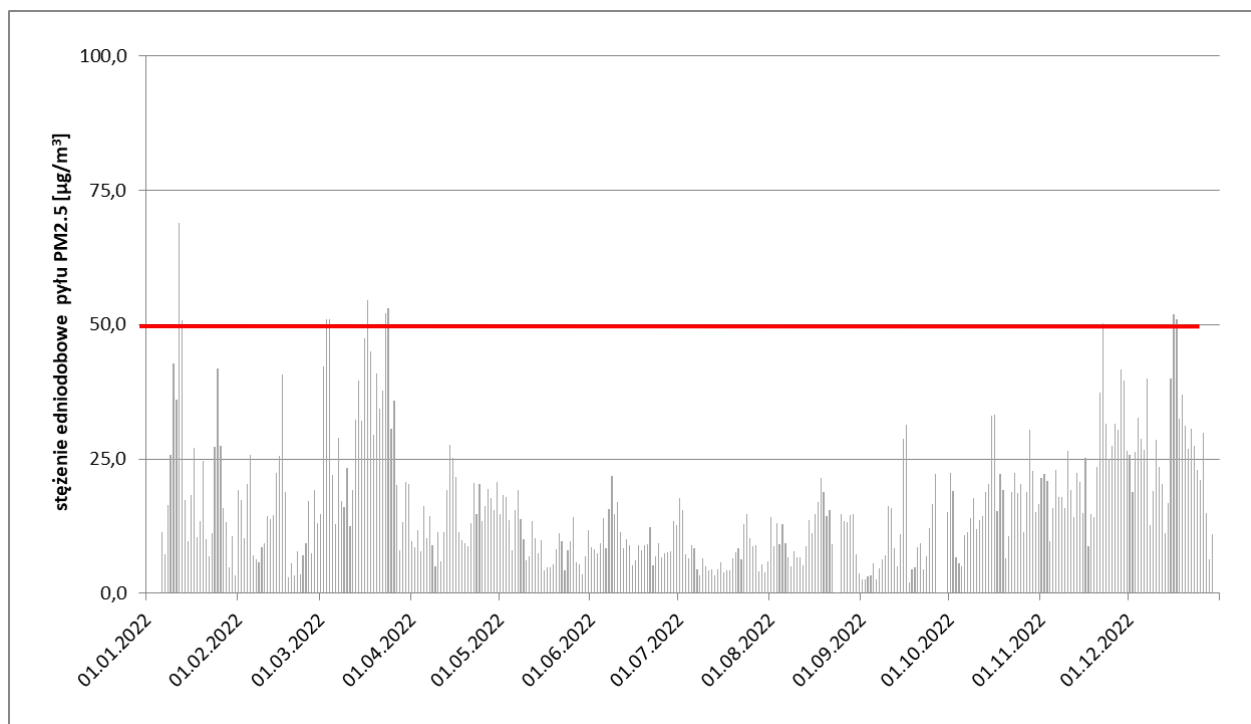
Maksymalna wartość średniodobowa pyłu  $PM_{2,5}$  mierzona metodą ekwiwalentną wyniosła w sezonie grzewczym  $68,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , w sezonie letnim  $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

W odniesieniu do pyłu  $PM_{2,5}$  ustalono jedynie wartości dopuszczalne dla roku, od 2020 roku obowiązuje norma zaostrzana wynosząca  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dotychczas było  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Wartość średnioroczna wyniosła  $16,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dla metody ekwiwalentnej nie przekraczając tym samym poziomu dopuszczalnego, natomiast dla metody wskaźnikowej poziom średnioroczny został przekroczony ( $28,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Wyniki pomiarów z metody wskaźnikowej mają wartość informacyjną o możliwości wystąpienia lokalnych poziomów stężeń powyżej wartości normatywnych.

Na rysunku 14 przedstawiono sezonowość zmian stężeń pyłu  $PM_{2,5}$ .



Rysunek 11. Średniodobowe stężenia pyłu  $PM_{2,5}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w stacji przy ulicy Łukasiewicza.

## 2.2.9 Ozon

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w wyniku reakcji ditlenku azotu i tlenu oraz innych cząstek w obecności promieniowania UV. Jest elementem smogu letniego. Ze względu na niekorzystne oddziaływanie na organizm ludzki, jego poziom w warstwie przyziemnej podlega ciągłemu monitorowaniu, a stężenia obowiązkowemu sprawozdawaniu (w okresie letnim co godzinę).

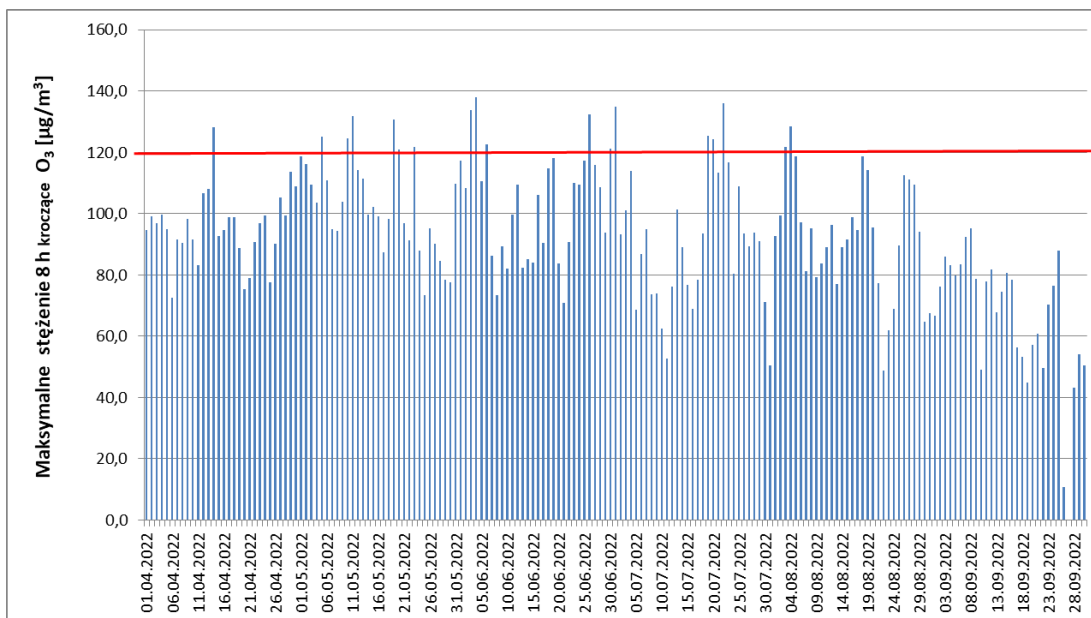
Stężenia 8-godzinne (8h) obliczono zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu MŚ z dnia 24 sierpnia 2012 jako stężenia kroczące. W sezonie grzewczym stężenia 8-godzinne obliczone ze stężeń kroczących nie przekraczały normy dopuszczalnej = **120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . W sezonie letnim wystąpiło łącznie 14 dni z przekroczeniami. Przekroczenia poziomu docelowego stężenia ozonu odnotowano w następujących dniach:

- marzec 20 (kierunek ESE), 23 (kierunek NW), 25 (kierunek NW)
- kwiecień 14 (kierunek WSW)
- maj 5 (kierunek SSE), 10 (kierunek S), 11 (kierunek SW), 19 (kierunek SW), 20 (kierunek WNW), 23 (kierunek S)
- czerwiec 4 (kierunek NNW), 6 (kierunek SSE), 30 (kierunek SE)
- lipiec 1 (kierunek SE), 19 (kierunek WNW), 20 (kierunek SW), 22 (kierunek WNW)
- sierpień 3 (kierunek SSW), 4 (kierunek SE)

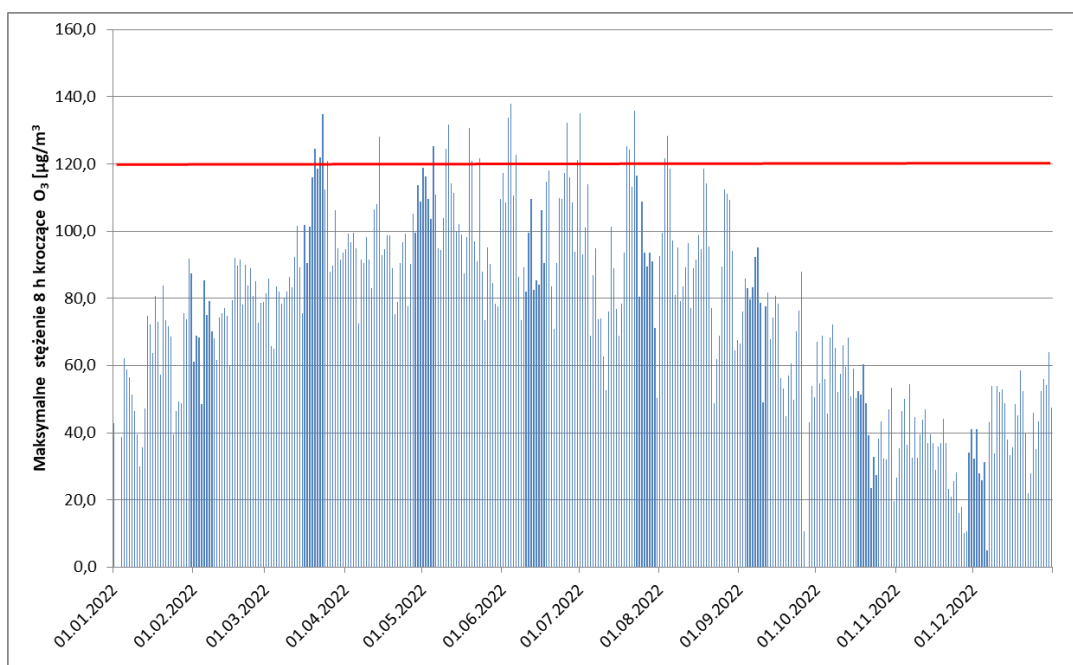
Łączna liczba dni z przekroczeniami wyniosła 22 dni przy dopuszczalnej 25.

Maksymalne stężenie 8-godzinne  $S_{\max 8h} = 138,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wystąpiło w dniu 4 czerwca. W tym samym dniu maksymalne stężenie 1 h osiągnęło wartość  $=151,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o godzinie 14 przy temperaturze  $25,3^\circ\text{C}$  i wilgotności  $30,7\%$ . Wartość stężenia nie przekroczyła poziomu informowania  $=180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zmienność stężeń ozonu w okresie letnim przedstawiono na rysunku 16.



Rysunek 12. Maksymalne stężenia  $8_h$  (kroczące) ozonu w sezonie letnim  $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ .



Rysunek 13. Maksymalne stężenia  $8_h$  (kroczące) ozonu  $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$  w całym roku.

### 2.2.10 Tlenek węgla

Stężenia 8-godzinne (8h) obliczono zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu MŚ z dnia 24 sierpnia 2012 jako stężenia kroczące. Maksymalne stężenie tlenu węgla odnotowano w sezonie grzewczym. Stężenia 8-godzinne obliczone ze stężeń kroczących nie przekraczały normy dopuszczalnej =  $10\ 000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maksymalne stężenie 8-godzinne  $S_{\text{max}8\text{h}} = 1219,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  wystąpiło w dniu 27 października, co stanowi 12,2% poziomu dopuszczalnego.

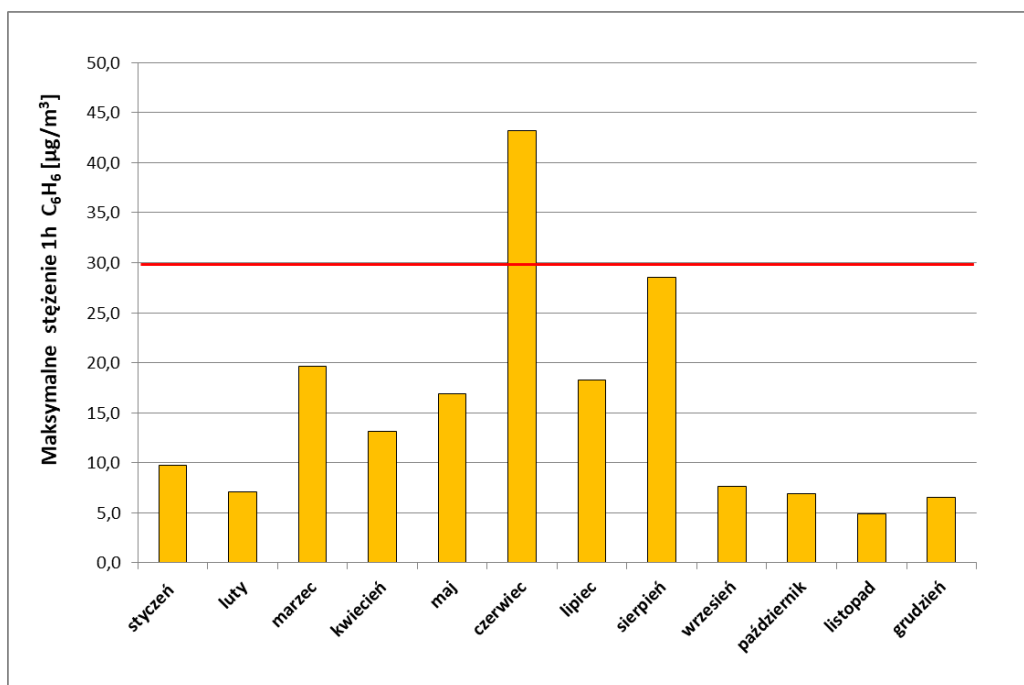
W tym samym dniu maksymalne stężenie 1 h osiągnęło wartość =  $1540,4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  o godzinie 20:00 przy temperaturze minus  $10,2^\circ\text{C}$  i wilgotności 88,6%.

### 2.2.10 Benzen, toluen, ksyleny

Węglowodory aromatyczne, w tym najprostszy benzen, zaliczane są do grupy lotnych związków organicznych. Benzen uznany jest za substancję rakotwórczą przez Międzynarodową Agencję 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.

Referencyjną metodą oznaczania węglowodorów jest technika chromatograficzna GC-FID z aspiracyjnym poborem próby.

Aktualnie normowany jest wyłącznie **średnioroczny poziom benzenu**. W rozporządzeniu o wartościach odniesienia podane są stężenia jednogodzinne dla benzenu oraz jednogodzinne i średnioroczne dla toluenu, ksyleny (suma izomerów).



Rysunek 14. Maksymalne stężenia jednogodzinne benzenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

Maksymalna wartość 1h benzenu wystąpiła 10 czerwca o godzinie 00:00 przy wietrze z kierunku północnego o prędkości  $1,0\ \text{m}/\text{s}$  i wyniosła  $43,2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Wartość odniesienia jednogodzinna dla benzenu =  $30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  została przekroczona 2 razy w ciągu roku (10 czerwca godz.00:00, 11 czerwca godz.02:00).

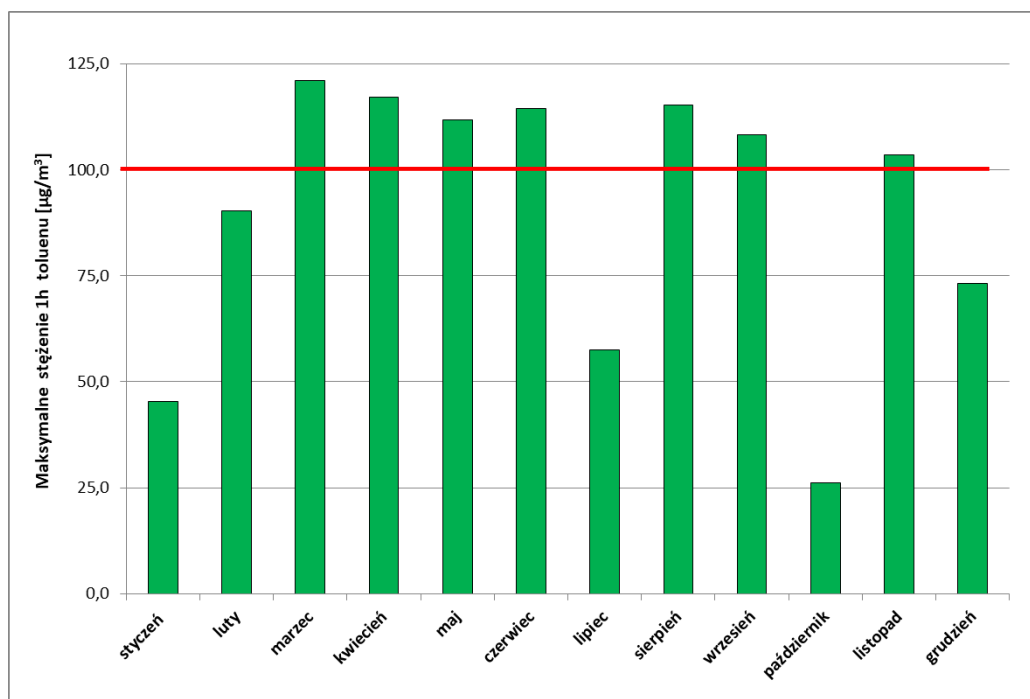
Średnioroczna wartość stężenia benzenu =1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  z pomiarów na stacji przy ulicy Łukaszewicza wynosi 25,2% wartości dopuszczalnej.

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.

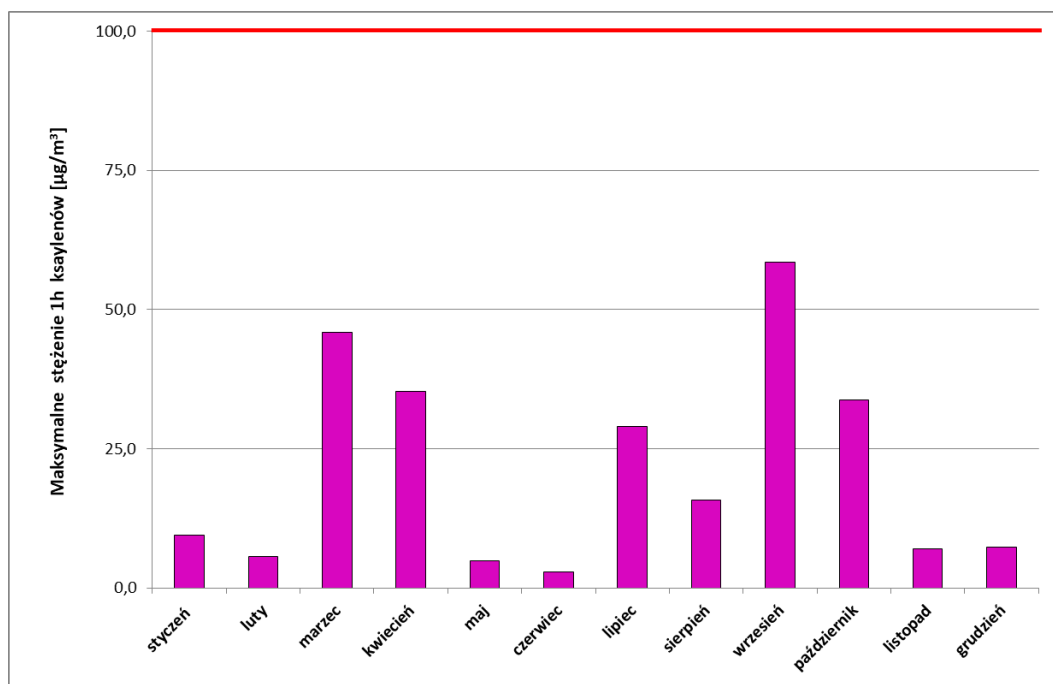
W 2022 roku nie odnotowano przekroczeń wartości odniesienia jednogodzinnych ksylenów natomiast wartości odniesienia toluenu były przekraczane 19 razy w dniach:

- 1 marca o godzinie 07:00 i 08:00 wiatr z kierunku północnego i północno-zachodniego o prędkość wiatru 0,2 m/s,
- 13 marca o godzinie 00:00 i 01:00 wiatr z kierunku północnego o prędkość wiatru 0,1 m/s,
- 23 marca o godzinie 02:00, 03:00 oraz 06:00 wiatr z kierunku północnego i północnego – zachodniego – północnego o prędkość wiatru 0,2 m/s,
- 22 kwietnia o godzinie 02:00 wiatr z kierunku północnego o prędkość wiatru 0,1 m/s,
- 29 kwietnia o godzinie 03:00 wiatr z kierunku północno – północno – wschodniego o prędkości wiatru 0,1 m/s,
- 1 maja o godzinie 02:00 i 03:00 wiatr z kierunku północnego o prędkości wiatru 0,2 m/s,
- 30 maja o godzinie 02:00 i 03:00 wiatr z kierunku wschodnio- północno- wschodni o prędkości wiatru 0,2 m/s,
- 4 czerwca o godzinie 02:00 wiatr z kierunku północno- północno – wschodni o prędkości wiatru 0,4 m/s,
- 9 czerwca o godzinie 03:00 wiatr z kierunku północno- wschodni o prędkości wiatru 0,4 m/s,
- 3 sierpnia o godzinie 06:00 i 07:00 wiatr z kierunku północno i południowo-południowo- wschodniego o prędkości wiatru 0,4 m/s,
- 6 września o godzinie 04:00 wiatr z kierunku północno-wschodniego o prędkości wiatru 0,7 m/s,
- 7 września o godzinie 05:00 i 20:00 wiatr z kierunku północnego i północno-wschodniego o prędkości wiatru 0,2 m/s,
- 16 listopada o godzinie 04:00 wiatr z północno-wschodniego o prędkości wiatru 2 m/s,

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.



Rysunek 15. Maksymalne stężenia jednogodzinne toluenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].



Rysunek 16. Maksymalne stężenia jednogodzinne sumy ksylenów [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

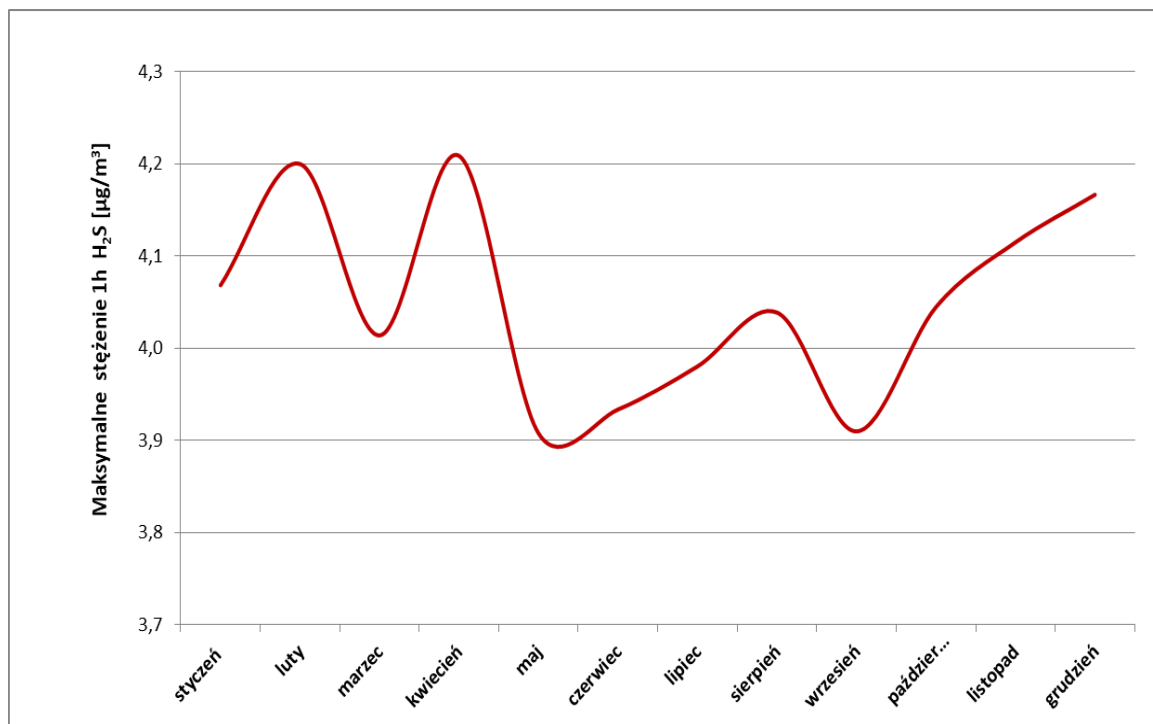
### 2.2.11 Siarkowodór

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



Roczne pomiary w stacji referencyjnej wykazały praktycznie stały poziom tej substancji. Maksymalna wartość 1h = 4,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  występowała dwadzieścia trzy razy w różnych warunkach meteorologicznych.

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



Rysunek.17 Maksymalne stężenia jednogodzinne siarkowodoru  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 2.2.13 Podsumowanie wyników pomiarów ciągłych

Wartości stężeń mierzonych substancji po zweryfikowaniu rocznej serii pomiarowej odniesione do wartości średniorocznych zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Zestawienie wyników średniorocznych z odniesieniem do wartości dopuszczalnych.

Zanieczyszczenie	Wartości stężeń (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	średnioroczne	% wartości dopuszczalnej	Wartość dopuszczalna (tolerowana)
Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	4,6	23,1	20
Dwutlenek azotu NO <sub>2</sub>	11,8	29,6	40
Pył zawieszony PM <sub>10</sub>	20,0/28,8	50,0/72,0	40
Pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	16,2/24,9	100,0/124,5	20
Siarkowodor	3,0	60,9	5*
Benzen	1,3	26,0	5
Toluen	3,1	31,0	10*
Ksylene	0,7	7,0	10*

\*Wartość odniesienia, w komórkach podświetlonych na szaro dane dla pomiarów wskaźnikowych

**Wartości stężeń średniorocznych** dla poszczególnych zanieczyszczeń stanowią od 7% wartości dopuszczalnej dla ditlenku siarki do 100% wartości dopuszczalnej (wartość pułapu ekspozycji) dla pyłu PM<sub>2,5</sub> w metodzie ekwiwalentnej. Dla substancji specyficznych, charakterystycznych dla lokalnej emisji przemysłowej stężenia średnioroczne osiągają od 7,3% wartości dopuszczalnej dla ksylenów do 60,9% wartości odniesienia dla siarkowodoru.

**Wyniki średniodobowe** dla ditlenku siarki wynoszą od 0,6 do 50,2% wartości dopuszczalnej. W 2022 roku na stacji przy ulicy Łukasiewicza nie odnotowano żadnych przekroczeń poziomu dopuszczalnego średniodobowego.

Stężenia pyłu PM<sub>10</sub> na stacji referencyjnej wyższe niż dopuszczalna norma =50 µg/m<sup>3</sup> wystąpiły przez 17 dni nie przekraczając dopuszczalnego limitu =35 dni. Również dla pomiarów wskaźnikowych wartości dopuszczalne były dotrzymane. Na dwóch stanowiskach zanotowano 27 dni ze stężeniami średniodobowymi powyżej 50 µg/m<sup>3</sup>.

Dopuszczalne **stężenie jednogodzinne** ditlenku siarki nie zostało przekroczenie ani razu.

Maksymalne stężenie osiągnęło wartość 94,8% wartości dopuszczalnej =350 µg/m<sup>3</sup>.

Stężenie ditlenku azotu osiągnęło wartość 54,1% poziomu dopuszczalnego= 200 µg/m<sup>3</sup>

Maksymalne stężenia jednogodzinne substancji specyficznych w odniesieniu do **wartości odniesienia** ( wartości w nawiasach) osiągały poziom:

- siarkowodór 21% (20 µg/m<sup>3</sup>)
- benzen 144% (30 µg/m<sup>3</sup>)
- toluen 121,1% (100 µg/m<sup>3</sup>)
- ksyleny 58,6% (100 µg/m<sup>3</sup>)

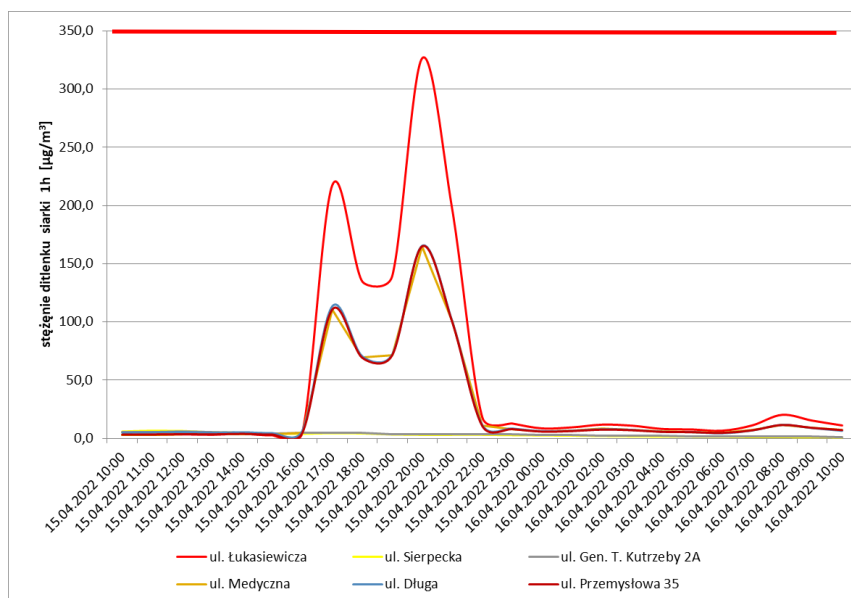
W roku 2022 19 razy wystąpiła wyższa niż tolerowana wartość odniesienia dla toluenu oraz dwa razy dla benzenu. Maksymalne stężenie osiągnęło poziom odpowiednio 121,1% i 144%.

## 2.2.14 Pomiary wskaźnikowe zanieczyszczeń gazowych w okresie od 01.01.2022 do 31.12.2022

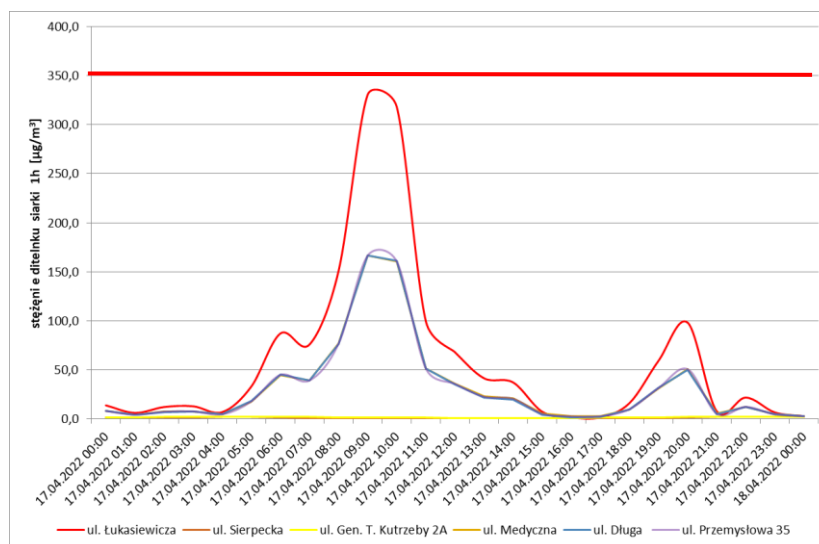
W okresie od 01.01.2022 – 31.12.2022 prowadzone były dodatkowo, za pomocą mierników niskokosztowych pomiary następujących zanieczyszczeń: tlenków azotu i ditlenku siarki, metanu-propanu-butanu: w następujących lokalizacjach: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35, Gen. T. Kutrzeby 2A, ul. Sierpecka oraz ul. Medyczna, w przypadku tlenku węgla i ozonu ul. Długa 12 i ul. Przemysłowa 35, z kolei pomiary sumy LZO były wykonywane na ul. Długiej 12, a w przypadku metanu-propanu –butanu: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35, ul. Sierpecka, ul. Słoneczna, ul. Krakówka oraz ul. Narodowych Sił Zbrojnych. Poniżej zastawiono wyniki w tabelach dla wszystkich substancji (tabele nr 8 i 9).

Wyniki ze stacji monitoringu przy ul. Łuksiewicza wykazują epizody wysokich stężeń (benzen, toluen, ditlenku siarki), natomiast mierniki w trzech nowych lokalizacjach: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35 oraz ul. Medyczna podczas rocznych pomiarów wykazały wyższe poziomy stężenie SO<sub>2</sub> w tym samych dniach co na stacji automatycznej (rys.18) .

Występowanie wysokich stężeń  $\text{SO}_2$  potwierdza, że stacja przy ul. Łuksiewiczza jest optymalnie zlokalizowana w kontekście identyfikowania epizodów z PKN ORLEN. Podwyższone stężenia  $\text{SO}_2$  na stacji przy ul. Łuksiewiczza jak i mierniki w 3 lokalizacjach: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35 oraz ul. Medyczna wybranych dniach marca (4,7,27), kwietnia (15,23) oraz maja (6) pokrywają ze skargami mieszkańców na uciążliwość zapachową.



Rysunek.18 Przebieg stężenia jednogodzinnych ditlenku siarki podczas epizodu  
15-16.04.2022 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].



Rysunek.19 Przebieg stężenia jednogodzinnych ditlenku siarki podczas epizodu  
17.04.2022 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

Tabela 7. Zestawienie wyników  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$ , oraz  $CO$  pomiarów w 2022 roku.

miejsce pomiaru	zanieczyszczenie	% wyników	średnia roczna	max. 1 h	min .1 h
AM51* ul. Łukasiewicza	<b>ditlenek siarki</b>	97,8	4,6	331,9	0,5
WP12 ul. Sierpecka		88,0	4,1	53,9	0,9
WP19 ul. Gen. T. Kutrzeby 2A		86,9	4,5	33,6	0,9
WP20 ul. Medyczna		80,8	4,2	166,6	1,0
WP21. ul. Długa		94,2	5,0	169,1	0,7
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		98,3	4,0	167,0	0,8
AM51* ul. Łukasiewicza	<b>ditlenek azotu</b>	97,8	11,8	108,2	1,9
WP12 ul. Sierpecka		88,7	14,4	139,1	1,0
WP19 ul. Gen. T. Kutrzeby 2A		91,5	15,1	121,1	1,2
WP20 ul. Medyczna		83,3	13,7	98,0	1,9
WP21. ul. Długa		94,1	18,3	152,5	2,1
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		98,3	25,9	152,1	1,6
AM51* ul. Łukasiewicza	<b>ozon</b>	97,2	56,9	157,6	1,9
WP21. ul. Długa		88,1	53,3	182,5	0,0
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		77,9	44,8	168,4	0,0
AM51* ul. Łukasiewicza	<b>tlenek węgla</b>	97,7	401,3	1540,4	199,2
WP21. ul. Długa		93,9	396,3	1617,2	2,0
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		98,2	370,9	1563,0	1,6

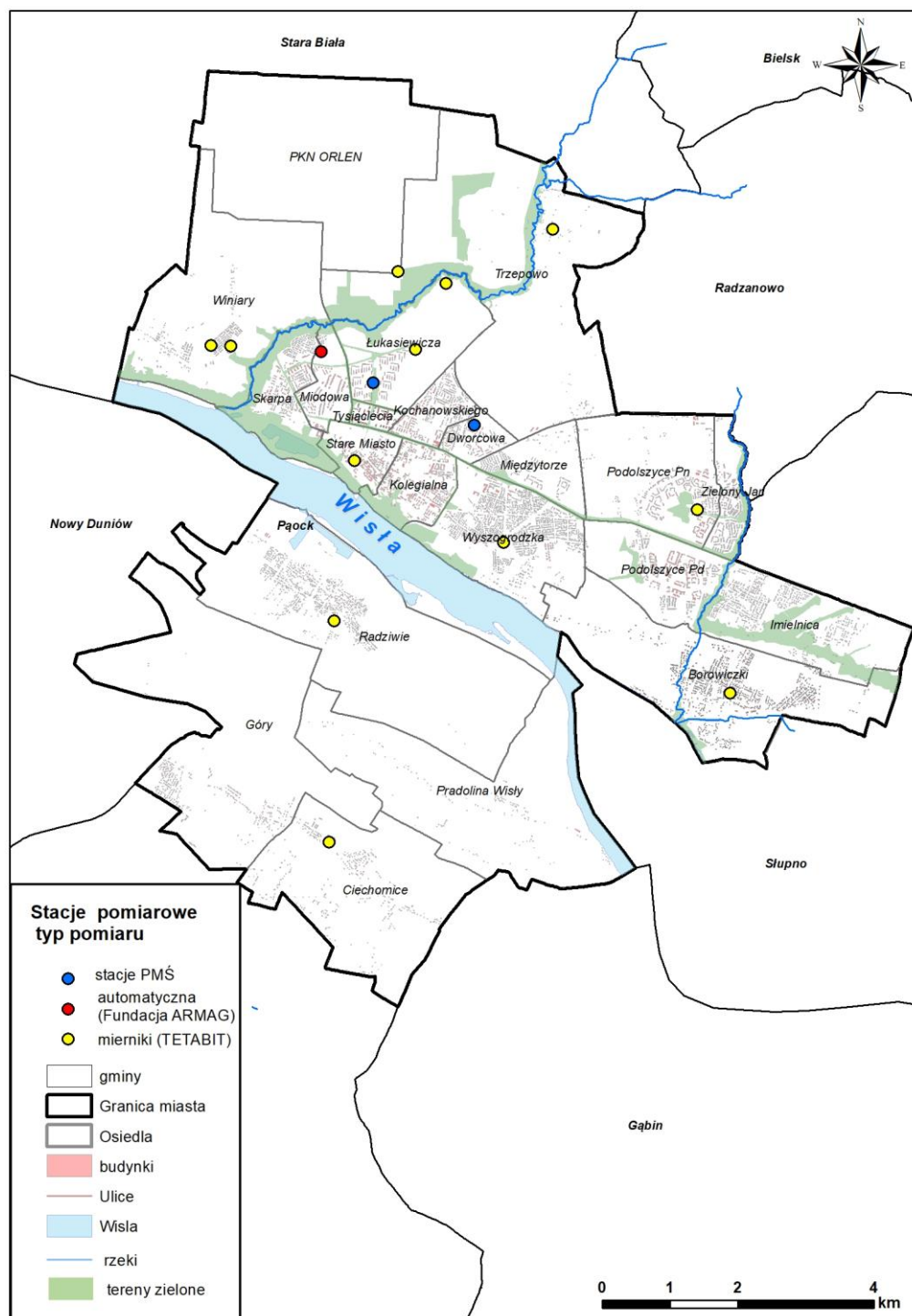
\*AM51 dotyczy stacji monitoringu automatycznego przy ul. Łukasiewicza

Tabela 8. Zestawienie wyników sumy lotnych związków organicznych oraz metanu-propanu –butanu pomiarów w 2022 roku.

miejsce pomiaru	zanieczyszczenie	% wyników	średnia roczna	max.1 h	min .1 h
WP21. ul. Długa 12	<b>LZO suma</b>	66,2	28,9	665,5	0,6
AM51* ul. Łukasiewicza	<b>Metan- propan - butan</b>	72,6	182,8	418,1	0,0
WP11 ul. Zduńska		73,0	136,8	412,9	0,0
WP12 ul. Sierpecka		78,3	233,8	489,6	0,0
WP14 ul. Słoneczna		78,0	173,2	491,4	0,0
WP15 ul. Krakówka		78,0	180,9	466,8	0,0
WP21. ul. Długa		80,3	266,3	592,8	1,0
WP.22 ul. Narodowych Sił Zbrojnych 7		80,9	237,8	496,0	0,1
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		40,1	150,7	378,5	0,0

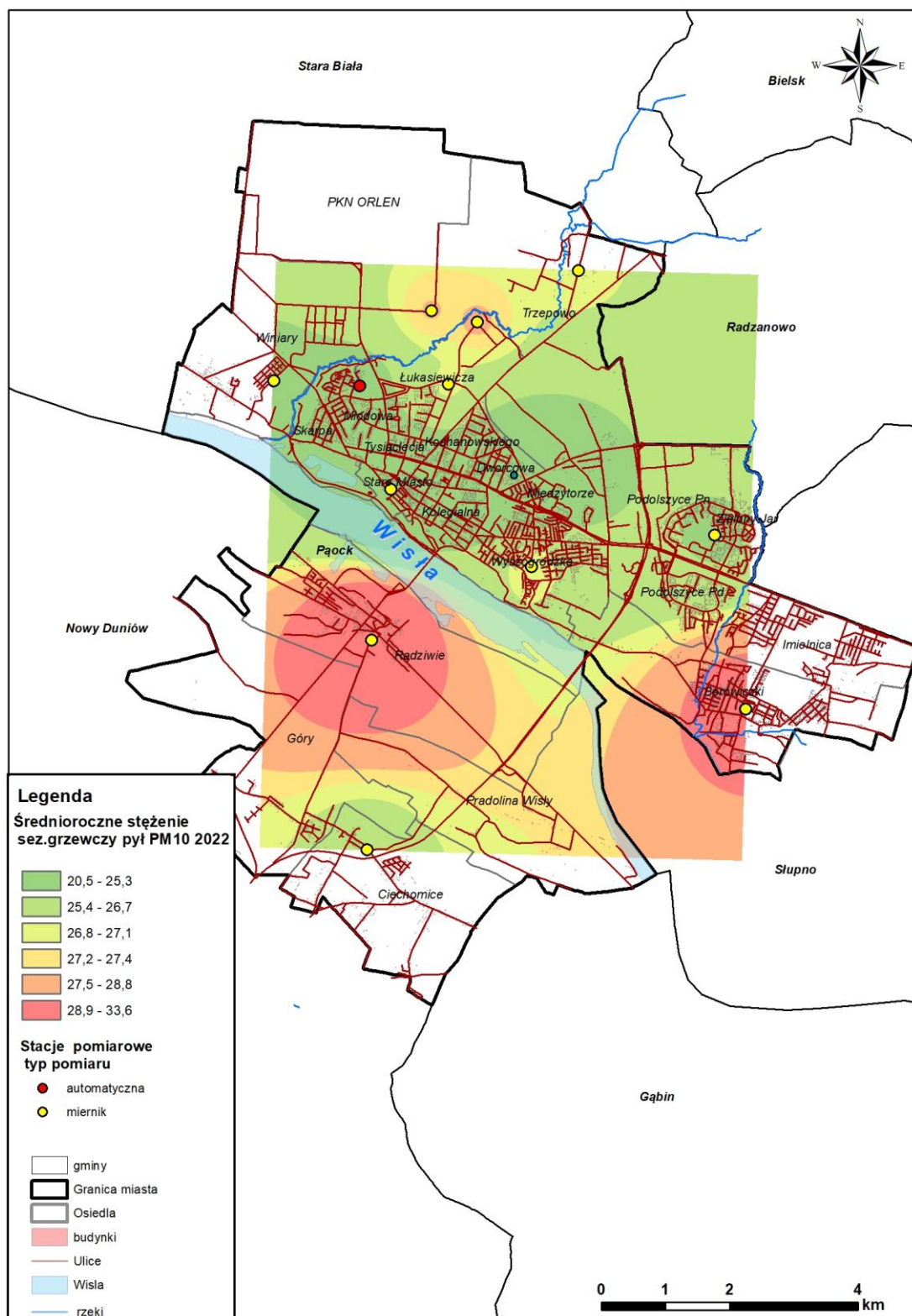
### 3. Przestrzenny rozkład stężeń zanieczyszczeń

Utworzona sieć pomiarów ciągłych oraz wyniki ze stacji PMŚ w Płocku pozwalają na opracowanie przestrzennych rozkładów pyłu zawieszonego  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ . Lokalizację stacji i stanowisk pomiarowych zaprezentowano na mapie (rysunek 20).

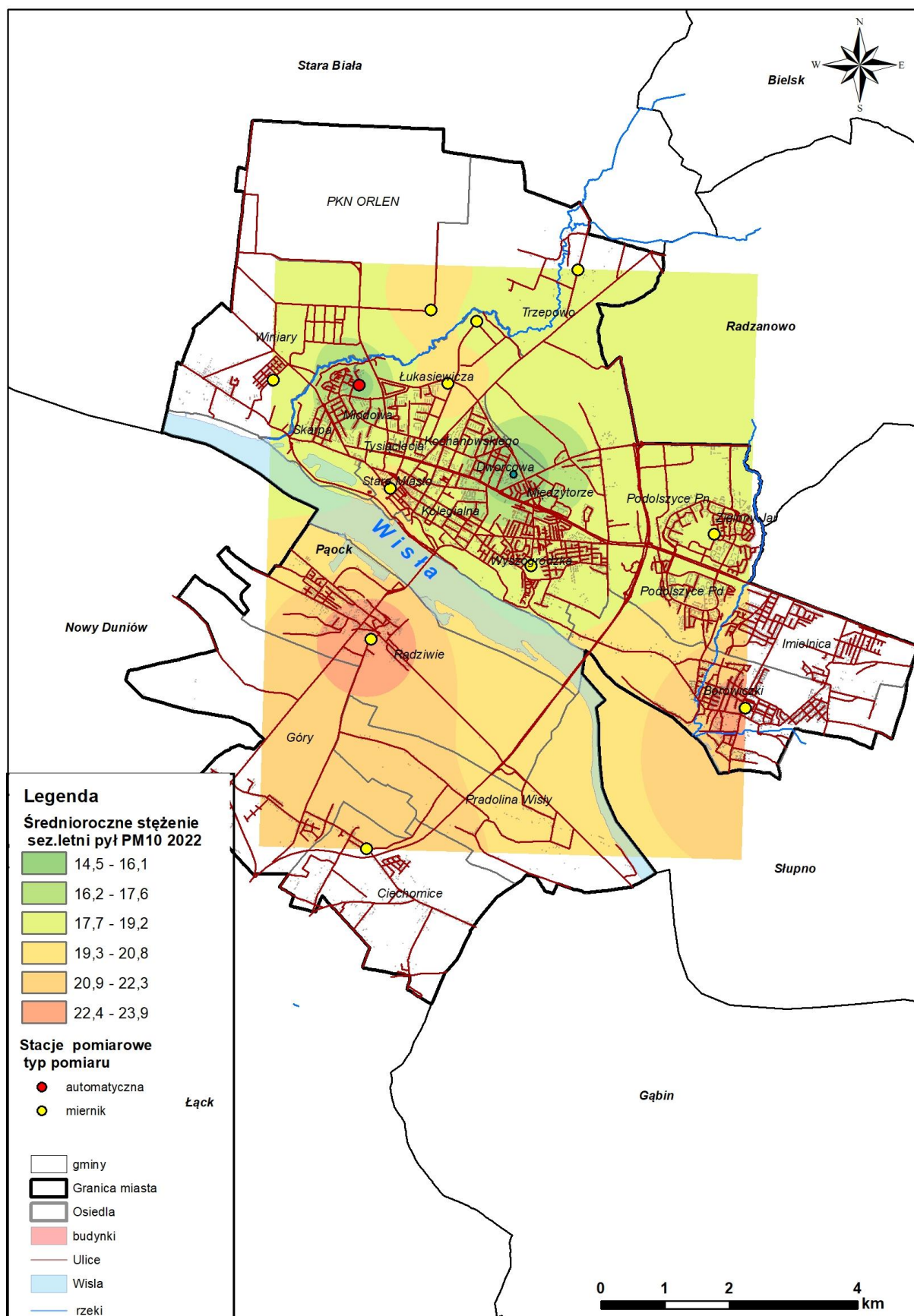


Rysunek 20. Mapa rozmieszczenia stacji i stanowisk pomiarowych w Płocku.

Przestrzenny rozkład stężeń pyłu  $PM_{10}$  w okresie grzewczym wskazuje na dominujący kierunek napływu zanieczyszczeń z południowego - wschodu. Obszar najwyższych stężeń obejmuje Borowiczki i Radziwie.

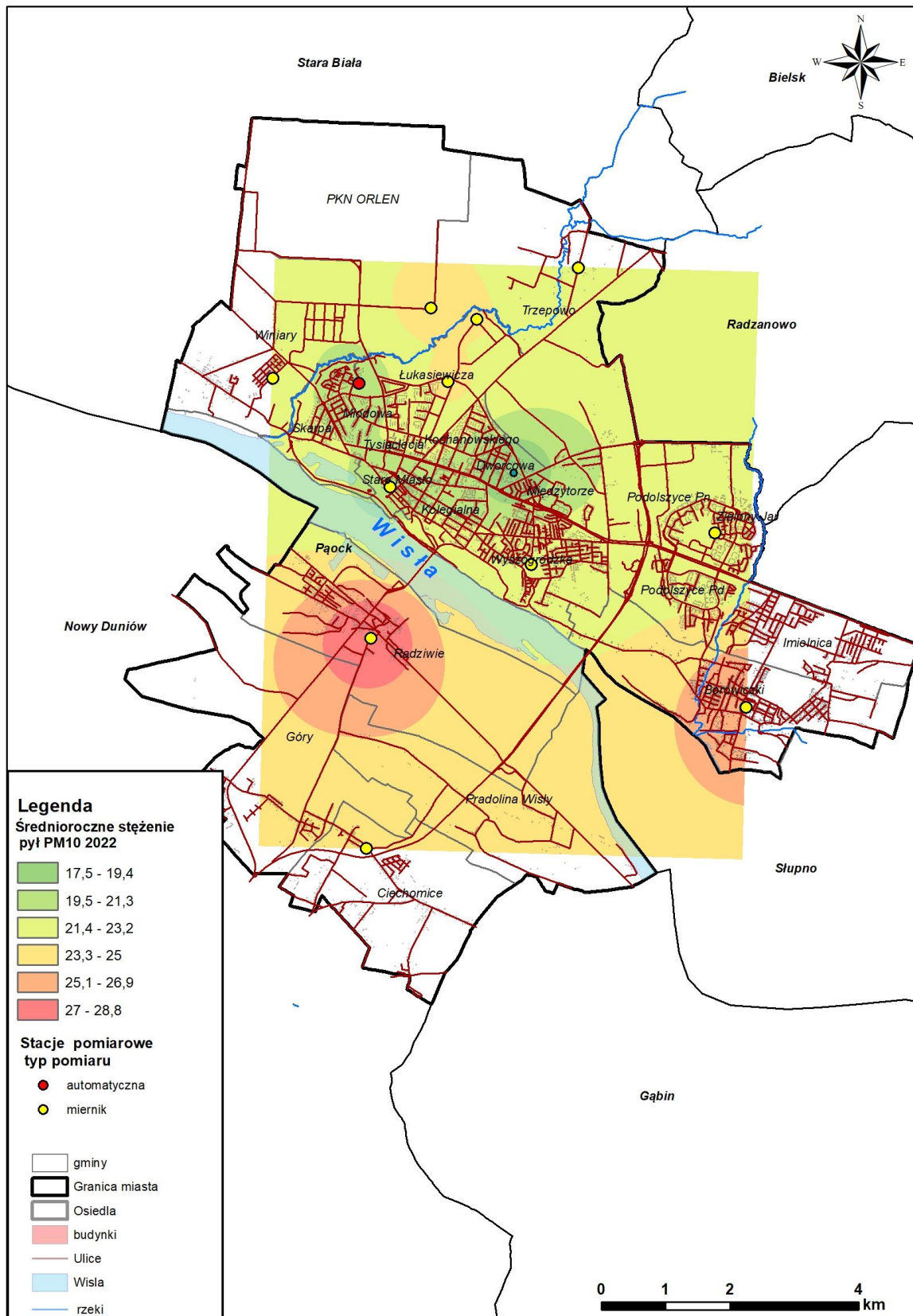


Rysunek 21. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu  $PM_{10}$ -okres grzewczy.



Rysunek 22. Przestrzenny rozkład pyłu PM<sub>10</sub>-okres letni.

W okresie letnim poziom stężeń znacząco spada, a najwyższe stężenia występują w rejonie Radziwia co w tym przypadku sugeruje dodatkowy napływ z rejonu Góry.



Rysunek 23. Przestrzenny rozkład pyłu PM<sub>10</sub>- rok.



Przestrzenny rozkład rocznych stężeń pyłu  $PM_{10}$  wskazuje dwa rejony najwyższych stężeń: Radziwie oraz Borowiczki. Średnioroczna róża wiatrów wskazuje na napływ zanieczyszczeń na obszar Radziwia i Borowiczek z kierunku południowo-zachodniego z dzielnic południowych (Góry, Ciechomice), gminy Łąck, gmina Gąbin oraz w mniejszym stopniu z południowo-wschodniego z gminy Słupno.

Porównując opracowane mapy można zauważyć istotne różnice w wartościach i rozkładzie stężeń w poszczególnych okresach. Wielkości te determinują dwa czynniki: źródło emisji i warunki meteorologiczne, głównie kierunek i prędkość wiatru.

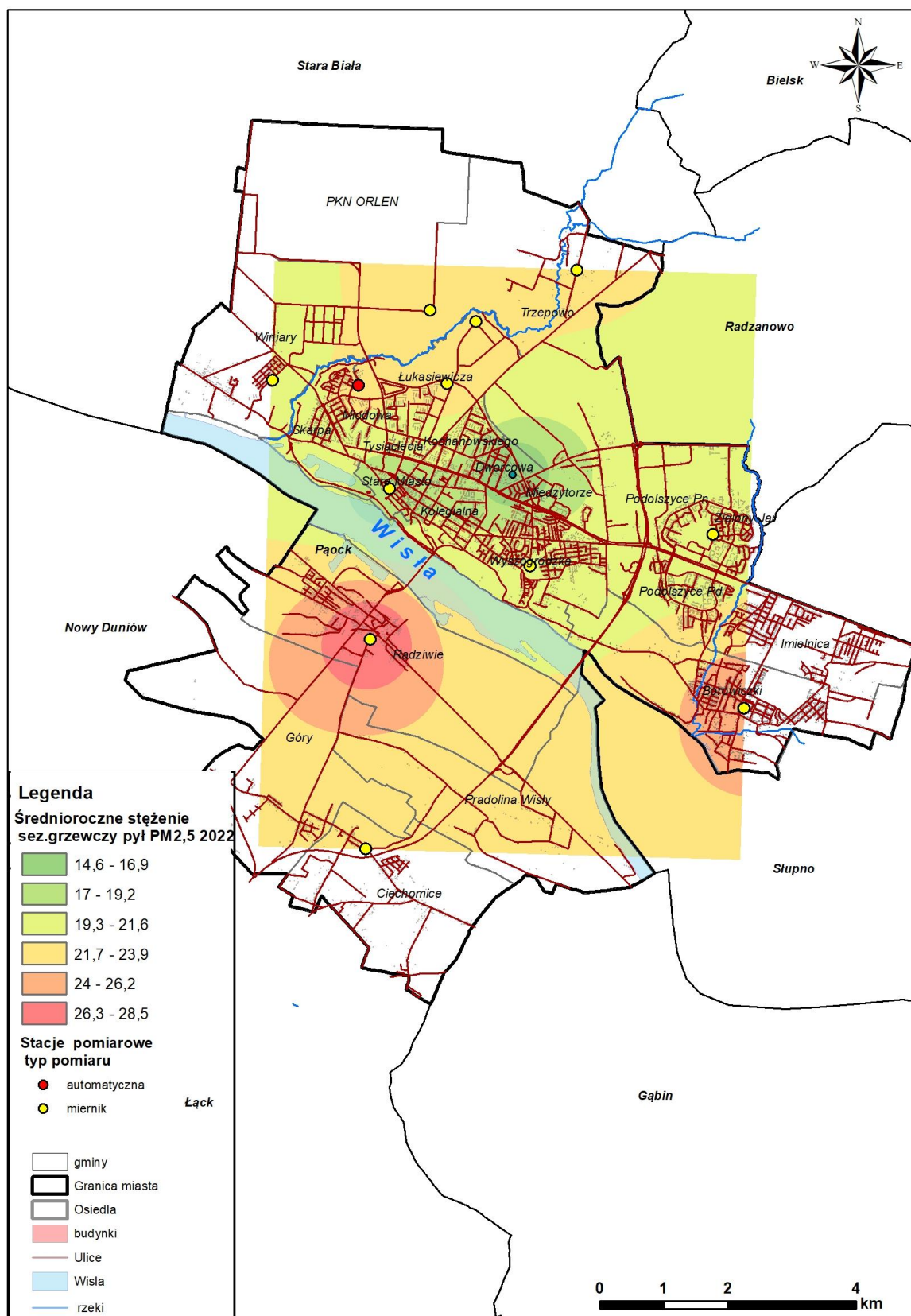
W ciągu roku rozkład stężeń pyłu  $PM_{10}$  sugeruje duży wpływ emisji rozproszonej, również napływowej.

Latem poziom emisji jest niższy, a obszar z poziomem stężeń powyżej  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  jest niewielki.

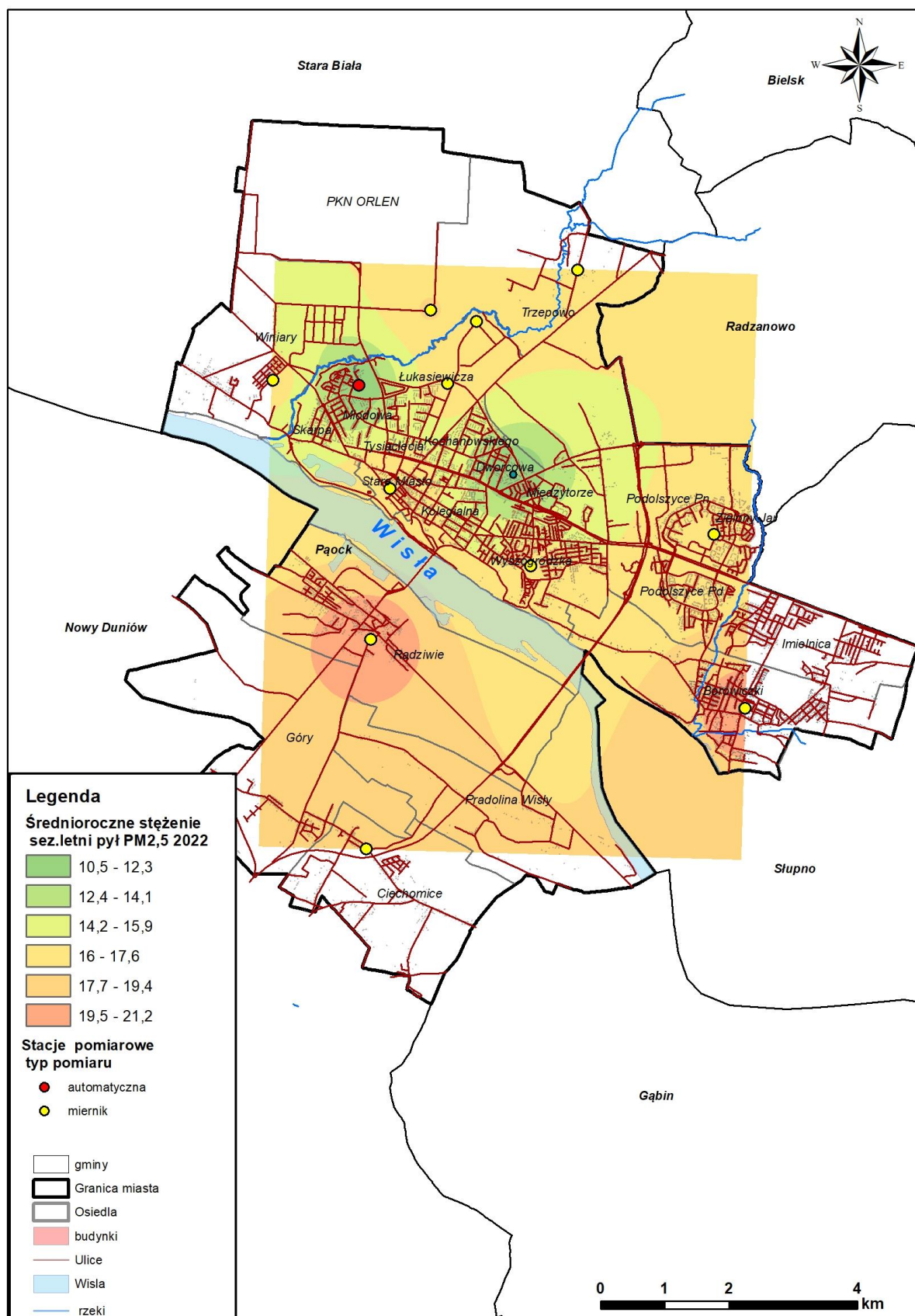
W sezonie grzewczym przy przeważających kierunkach wiatru z południowego kierunku zaznacza się silny wpływ emisji z dzielnic południowych, gdzie przeważającym źródłem ciepła są indywidualne paleniska domowe.

Podobne rozkłady przestrzenne wykonano dla pyłu  $PM_{2,5}$ .

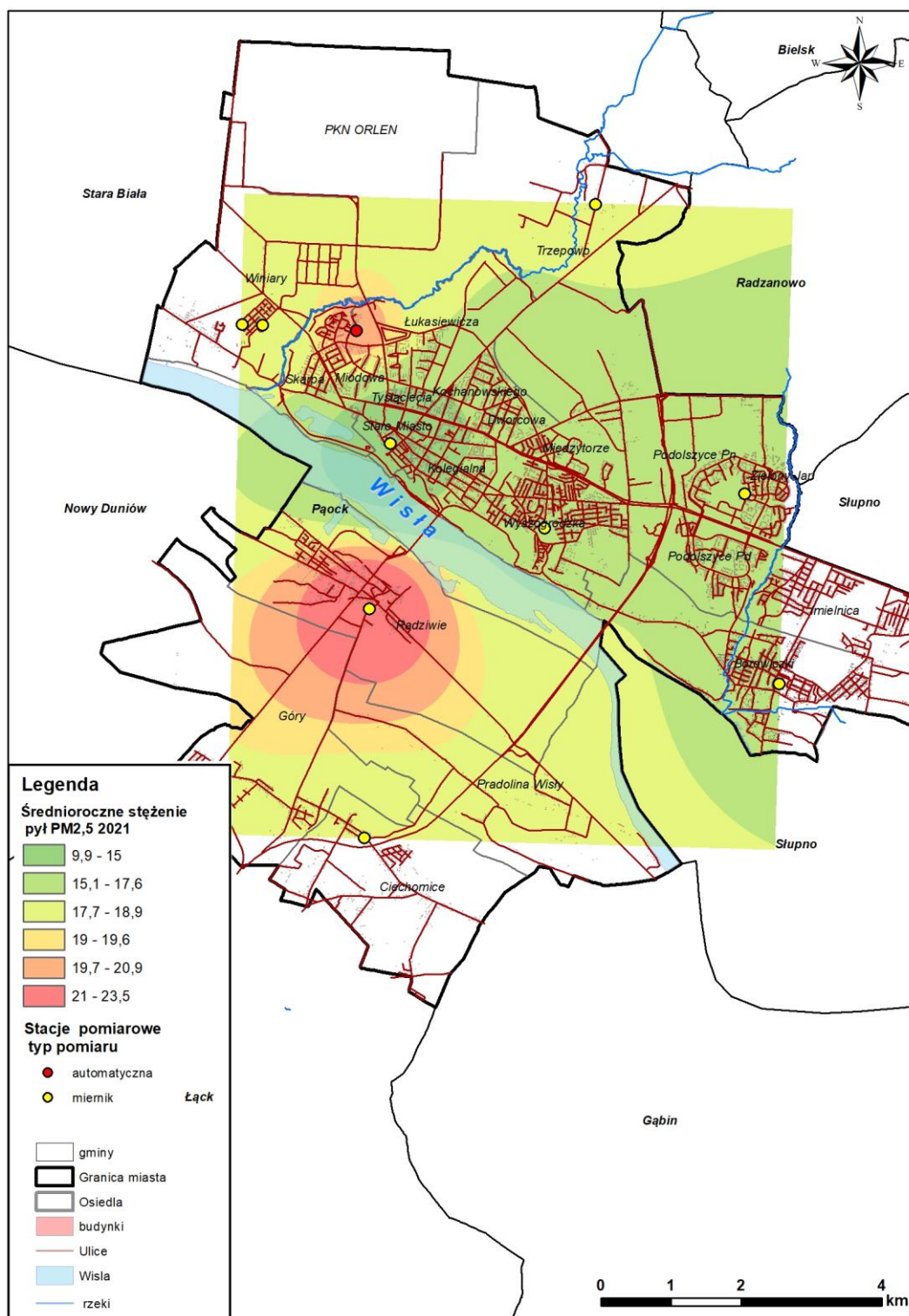
W okresie grzewczym obszary o najwyższych stężeniach pyłu  $PM_{2,5}$  są podobne jak dla pyłu  $PM_{10}$ . Sugeruje to pochodzenie emisji od tych samych źródeł tj.: z indywidualnych palenisk domowych.



Rysunek 24. Przestrzenny rozkład pyłu PM<sub>2,5</sub>-okres grzewczy.



Rysunek 25. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu PM<sub>2,5</sub>- okres letni.

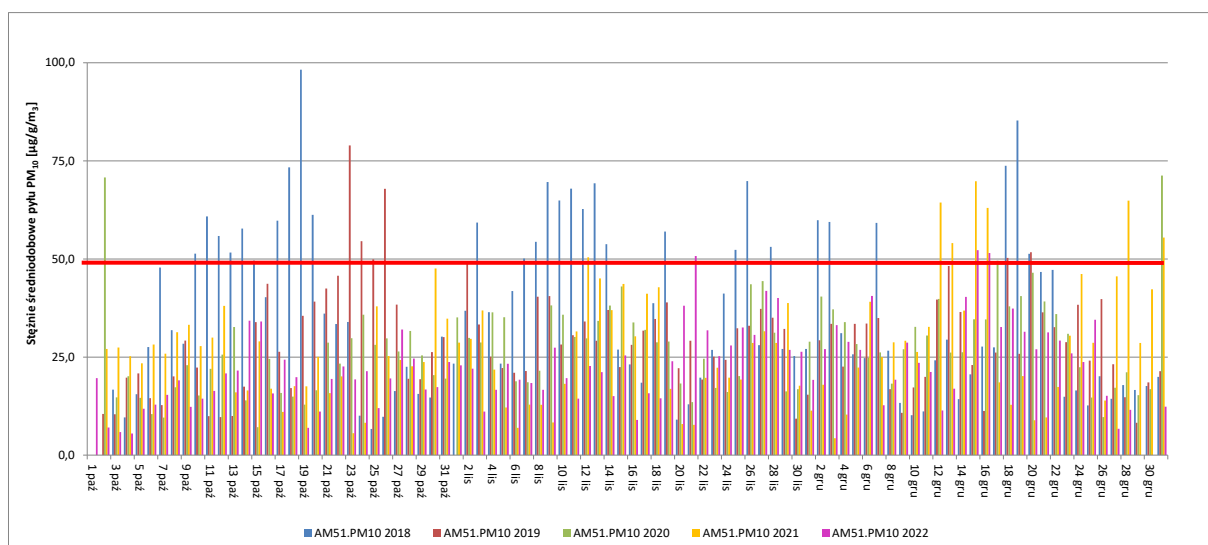


Rysunek 26. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu PM<sub>2,5</sub>- rok.

Rozkład stężeń zależny od kierunku wiatru wskazuje, że na poziomy stężenie pyłu zawieszonoego w Płocku wpływa emisja również z terenów gmin sąsiednich.

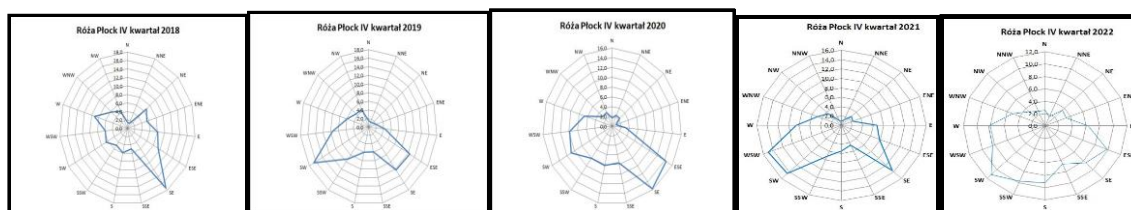
#### 4. Porównanie wyników pomiarów z serii pomiarowych 2018 - 2022

Pomiary w stacji przy ulicy Łukasiewicza prowadzone są od 17 września 2018 roku. Porównanie wyników pomiarowych pyłu  $PM_{10}$  wykonano dla zweryfikowanych serii dla IV kwartału sezonów pomiarowych 2018, 2019, 2020, 2021 i 2022 oraz z trzech lat pomiarów 2020-2021. Istotne dla analizy jest odniesienie do warunków meteorologicznych prowadzonych równoległe z pomiarami zanieczyszczeń powietrza. Wyniki pomiarów w IV kwartale w latach 2018,2019,2020,2021 oraz 2022 przedstawiono na rysunku 25.



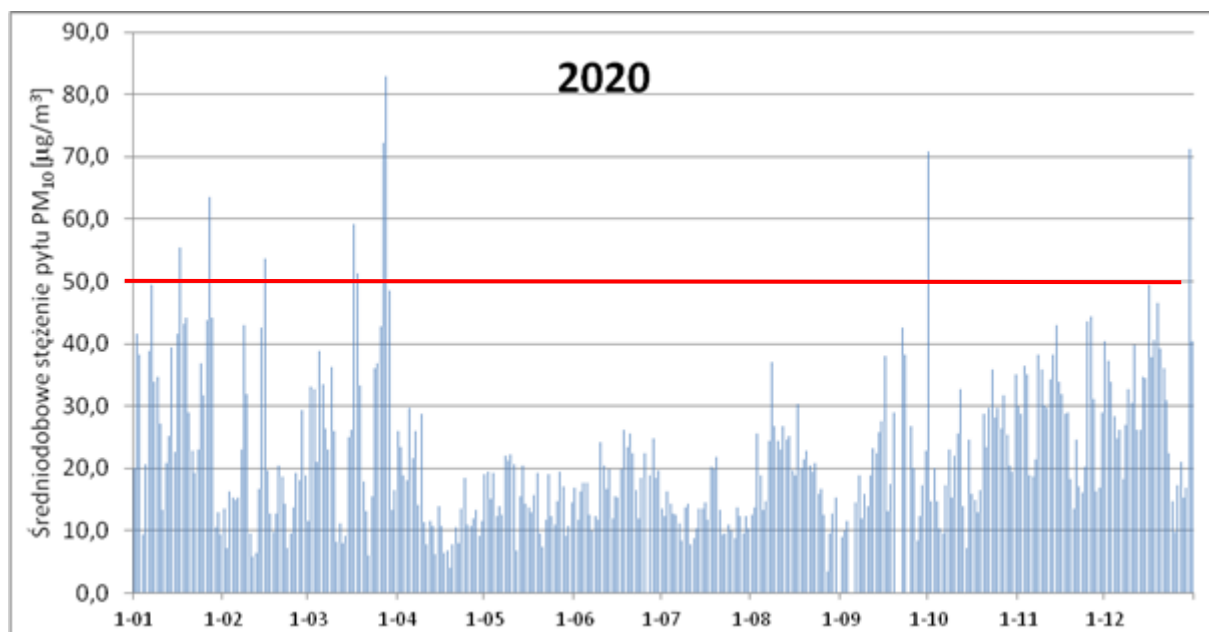
Rysunek 27. Porównanie stężeń 24 pyłu  $PM_{10}$  w IV kwartale w latach 2018,2019,2020 2021 oraz 2022r.

Najwyższe stężenia występowały w roku 2019. Obserwując różę wiatrów z analizowanych okresów można stwierdzić, że oprócz emisji z terenu Płocka istotna jest emisja z sąsiednich gmin szczególnie położonych po zachodniej i południowej stronie Miasta.

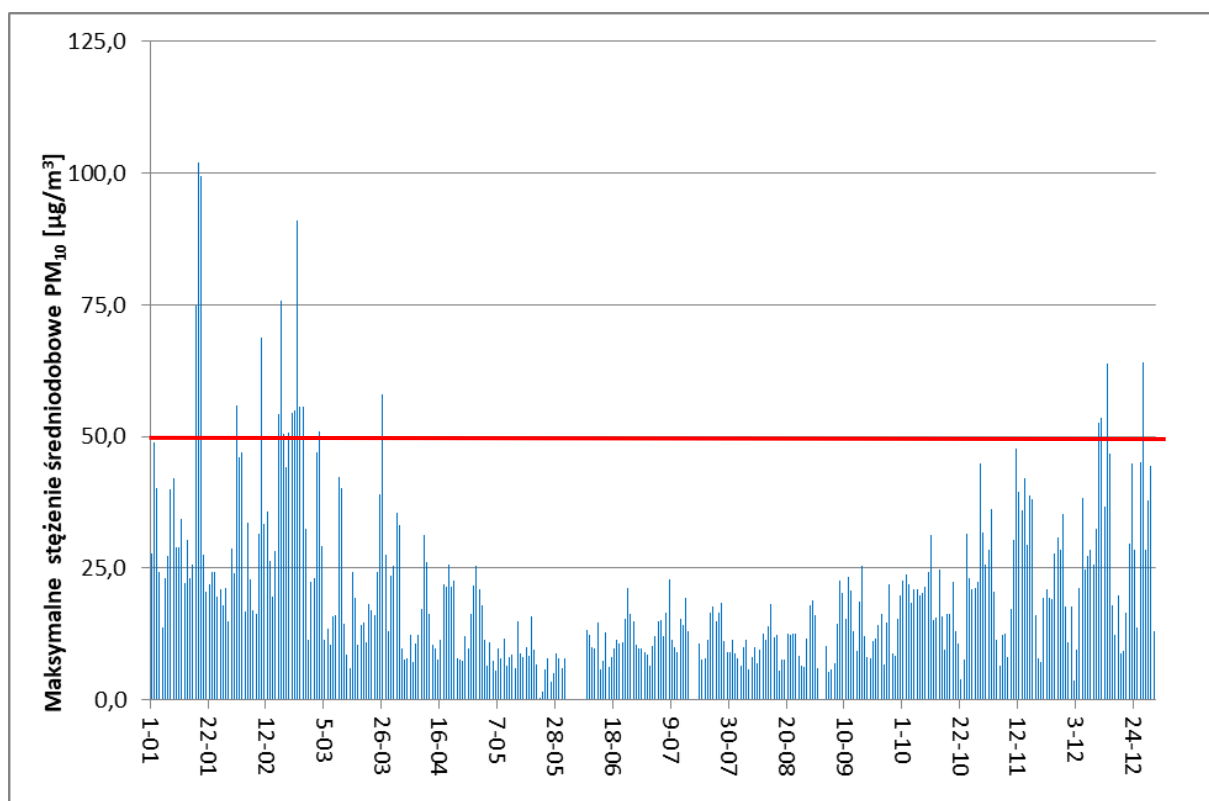


Rysunek 28. Różę wiatrów w IV kwartale w latach 2018, 2019 i 2020 oraz 2021.

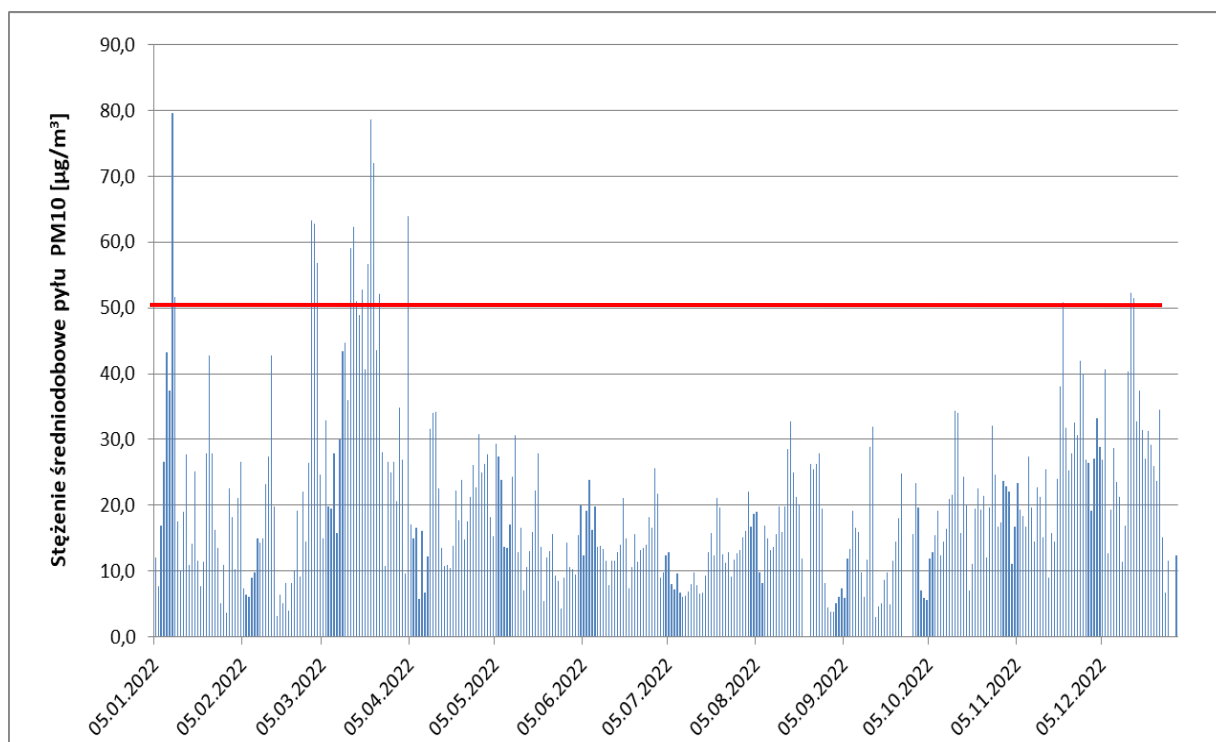
Dane z dwóch pełnych okresów pomiarowych (rok) pokazano na rysunkach 33 i 34.



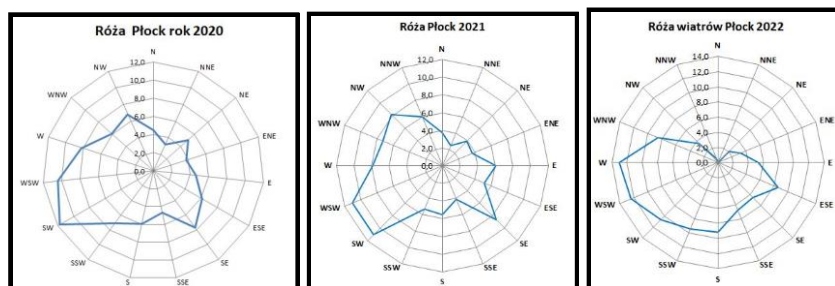
Rysunek 29. Stężenia średniodobowe pyłu  $PM_{10}$  w roku 2020.



Rysunek 30. Średniodobowe stężenia pyłu  $PM_{10}$  w roku 2021.



Rysunek 31. Średniodobowe stężenia pyłu PM10 w roku 2022.



Rysunek 32. Róże wiatrów w Płocku (warunki lokalne –stacja ul. Łukasiewicza) w 2020, 2021 i 2022 roku.

W porównaniu z rokiem 2021 w 2022 roku nastąpił spadek o 7 dni - liczby dni z przekroczeniem wartości średniodobowej. W roku 2021 kierunki napływu emisji na teren Miasto szczególnie w IV kwartale (rys. 32) obejmowały większy obszar. W roku 2021 podobnie jak w 2019 wystąpiły niesprzyjające warunki metrologiczne do dyspersji zanieczyszczeń powietrza.

Stężenia substancji gazowych w okresie pomiarowym wykazywały pojedyncze przekroczenia standardów jakości powietrza (stężenia dopuszczalne, wartości odniesienia) ponad wartości tolerowane, które obejmują również czas występowania. W tabeli 11 zestawiono wartości pomiarów w odniesieniu do wartości kryterialnych.

Tabela 9. Zestawienie wielkości i częstości występowania wartości ponadnormatywnych.

Substancja	Wyszczególnienie	ROK			kryterium	Uwagi
		2020	2021	2022		
SO <sub>2</sub>	max. 1h	451,6	511,8	331,9	350 µg/m <sup>3</sup>	kierunek wiatru północnego (z kierunku PKN ORLEN)
	Częstość występowania stężenia (1h) >350	1	7	0	350 µg/m <sup>3</sup> 24 razy w roku	
	Max. 24 h	65,3	155,2	62,8	125 µg/m <sup>3</sup> 3 razy w roku	
	Częstość występowania stężenia (24h) >125	0	2	0		
Benzen	max. 1h	38,6	42,4	43,2	30 µg/m <sup>3</sup>	prędkość wiatru <1 m/s, przeważający kierunek północny (z kierunku PKN ORLEN)
	częstość występowania stężenia >30	5	2	2	-	
Toluen	max. 1h	109,49	116,1	121,1	100 µg/m <sup>3</sup>	prędkość wiatru <1 m/s, kierunek północny i północno- wschodni
	Częstość występowania stężenia >100	4	6	19	-	

Przy każdym obserwowanym epizodzie przekroczeń stężeń chwilowych można zidentyfikować kierunek i prędkość wiatru z nim związany. Charakterystyczne zanieczyszczenia są emitowane z instalacji PKN ORLEN przy wiatrach z sektora północnego. Przy występowaniu wiatrów z innych sektorów przekroczenia, które były obserwowane są sumą emisji komunikacyjnej, ogrzewania i innych działalności na terenie Miasta.

## 5. 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 są niezbędne ze względu na duży wpływ warunków pogodowych na dyspersję zanieczyszczeń powietrza.

Pomiary parametrów meteorologicznych rejestrowane są co 1 godzinę według czasu urzędowego, zatem nie są zsynchronizowane z terminami pomiarów według standardów meteorologicznych w czasie uniwersalnym.

Czujniki pomiarowe charakteryzują się dużą sprawnością pomiarową, co potwierdziła obliczona dyspozycyjność (tabela 12).



*Tabela 10. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w 2022 roku.*

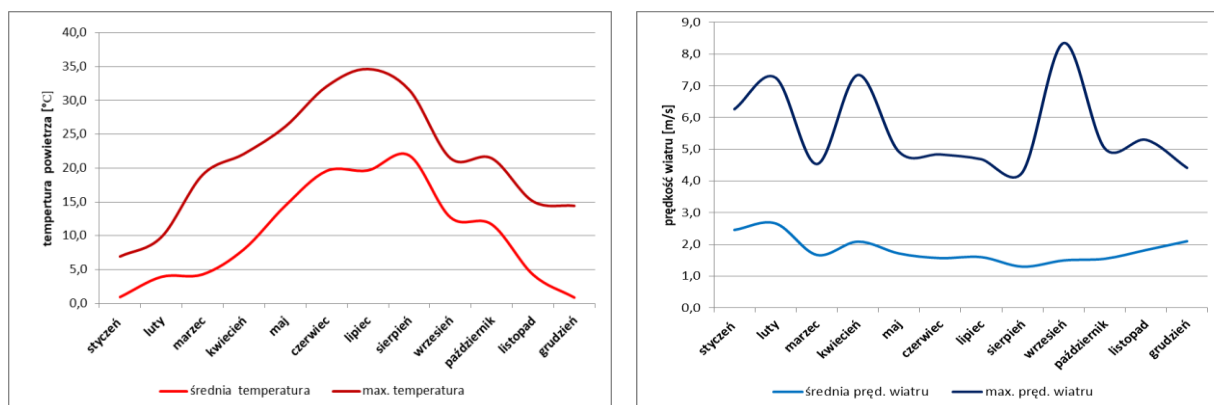
Parametr	Sprawność [%]	Wartość maksymalna (1h)	Wartość minimalna (1h)	Średnia roczna/ Suma opadu
Temperatura [°C]	94,3	34,6	-9,3	10,4
Prędkość wiatru [m/s]	94,3	8,3	0,0	1,8
Ciśnienie atmosfer. [hPa]	94,3	1034,8	969,7	1005,6
Wilgotność [%]	94,3	90,4	20,1	66,8
Opad atmosferyczny [mm]	94,3	13,7	0,0	612,6

W tabeli 13 i na rysunku 31 pokazano średnie maksymalne prędkości wiatru i temperatury w poszczególnych miesiącach.

*Tabela 11. Średnie i maksymalne parametry w miesiącach pomiarowych w 2022 roku.*

Miesiąc	temperatura [°C]		pręd. wiatru [m/s]	
	średnia	maksymalna	średnia	maksymalna
styczeń	0,9	6,9	2,5	6,26
luty	3,9	9,8	2,7	7,26
marzec	4,3	19,0	1,7	4,54
kwiecień	8,0	22,1	2,1	7,34
maj	14,4	26,1	1,7	4,92
czerwiec	19,6	32,1	1,6	4,84
lipiec	19,7	34,6	1,6	4,69
sierpień	21,9	31,6	1,3	4,28
wrzesień	12,7	21,5	1,5	8,35
październik	11,7	21,4	1,5	5,03
listopad	4,3	15,1	1,8	5,30
grudzień	0,9	14,4	2,1	4,41

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



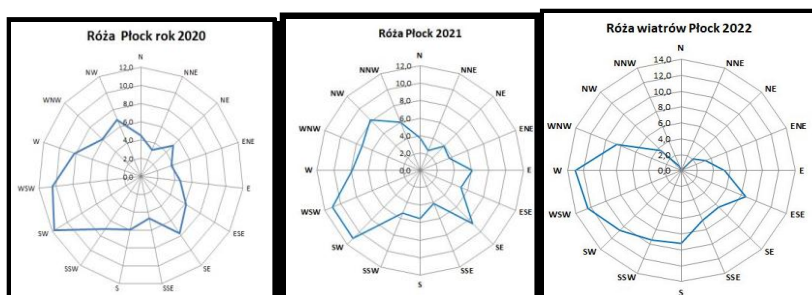
Rysunek 33. Zmienność prędkości wiatru i temperatury w 2022 roku.

Kluczową rolę w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń odgrywają kierunki i prędkość wiatru. Na terenie Płocka lokalne warunki są bardzo zmienne.

Pomiary w 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 zarówno w okresie rocznym, jak i w sezonie grzewczym i letnim.

W roku 2020 emisja z Miasta Płocka wzmacniana była emisją ze źródeł z wszystkich kierunków a w roku 2021 najsilniej reprezentowany był kierunek południowo-zachodnia w 2022 roku z koleie kierunek zachodni.



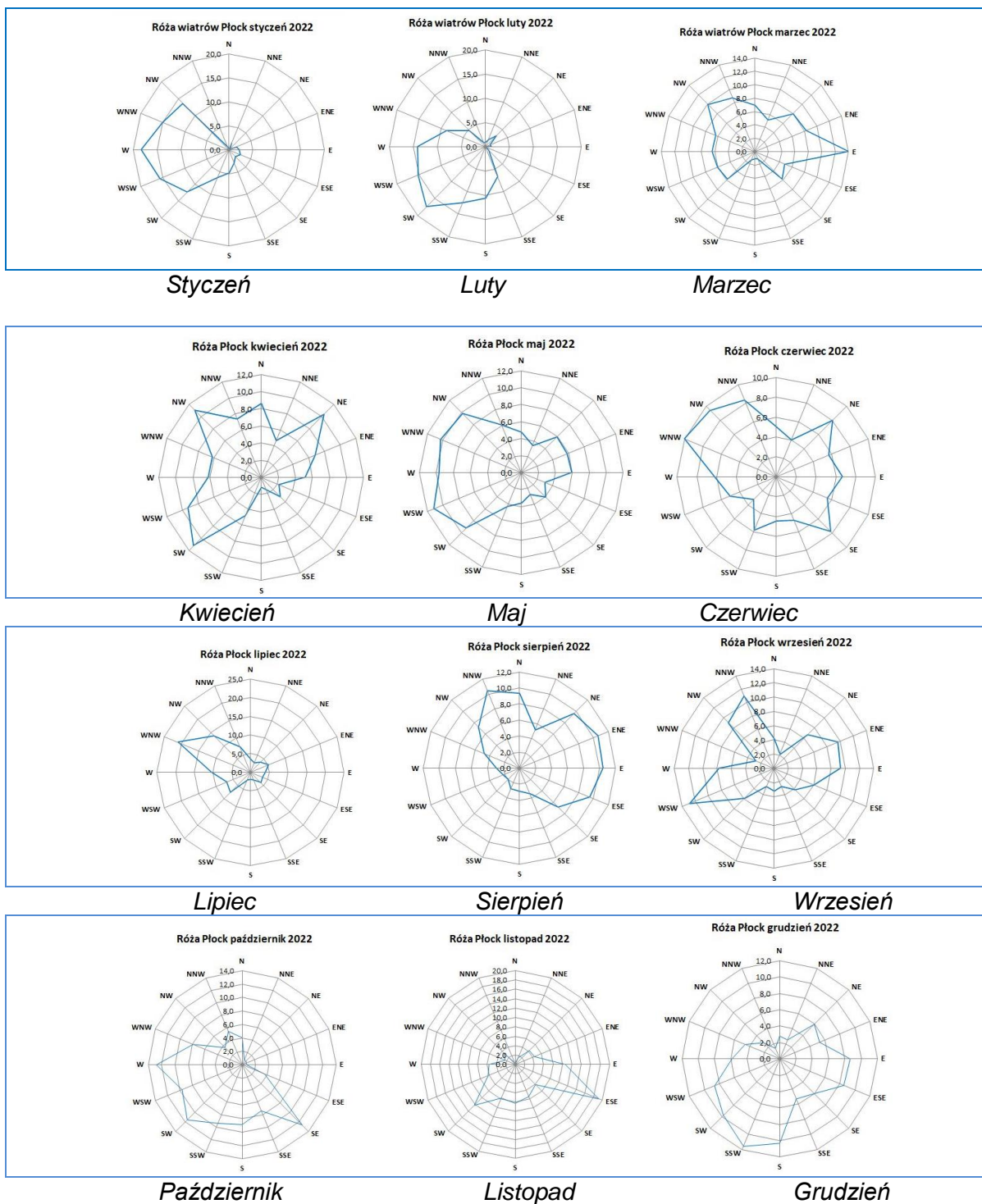
Rysunek 34. Roczne róże wiatrów w 2020, 2021 i 2022 roku.

Na podstawie pomiarów meteorologicznych w stacji przy ulicy Łukasiewicza wykonano róże wiatrów dla każdego miesiąca pomiarowego.

Na rysunku 33 pokazano róże wiatrów w kolejnych miesiącach roku 2022.

Emisja z kierunku północnego ( z obszaru PKN ORLEN) miała wpływ na jakość powietrza w Płocku najsilniejszy w sierpniu, słabszy w styczniu, lutym, listopadzie.

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



Rysunek 35. Miesięczne róże wiatrów w roku 2022.

## 6. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W PŁOCKU W OKRESIE POMIAROWYM

### Metoda oceny

Zgodnie z aktami 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

Tabela 12. Ocena jakości powietrza w roku 2022 na podstawie wartości stężeń średniorocznych.

Zanieczyszczenie	Wartości stężeń średniorocznych $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% wartości dopuszczalnej	Jakość powietrza	
Dwutlenek siarki $\text{SO}_2$	4,6	23,1		<b>dobra</b>
Dwutlenek azotu $\text{NO}_2$	11,8	29,6		<b>dobra</b>
Pył zawieszony $\text{PM}_{10}$	20,0	50,0		<b>zadowalająca</b>
Pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$	16,2	81,0		<b>dostateczna</b>
Siarkowodór	3,0	60,9		<b>zadowalająca</b>
Benzen	1,3	26,0		<b>dobra</b>
Toluen	3,1	31,0		<b>dobra</b>
Ksylene	0,7	7,0		<b>b.dobra</b>

Porównując wyniki pomiarów z wartościami dopuszczalnymi lub wartościami odniesienia należy stwierdzić po 12 miesięcznym okresie pomiarowym, że w Płocku poziom zanieczyszczeń powietrza można oceniać w perspektywie średnio i długookresowej (sezon, rok) jako dobry bądź bardzo dobry dla większości substancji gazowych (wyjątek stanowi siarkowodór poziom zadowalający). W przypadku zanieczyszczeń pyłowych odnotowano poziom zadowalający dla pyłu  $\text{PM}_{10}$  oraz dostateczny dla pyłu  $\text{PM}_{2,5}$ .

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**.

## 7. Analiza epizodów

Zanieczyszczenia zarówno technologiczne, komunikacyjne i z niskiej emisji w warunkach złej wentylacji kumulują się i powodują powstawanie epizodu smogowego, którego przyczyną są:

- wiatr z sektora północnego o niskich i b. niskich prędkościach,
- zwiększone zapotrzebowanie na ciepło,
- większa emisja ze źródeł powierzchniowych (m.in. możliwe okresowe składowanie mat sypkich, oczyszczalnia ścieków),
- emisja z niskich emitorów technologicznych,
- emisja komunikacyjna.

W 2022 roku takich epizodów było kilka o różnym czasie trwania. O występowaniu epizodu oprócz wyników świadczą skargi mieszkańców kierowane do Wydziału Zarządzania Kryzysowego. Określenie jednoznacznie źródła emisji podczas epizodu jest utrudnione z powodu braku informacji pracujących w tym czasie źródłach emisji. Do szczegółowej analizy wybrano 2 epizody z maksymalnymi stężeniami 1h benzenu i toluenu. Poniżej w tabeli zestawiono wszystkie epizody wraz z parametrami meteorologicznymi.

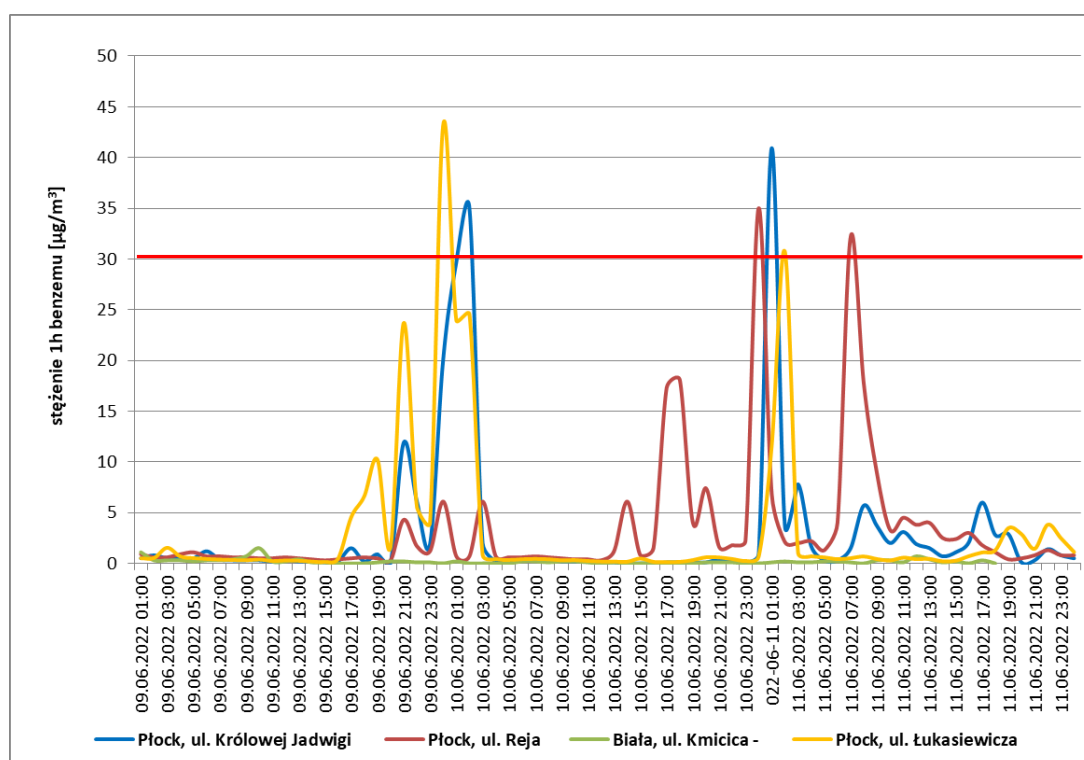
Tabela 13. Zestawienie epizodów w 2022 roku.

Zanieczyszczenie	Data epizodu	Max.1h	Temp. powietrza [°C]	Wilgotność [%]	Pręd. wiatru [m/s]	Kierunek wiatru [deg]	Opad atmosferyczny [mm]
<b>Benzen</b>	10.06.2022 00:00	<b>43,21</b>	17,0	87,1	1,0	N	2,0
	11.06.2022 02:00	<b>30,70</b>	14,5	82,7	0,5	WSW	0,0
<b>Toluen</b>	01.03.2022 07:00	<b>107,22</b>	-5,5	77,4	0,2	NW	0,00
	01.03.2022 08:00	<b>106,70</b>	-2,7	71,9	0,1	N	0,00
	13.03.2022 00:00	<b>121,11</b>	-2,8	60,9	0,1	N	0,00
	13.03.2022 01:00	<b>105,34</b>	-3,5	63,7	0,1	NNW	0,00
	23.03.2022 02:00	<b>106,30</b>	1,1	71,1	0,2	NNW	0,00
	23.03.2022 03:00	<b>110,78</b>	0,5	73,8	0,1	NE	0,00
	23.03.2022 06:00	<b>105,18</b>	-1,0	75,8	0,2	NNW	0,00
	22.04.2022 02:00	<b>113,10</b>	7,7	84,1	0,1	NNW	0,00
	29.04.2022 03:00	<b>117,04</b>	4,7	80,6	0,1	NNE	0,00
	01.05.2022 02:00	<b>111,85</b>	6,4	71,8	0,2	NNW	0,00

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.

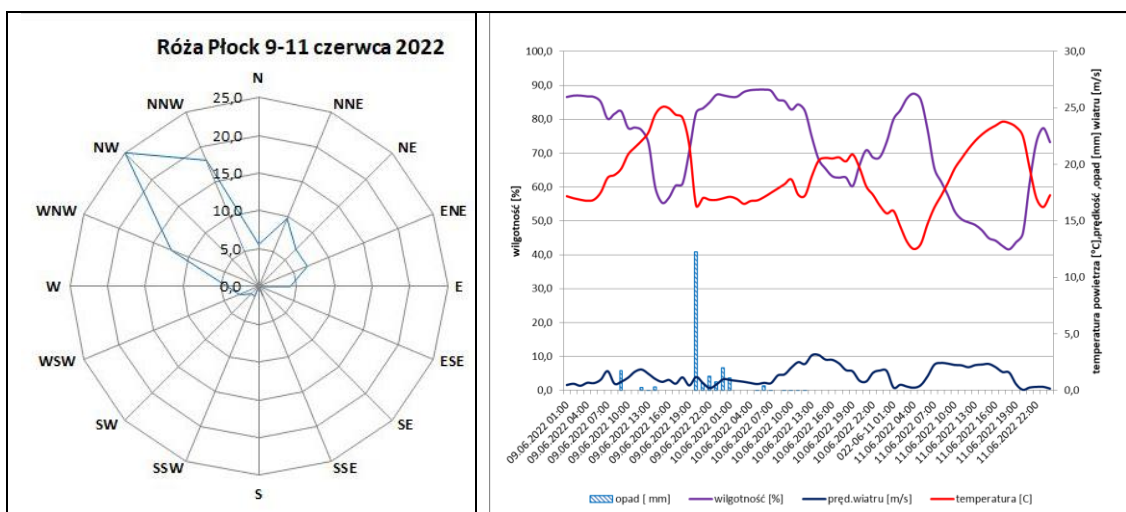
01.05.2022 03:00	<b>107,63</b>	5,3	75,9	0,2	NNW	0,00
30.05.2022 04:00	<b>110,63</b>	9,7	82,2	0,2	ENE	0,00
04.06.2022 02:00	<b>114,45</b>	12,6	70,3	0,4	NNE	0,00
09.06.2022 03:00	<b>114,48</b>	16,9	87,0	0,4	NE	0,00
03.08.2022 06:00	<b>115,32</b>	14,9	85,1	0,2	N	0,00
03.08.2022 07:00	<b>100,26</b>	19,6	70,7	0,6	SSW	0,00
06.09.2022 04:00	<b>108,19</b>	8,5	71,5	0,7	NE	0,00
07.09.2022 05:00	<b>105,50</b>	6,1	73,7	0,2	N	0,00
07.09.2022 20:00	<b>103,29</b>	14,0	51,8	0,4	ne	0,00
16.11.2022 04:00	<b>103,57</b>	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,00

b.d. –brak danych



Rysunek 36. Stężenia benzenu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w dniach 9-11.06.2022 r.

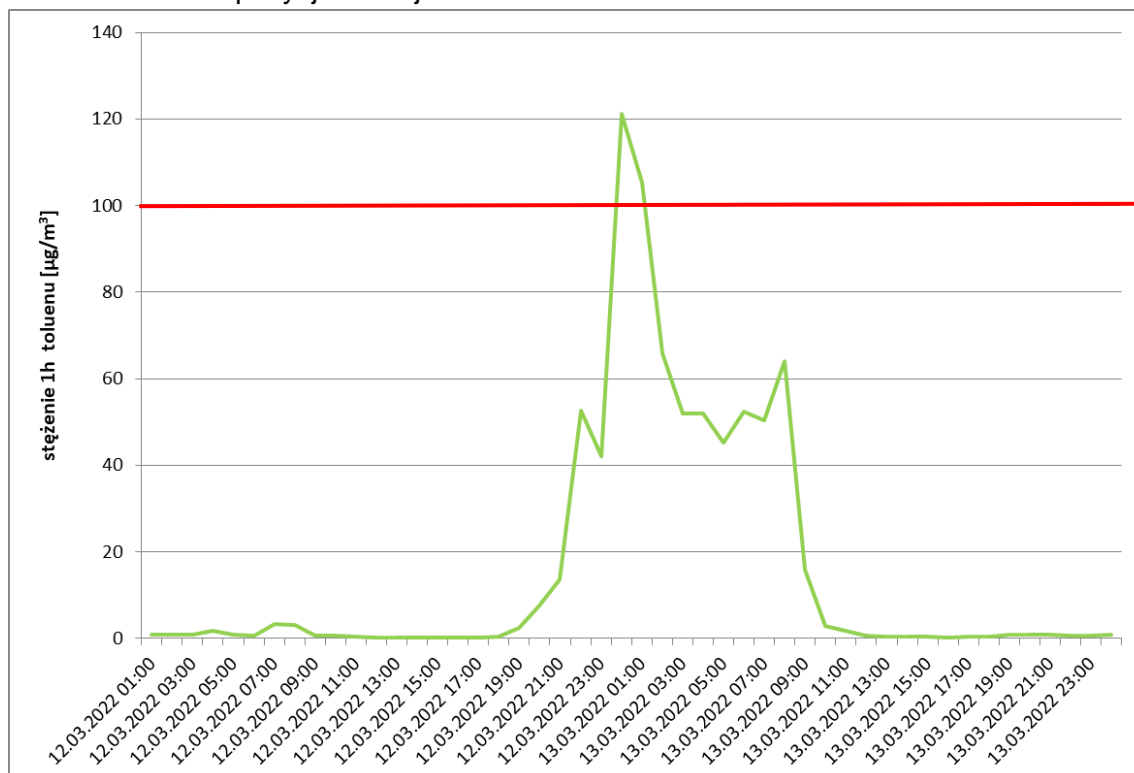
Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



Rysunek 37. Warunki meteorologiczne podczas epizodu dniach 9-11.06.2022 r.

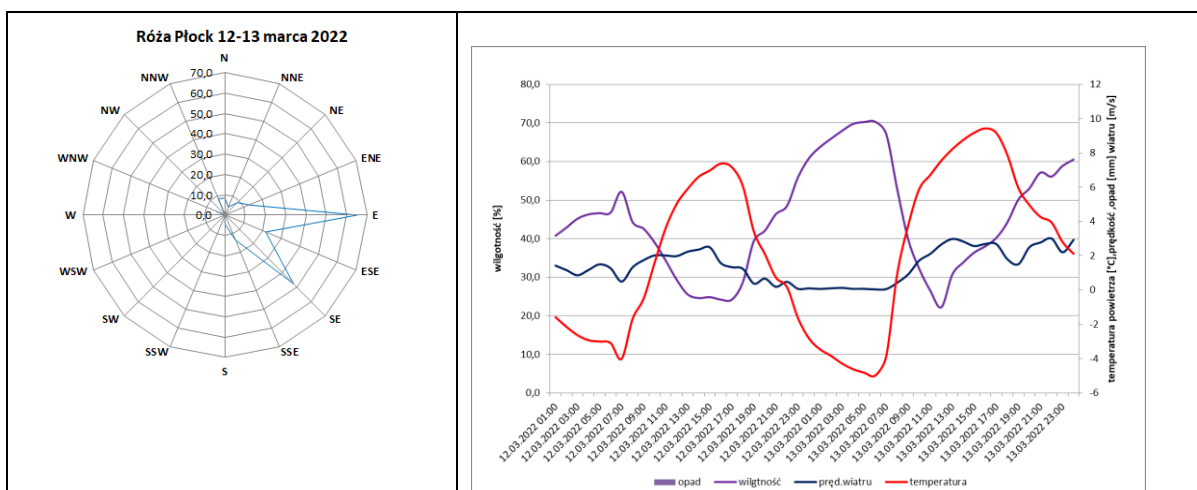
W dniach epizodów wystąpiły warunki meteorologiczne sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń:

- dominujący północny kierunek wiatru napływ zanieczyszczeń z obszarów przemysłowych miasta,
- niskie prędkość wiatru w godzinach nocnych i porannych powodowała kumulację zanieczyszczeń i brak wymiany powietrza na obszarze miasta,
- brak opadów atmosferycznych uniemożliwiły wymywanie zanieczyszczeń na drodze depozycji mokrej.



Rysunek 38. Przebieg zmian stężeń toluenu w dniach wystąpienia epizodu 12-13 marzec 2022 roku.

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



Rysunek 39. Warunki meteorologiczne w dniach wystąpienia epizodu 12-13 marzec 2022 roku.

Dwa epizody poddane szczegółowej analizie wskazywały na kierunek napływu emisji z PKN ORLEN 9-11 czerwca i 12-13 marzec. W tych dniach w godzinach epizodów gwałtownie obniżyła się wilgotność i wzrosła temperatura.

Pozostałe epizody zestawione w tabeli 10 wystąpił w dniach o niesprzyjających warunkach metrologicznych z dominującym kierunkiem wiatru z sektora północnego z obszarów przemysłowych Miasta oraz przeważającą niską prędkością wiatru. Wybrane epizody pokrywają się skargami mieszkańców tak było przypadku benzenu 10 i 11 czerwca oraz przypadku toluenu 29 kwietnia.

## 8. UDOSTĘPNIANIE INFORMACJI O JAKOŚCI POWIETRZA

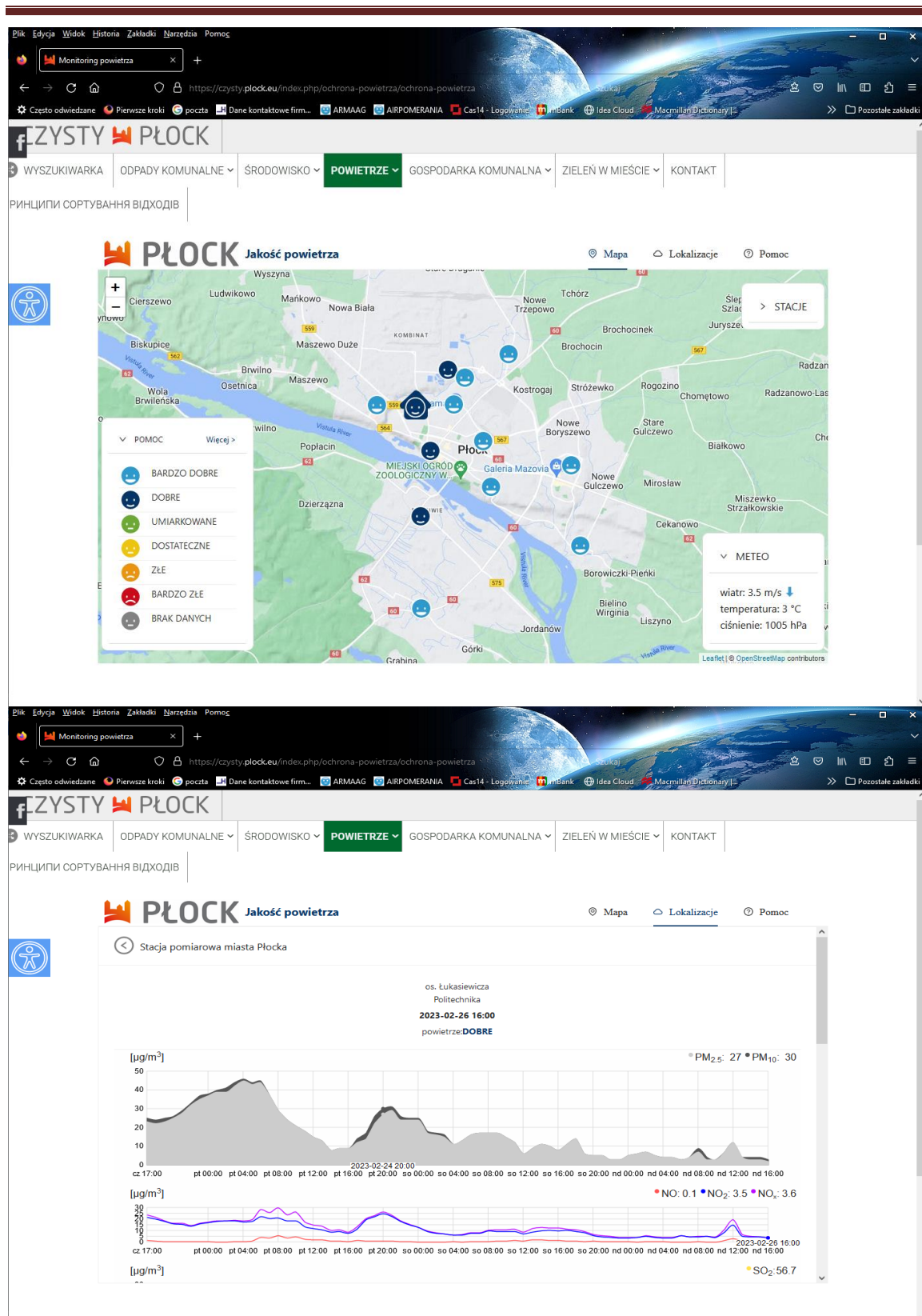
O jakości powietrza w Płocku informuje czytelny portal prezentujący „Indeks jakości powietrza” aktualizowany co 1 h. Od 2018 roku poszczególne klasy są zgodne z polskim indeksem jakości powietrza publikowanym na stronie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>.

Indeks podawany jest dla pomiarów referencyjnych i wskaźnikowych. Wyniki pomiarów z trzech dni prezentowane są w postaci wykresów.

Dane publikowane są na stronie <https://czysty.plock.eu/index.php/ochrona-powietrza/ochrona-powietrza>.

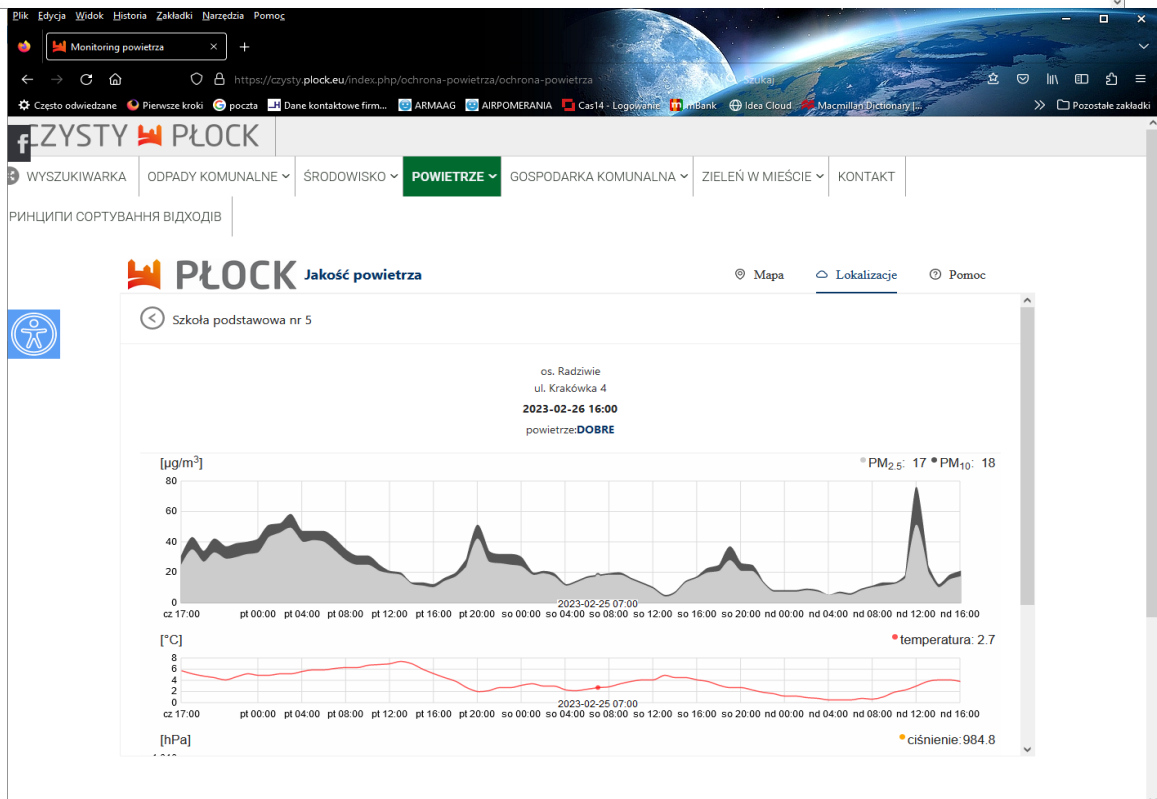
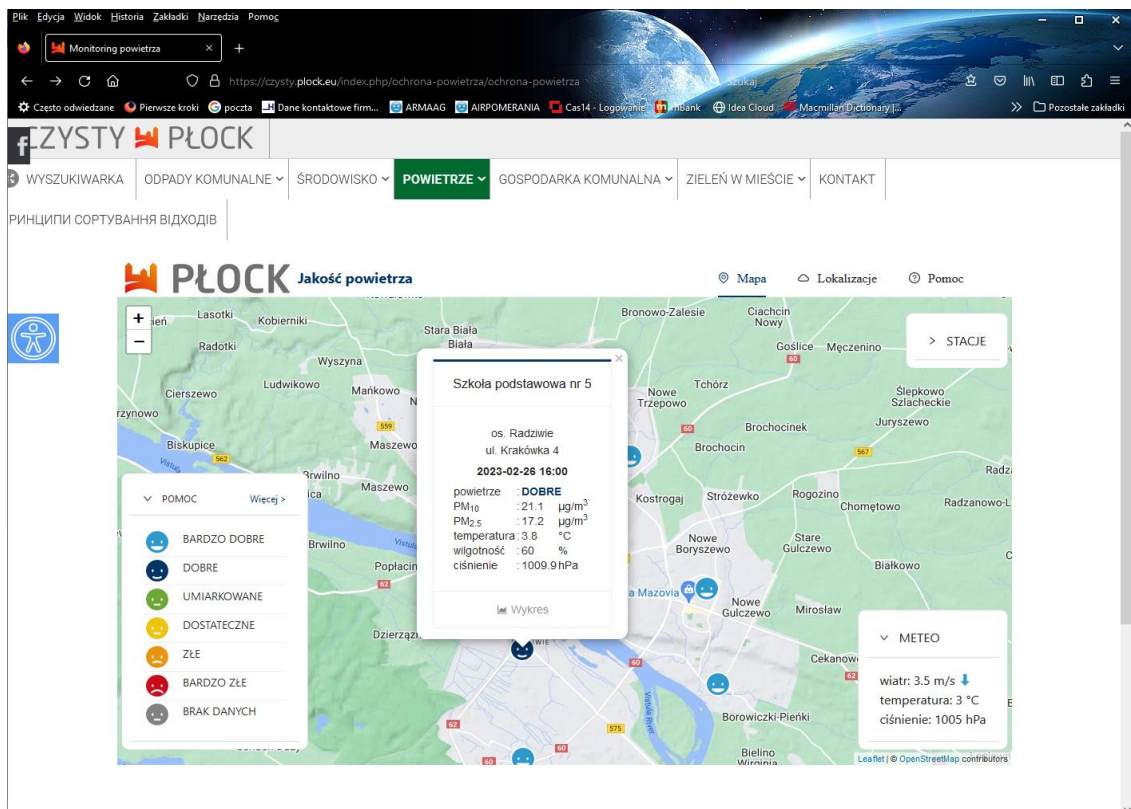


Report końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.

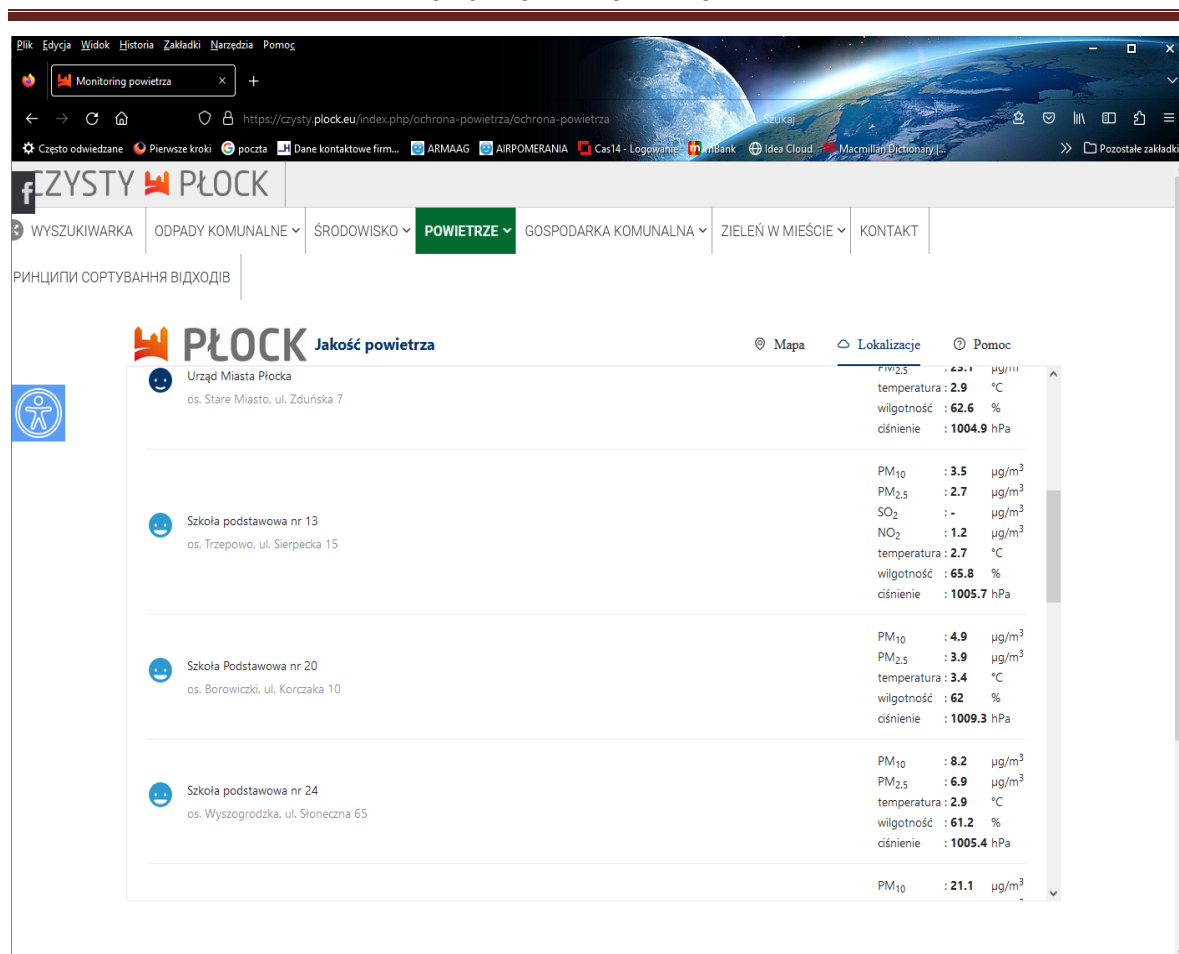


Rysunek 40. Wyniki pomiarów ze stacji przy ulicy Łukasiewicza.

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie  
01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



## Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie 01.01.2022 r. - 31.12.2022 r.



Rysunek 41. Wyniki pomiarów wskaźnikowych.

## 9. PODSUMOWANIE

Pomiary wykonywane metodą referencyjną wykazały, że najczęściej identyfikowaną przyczyną występowania epizodów wysokich stężeń są niekorzystne warunki meteorologiczne tj. wiatr z sektora północnego o niskiej i bardzo niskiej prędkości, które powodują kumulację emisji toluenu, benzenu i mieszanin węglowodorów VOC z PKN ORLEN S.A, innych zakładów przemysłowych na terenie Miasta, zanieczyszczeń z komunikacji, a w okresie grzewczym emisji ze spalania niskiej jakości paliw stałych.

Mimo wystąpienia w roku 2022 kilkunastu sytuacji meteorologicznych sprzyjających powstawaniu epizodów wysokich stężeń żadna z wielkości dopuszczalnych nie została przekroczona. Na podstawie porównania wyników z 2022 pyłu zawieszonego można stwierdzić nieznaczny spadek poziomów notowanych stężeń jak i liczby dni z przekroczeniami w porównaniu do roku 2021. W 2022 wystąpiły bardziej korzystne warunki meteorologiczne dla rozpraszania zanieczyszczeń powietrza na obszarze Miasta Płocka.

Stężenia substancji gazowych i pyłowych, badane metodą referencyjną dla całego okresu badań wykazały, że:

- najwyższe wartości stężeń w okresie badawczym zostały osiągnięte w przypadku toluenu, gdzie zanotowano 19 razy stężenia jednogodzinne wyższe od wartości odniesienia oraz benzenu, gdzie zanotowano 2 razy stężenia jednogodzinne wyższe od wartości odniesienia, których przyczyną była przede wszystkim niekorzystna sytuacja meteorologiczna powodująca brak rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze,
- nie zaobserwowano żadnych przekroczeń stężeń 1 h ditlenku siarki oraz przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego na stacji przy ulicy Łukasiewicza, natomiast warto zwrócić uwagę, że wystąpiły wysokie poziomy 1h  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  przez 6h osiągając stężenia od 88,1 do 94,8% wartości dopuszczalnej,
- wartości stężeń średniorocznych dla substancji nie zostały przekroczone zarówno dla zanieczyszczeń gazowych jak i pyłowych,
- liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej pyłu  $\text{PM}_{10}$  wyniosła w 2022 roku 17 przy dopuszczalnych 35 dniach, liczba dni z przekroczeniami dla 8h wartości ozonu wyniosła 22 dni na stacji przy ulicy Łukasiewicza przy dopuszczalnych 25 dniach,
- pomiary wykazały, że w obszarach zabudowy jednorodzinnej w rejonie Radziwia oraz Borowiczek w sezonie grzewczym występują niekorzystne warunki pod względem jakości powietrza niż w obszarach przemysłowych, handlowo-usługowych oraz w centrum miasta.
- pomiary wykazały, że w obszarach zabudowy jednorodzinnej w rejonie obu brzegów Wisły, w sezonie letnim występują znacznie korzystniejsze warunki pod względem jakości powietrza niż w obszarach przemysłowych, handlowo-usługowych oraz w centrum miasta.

## 10. WNIOSKI

Po pełnym, kolejnym, cyklu 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.

Ocena jakości powietrza po ponad czteroletnim cyklu pomiarowym pozwala stwierdzić wahania stężeń z roku na rok, szczególnie w liczbie rejestrowanych przekroczeń pyłu  $\text{PM}_{10}$ , co wynika ze zmienności warunków meteorologicznych, w szczególności w okresie grzewczym. W roku 2019 i 2021 odnotowano wyższe stężenia oraz większą liczbą

---

przekroczeń pyłu PM10 niż w roku 2020 i 2022 roku. Różnica pomiędzy poszczególnymi latami wynikała ze zróżnicowanych warunków pogodowych w okresie zimowym.

Obniżenie poziomu stężeń jest wynikiem prowadzonych działań przez Miasto ograniczających emisję m.in. w zakresie finansowania (dotacji) do likwidacji pieców węglowych oraz innych działań wynikających z programu ochrony powietrza oraz uchwały antysmogowej, a także sprzyjających warunków pogodowych w wybranych latach.

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

Czteroletni, pełny cykl pomiarowy upoważnia do stwierdzenia, że wpływ emisji z instalacji PKN ORLEN na Miasto zaznacza się przy wiatrach z północnego sektora. Stwierdzenie to ma odniesienie do ditlenku siarki oraz zanieczyszczeń specyficznych (benzen, toluen).

Podwyższone stężenia lub przekraczające chwilowe wartości odniesienia tych substancji są rejestrowane przez mieszkańców jako uciążliwość zapachowa.

W rozumieniu oceny jakości powietrza, po ponad czteroletnim cyklu pomiarowym można stwierdzić występowanie coroczne epizodów wysokich stężeń ditlenku siarki oraz zanieczyszczeń specyficznych (benzen, toluen) oraz pyłu PM10.

Można się pokusić o stwierdzenie, że radykalna poprawa jakości powietrza w Płocku możliwa będzie przede wszystkim dzięki likwidacji pieców węglowych, ograniczaniu emisji komunikacyjnej. Nie bez znaczenia będą również realizowane przez PKN ORLEN i planowane do realizacji w przyszłości zadania inwestycyjne, szczególnie w zakresie redukcji ditlenku siarki (np. TGTU - Tail Gas Treatment Unit\*).

\* TGTU - jednostka przetwarzająca gazy poprocesowe z jednostek Clausa w PKN ORLEN S.A., której celem będzie zmniejszenie związków siarki).