

**Raport końcowy z pomiarów
zanieczyszczeń powietrza w Płocku
w okresie
01.01.2021r. - 31.12. 2021r.**



Raport przygotował zespół:

dr Michalina Bielawska
mgr Michał Sarafin
mgr Tomasz Kołakowski

Gdańsk, marzec 2022 r.

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	7
1.1	Podstawa formalna	9
2.	WYNIKI POMIARÓW ZANIECZYSZCZEŃ	9
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 2021 r	13
2.2.4	Ditelnek siarki	16
2.2.5	Ditelnek azotu	18
2.2.6	Tlenki azotu	18
2.2.7	Pył PM10	19
2.2.8	Pył PM2.5	21
2.2.9	Ozon	22
2.2.10	Tlenek węgla	24
2.2.11	Benzen, toluen, ksyleny	24
2.2.12	Siarkowodór	26
2.2.13	Podsumowanie wyników pomiarów ciągłych	27
2.2.14	<i>Pomiary wskaźnikowe zanieczyszczenia gazowe</i>	28
2.2.15	<i>Pomiary wskaźnikowe pilotażowe w okresie 1.12.2021-28.02.2022</i>	29
3.	Przestrzenny rozkład stężeń zanieczyszczeń	32
4.	Porównanie wyników pomiarów z serii pomiarowych 2018 -2021	40
5.	WYNIKI POMIARÓW METEOROLOGICZNYCH	43
6.	OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W PŁOCKU w OKRESIE POMIAROWYM	46
7.	Analiza epizodów	47
8.	UDOSTĘPNIANIE INFORMACJI O JAKOŚCI POWIETRZA	52
9.	PODSUMOWANIE	55
10.	WNIOSKI	56

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 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 PM_{10} w okresie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	19
Rysunek 10. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu 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 δ_h (kroczące) ozonu w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	22
Rysunek 13. Maksymalne stężenia δ_h (kroczące) ozonu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w całym roku.	22
Rysunek 14. Maksymalne stężenia jednogodzinne benzenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	24
Rysunek 15. Maksymalne stężenia jednogodzinne toluenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	25
Rysunek 16. Maksymalne stężenia jednogodzinne sumy ksilenów [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	25
Rysunek 17. Maksymalne stężenia jednogodzinne siarkowodoru [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	26
Rysunek 18. Mapa rozmieszczenia stacji i stanowisk pomiarowych w Płocku.	31
Rysunek 19. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu PM_{10} -okres grzewczy.	32
Rysunek 20. Przestrzenny rozkład pyłu PM_{10} -okres letni.	33
Rysunek 21. Przestrzenny rozkład pyłu PM_{10} -rok.	34
Rysunek 22. Przestrzenny rozkład pyłu $\text{PM}_{2,5}$ -okres grzewczy.	36
Rysunek 23. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ -okres letni.	37
Rysunek 24. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ -rok.	38
Rysunek 25. Porównanie stężeń 24 pyłu PM_{10} w IV kwartale w latach 2018, 2019, 2020 oraz 2021r.	39
Rysunek 26. Róże wiatrów w IV kwartale w latach 2018, 2019 i 2020 oraz 2021.	39
Rysunek 27. Stężenia średniodobowe pyłu PM_{10} w roku 2020.	40
Rysunek 28. Średniodobowe stężenia pyłu PM_{10} w roku 2021.	40
Rysunek 29. Róże wiatrów w Płocku (warunki lokalne –stacja ul. Łukasiewicza) w 2020 i 2021 roku.	41
Rysunek 30. Zmienność prędkości wiatru i temperatury w 2021 roku.	43
Rysunek 31. Roczne róże wiatrów w 2020 i 2021 roku.	44
Rysunek 32. Miesięczne róże wiatrów w roku 2021.	44
Rysunek 33. Stężenia ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w dniach 30 maja 2021 r.	48
Rysunek 34. Warunki meteorologiczne podczas epizodu w dniach 30 maja 2021 r.	48
Rysunek 35. Stężenia benzenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w dniach 2-3 września 2021 r.	49
Rysunek 36. Warunki meteorologiczne podczas epizodu w dniach 2-3 września 2021r.	49
Rysunek 37. Przebieg zmian stężeń toluenu w dniach wystąpienia epizodu 24-25 lipiec 2021 roku.	50
Rysunek 38. Warunki meteorologiczne w dniach wystąpienia epizodu 24-25 lipiec 2021 roku.	50
Rysunek 39. Wyniki pomiarów ze stacji przy ulicy Łukasiewicza.	52
Rysunek 40. 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 2021 r. po weryfikacji rocznej.....	14
Tabela 4. Stężenia zanieczyszczeń średniookresowe i średnioroczne.....	15
Tabela 5. Maksymalne wartości stężeń zanieczyszczeń i liczba przekroczeń.....	16
Tabela 6. Zestawienie wyników średniorocznych z odniesieniem do wartości dopuszczalnych.....	27
Tabela 7. Zestawienie wyników pomrów wskaźnikowych zanieczyszczeń gazowych.....	30
Tabela 8. Zestawienie wyników SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , oraz CO pomiarów pilotażowych.....	31
Tabela 9. Zestawienie wyników pyłu PM ₁₀ oraz PM _{2,5} pomiarów pilotażowych.....	32
Tabela 10. Zestawienie wyników pyłu PM ₁₀ oraz PM _{2,5} pomiarów pilotażowych.....	32
Tabela 11. Zestawienie wielkości i częstości występowania wartości ponadnormatywnych	43
Tabela 12. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w 2021 roku.....	44
Tabela 13. Średnie i maksymalne parametry w miesiącach pomiarowych w 2021 roku.....	45
Tabela 14. Ocena jakości powietrza w roku 2021 na podstawie wartości stężeń średniorocznych.....	47
Tabela 15. Zestawienie epizodów w 2021 roku.....	48

Streszczenie w języku niespecjalistycznym

Pomiary w roku 2021 wykonano w pełnym, rocznym cyklu badawczym, zgodnie z wszystkimi wymaganiami dla pomiarów automatycznych.

Uzupełnienie pomiarów pyłów PM₁₀ i PM_{2,5}, 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 PM₁₀, 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/m³ zanotowano przez sześć godzin w ciągu roku (3 czerwca - 2h, 16 czerwca - 1h, 24 lipca - 2h, 5 września - 1h). Dla benzenu jednogodzinna wartość odniesienia wynosząca 30 µg/m³ została przekroczona dwa razy w ciągu roku (16 lipiec, 2 września).
5. W 2021 roku odnotowano 7 przekroczeń dopuszczalnej wartości stężeń 1h ditlenku siarki przy dopuszczalnej częstotliwości 24 godziny w ciągu roku oraz odnotowano 2 przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego tej substancji przy dopuszczalnej częstotliwości 3 razy w ciągu roku.
6. W roku 2021 normy jakości powietrza były dotrzymane dla większości zanieczyszczeń, wyjątek stanowi pył PM_{2,5}, gdzie została przekroczona poziom dopuszczalny średnioroczny. Od 2020 roku norma została obniżona z 25 do 20 µg/m³.
7. Liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej pyłu PM₁₀ na stacji przy ulicy Łukasiewicza wyniosła w roku 24 dni przy dopuszczalnej 35 dni w roku.
8. Liczba dni z przekroczeniami dla 8h wartości ozonu wyniosła 14 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

W roku 2018 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 zgodnie 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 2020-2021 kontynuowano pomiary w tej samej lokalizacji.

Dodatkowo na terenie miasta zainstalowane są mierniki niskokosztowe do pomiaru zanieczyszczeń pyłowych.

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 2021 r. do 31.12.2021 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 2021 r. do 31.12.2021 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 2021 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 AB1057 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 rocznym i zwalidowane.

Załącznikiem do niniejszego raportu jest baza danych wyników zestawiona w arkuszach excelowych w pliku BAZA_DANYCH PŁOCK 2021.

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 8 stanowiskach wskaźnikowych na obszarze Płocka. Dodatkowo w okresie od 1.12.2021 – 28.02.2022 prowadzone były, za pomocą mierników niskokosztowych, pomiary pyłu ($PM_{2.5}$ i PM_{10}), NO-NO₂-NO_x, SO₂, CO, O₃, 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 dodatkowo uzupełniono o pomiary z poza Płocka z miejscowości Biała.

Tabela 1. Stacje i stanowiska pomiarów w Płocku.

Płock ul. Królowej Jadwigi (stacja obsługiwana przez PKN ORLEN S.A)				
Substancja mierzona	Wzór	Pomiar		Właściciel/operator
benzen	C ₆ H ₆	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/ GIOŚ
tlenek azotu	NO	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/GIOŚ
dwutlenek azotu	NO ₂	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/GIOŚ
tlenki azotu	NO _x	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/GIOŚ
dwutlenek siarki	SO ₂	1-godzinny	automatyczny	ORLEN S.A/GIOŚ
benzo(a)piren w PM ₁₀	BaP (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
arsen w PM ₁₀	As (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
kadm w PM ₁₀	Cd (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
nikiel w PM ₁₀	Ni (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
ołów w PM ₁₀	Pb (PM10)	24-godzinny	manualny	GIOŚ
pył zawieszony PM ₁₀	PM ₁₀	24-godzinny	manualny	GIOŚ
pył zawieszony PM _{2.5}	PM _{2.5}	24-godzinny	manualny	GIOŚ
Płock ul. Reja (stacja obsługiwana przez GIOŚ)				
benzen	C ₆ H ₆	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
tlenek azotu	NO	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek azotu	NO ₂	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
tlenki azotu	NO _x	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek siarki	SO ₂	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
ozon	O ₃	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM ₁₀	PM ₁₀	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM _{2.5}	PM _{2.5}	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ

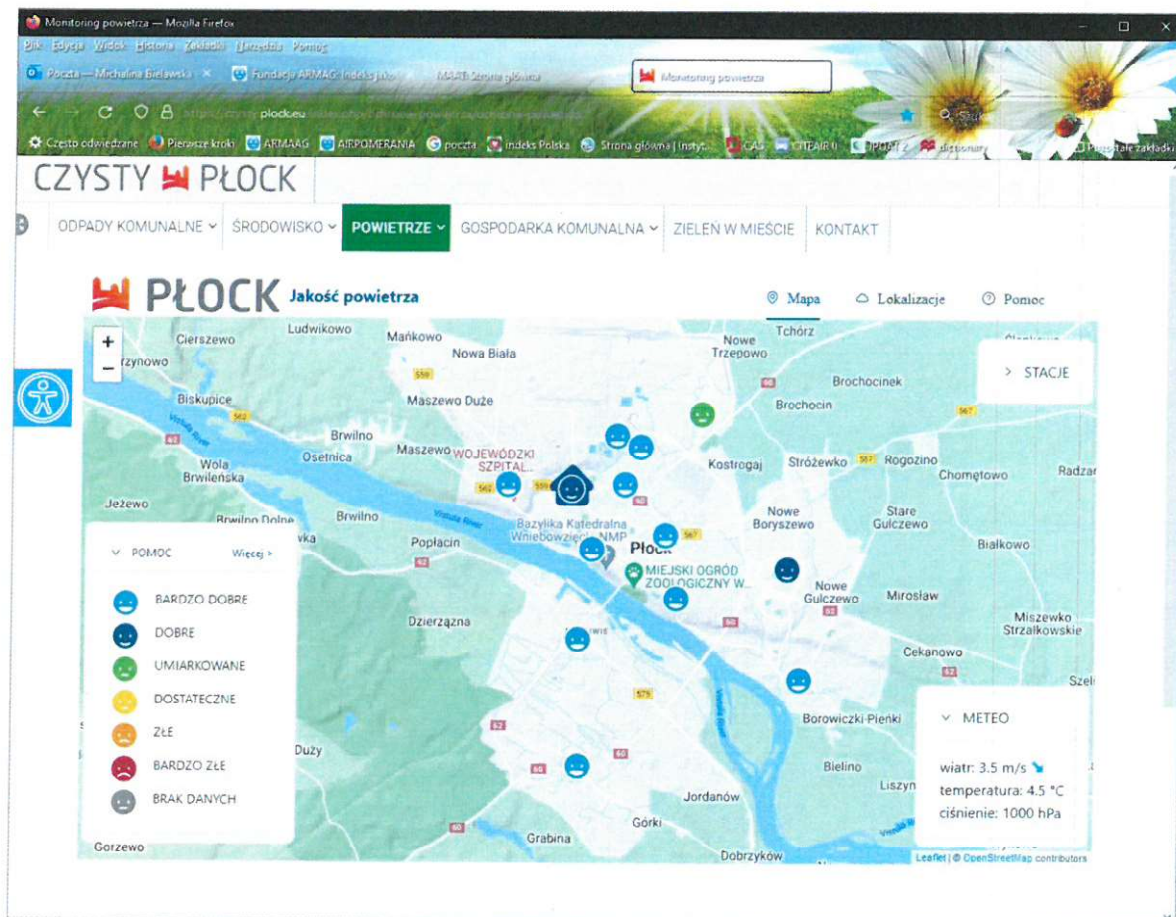
Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.

tlenek węgla	CO	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
Biała, ul. Kmicica (stacja obsługiwana przez GIOŚ)				
benzen	C ₆ H ₆	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
dwutlenek siarki	SO ₂	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
pył zawieszony PM ₁₀	PM ₁₀	1-godzinny	automatyczny	GIOŚ
Płock ul. Łukasiewicza (obsługiwana przez ARMAG)				
benzen	C ₆ H ₆	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenek azotu	NO	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
dwutlenek azotu	NO ₂	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenki azotu	NO _x	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
dwutlenek siarki	SO ₂	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
ozon	O ₃	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
pył zawieszony PM ₁₀	PM ₁₀	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
pył zawieszony PM _{2,5}	PM _{2,5}	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
tlenek węgla	CO	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
toluen	C ₇ H ₈	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
ksyleny	C ₈ H ₁₀	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
siarkowodór	H ₂ S	1-godzinny	automatyczny	Fundacja ARMAG
Pomiary wskaźnikowe TETABIT sp. z o. o				
Pył zawieszony SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła podstawowa nr 13 ul. Sierpecka 15	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła podstawowa nr 13 ul. Generała Tadeusza Kutrzeby 2A	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Orlik Zamenhofa ul. Zamenhofa 11	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Urząd Miasta Płocka ul. Zduńska 7	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła podstawowa nr 24 ul. Słoneczna 65	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła podstawowa nr 5 ul. Krakówka 4	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła podstawowa nr 20 ul. Korczaka 10	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Miejskie przedszkole nr 2 ul. Ciechomska 68	1-godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	Szkoła Podstawowa nr 21 ul. Chopina 62	1-godzinny	automatyczny	TETABIT

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.

Pył zawieszony SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}	Izba Wyrzeźwień ul. Medyczna 1	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	ul. Długa 12 (rondo)	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	osiedle Kostrogaj Przemysłowa 35	1 -godzinny	automatyczny	Miasto Płock/TETABIT
Pył zawieszony PM ₁₀ i PM _{2,5}	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 niedyspersyjnej 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_{10} , 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_{10} i $PM_{2,5}$ metodą wskaźnikową

Pomiary wskaźnikowe PM_{10} i $PM_{2,5}$ wykonywane były metodą pomiaru laserowego przy zastosowaniu mierników typu DUSTBoxPro. W roku 2021 pełny, roczny cykl pomiarowy został zrealizowany na 8 stanowiskach. Dodatkowo w okresie od 1.12.2021 do 28.02.2022 prowadzone były pomiary, za pomocą mierników niskokosztowych w 3 lokalizacjach:

ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35 (osiedle Kostrogaj).



Rysunek 4. Wskaźnikowy miernik pyłu.

2.2.3 Wyniki pomiarów w Płocku styczeń - grudzień 2021 r.

Informacje przedstawione w tym rozdziale obejmują wyniki:

- pomiarów referencyjnych i ekwiwalentnych,
- pomiarów wskaźnikowych pyłu PM_{10} , SO_2 , NO_2

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 powietrzu¹
- b Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu²,
- c Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu zakresu i sposobu przekazywania informacji dot. zanieczyszczenia powietrza³,
- d Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu⁴

¹ Rozp. MŚ z dnia 17 grudnia 2020 r. Dz. U.2020 poz. 2279

² Rozp. MŚ z dnia 24 sierpnia 2012 r. Dz. U.2012 poz.1031

³ Rozp. MŚ z dnia 11 grudnia 2020 r. Dz. U.2020 poz.2221

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

Poziomy dopuszczalne i wartości odniesienia dla mierzonych substancji przedstawiono w tabeli 2 (podstawa Rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. Nr 0/2012 poz.1031, Dz. U. 2010 Nr 16 z dnia 26 stycznia 2010 r. poz.87).

Tabela 2. Poziomy dopuszczalne i wartości stężeń odniesienia.

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 SO_2	350	24	-	-	125	3	20 ⁵
Dwutlenek azotu NO_2	200	18	-	-	-	-	40
Pył zawieszony PM_{10}	-	-	-	-	50	35	40
Pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$	-	-	-	-	-	-	25
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 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- 31.12.2021. Metoda pomiaru wskaźnikowego opracowana jest dla pyłu, ditlenku siarki i azotu Ilość ważnych danych

w odniesieniu do rocznego okresu pomiarowego od 01.01 do 31.12.2021r. po zweryfikowaniu rocznych serii przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Ilość ważnych danych [%] w 2021 r. po weryfikacji rocznej.

Substancja	Sezon grzewczy		Sezon letni		Rok		Stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni	
SO_2	99,9	99,9	97,9	97,9	98,9	98,9	1,0	1,0
NO	99,6	99,6	97,9	97,9	98,8	98,8	1,0	1,0
NO_2	99,6	99,6	97,9	97,9	98,8	98,8	1,0	1,0
NO_x	99,6	99,6	97,9	97,9	98,8	98,8	1,0	1,0
Ozon	99,9	99,9	78,0	78,0	89,0	89,0	1,3	1,3
CO	99,8	99,8	97,8	97,8	98,8	98,8	1,0	1,0
PM_{10}	99,9	99,9	95,1	99,2	97,5	99,7	1,0	1,0
$\text{PM}_{2,5}$	99,9	99,5	95,1	99,2	97,5	99,7	1,0	1,0
benzen	95,9	95,9	93,9	93,9	94,9	94,9	1,0	1,0
toluen	95,9	95,9	93,9	93,9	94,9	94,9	1,0	1,0
ksyleny	95,9	95,9	93,9	93,9	94,9	94,9	1,0	1,0
H_2S	99,9	99,9	98,0	98,0	98,9	98,9	1,0	1,0
Minimalna wymagana ilość ważnych danych	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	<2,0	<2,0

⁵ W odniesieniu do ochrony roślin

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

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 ₂	5,6		6,6		6,1		20 ⁶
NO	3,8		1,8		2,8		-
NO ₂	14,3		9,4		11,9		40
NO _x	20,2		12,2		16,2		30 ⁷
PM ₁₀	30,7	32,5	16,4	21,4	23,7	26,9	40
PM _{2,5}	28,4	27,7	12,0	19,4	20,4	23,5	20
benzen	2,0		1,1		1,5		5
toluen	2,0		3,3		2,6		10 ⁸
ksyleny	0,8		1,2		1,0		10 ⁹
H ₂ S	3,1		3,1		3,1		5 ⁹

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

Wartości ponadnormatywne wyróżniono kolorem czerwonym.

Dla mierników wskaźnikowych PM₁₀/PM_{2,5} 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.

⁶ W odniesieniu do roślin

⁷ W odniesieniu do roślin

⁸ Wartość odniesienia

⁹ Wartość odniesienia

Tabela 5. Maksymalne wartości stężeń zanieczyszczeń i liczba przekroczeń.

Zanieczyszczenie	Stężenia [µg/m³]								Liczba przekroczeń wartości kryterialnej roku	
	max. 1 h				max. 24 h lub 8h					
	sezon grzewczy		sezon letni		sezon grzewczy		sezon letni			
SO ₂	332,9		511,8		71,2		155,2		7^	
NO ₂	79,6		69,3		-		-		0	
Ozon	114,7		152,6		97,7		138,4		***	
CO	2617,1		1343,9		1548,5		1063,8		0	
PM ₁₀	374,5	399,6	160,1	309,8	103,0	101,7	39,9	56,1	24	22
PM _{2,5}	358,1	102,2	107,3	86,2	102,1	74,7	33,2	47,2	-	
benzen	22,5		42,4		-		-		2^	
toluen	99,6		116,1		-		-		6^	
ksyleny	53,1		72,2		-		-		0^	
H ₂ S	4,3		4,3		-		-		0^	

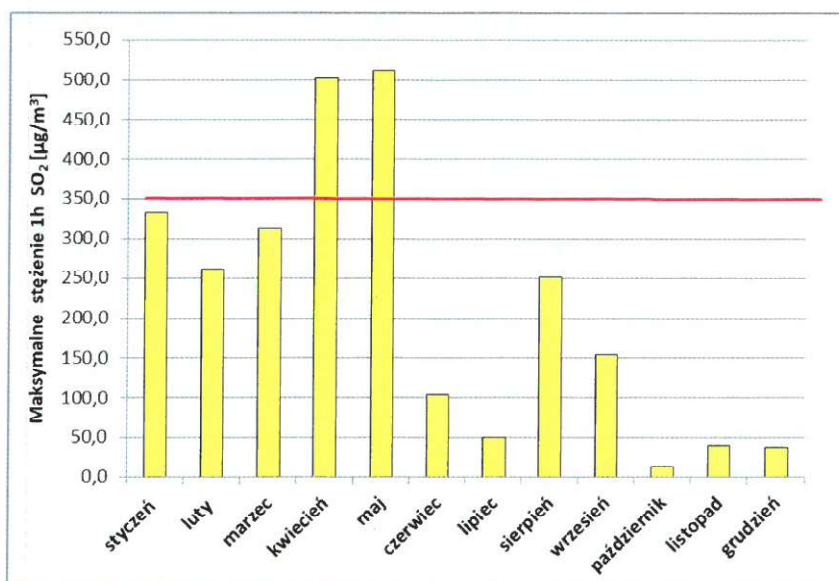
[^] dot. przekroczeń 1 h; *** dot. przekroczeń 8h, w komórkach podświetlonych dane dla pomiarów wskaźnikowych

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

2.2.4 Dytlenek siarki

W 2021 roku odnotowano 7 przekroczeń dopuszczalnej wartości stężeń 1h (chwilowych) przy dopuszczalnej częstości 24 godziny w ciągu roku.

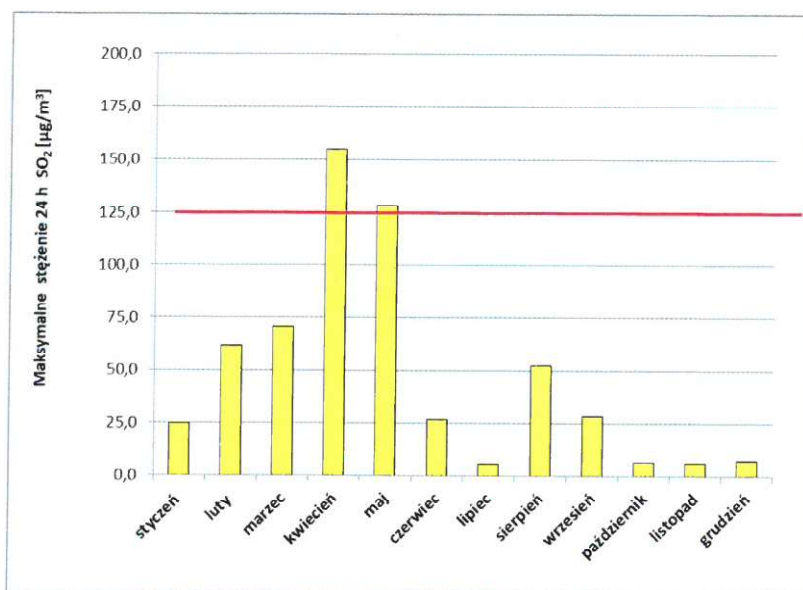
Maksymalne stężenie ditlenku siarki $S_{1h} = 511,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (146% $D_{1h} = 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowane na stacji przy ulicy Łukasiewicza wystąpiło w sezonie letnim 30 maja o godzinie 08:00 przy temperaturze 11,4°C, prędkości wiatru 2,1 m/s z kierunku północnego oraz ciśnieniu 1011,2 hPa.



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

W 2021 roku na stacji przy ulicy Łukasiewicza odnotowano 2 przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego ditlenku siarki ze względu na ochronę zdrowia przy dopuszczalnej częstości 3 razy w ciągu roku. Maksymalne stężenie wystąpiło 16 kwietnia i wyniosło $155,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (124% wartości dopuszczalnej $D_{24\text{h}} = 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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



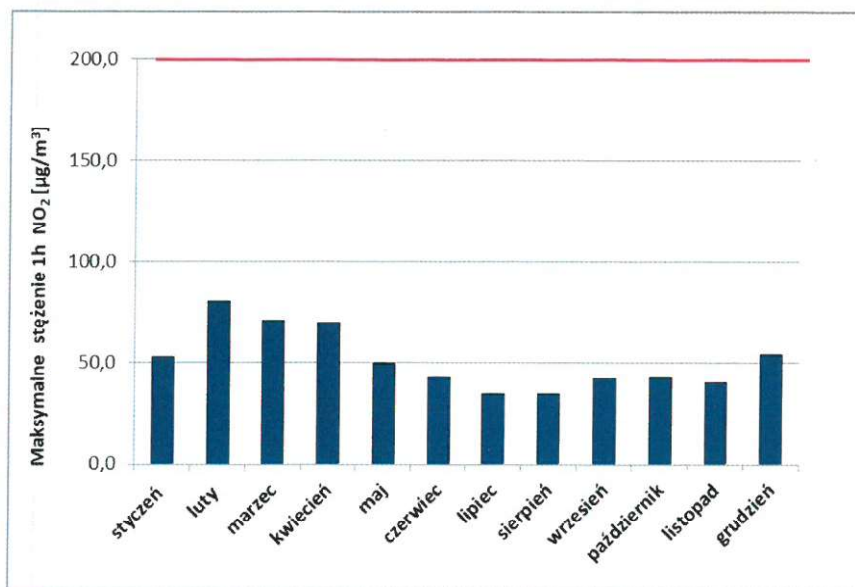
Rysunek 6. Maksymalne stężenia dobowe ditlenku siarki.

2.2.5 Ditlenek azotu

Dla ditlenku azotu określone są **poziomy dopuszczalne dla czasów uśredniania 1h = $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$** z dopuszczalną częstością przekraczania poziomu w ciągu roku **18 godzin i stężenie średnioroczne = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .

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

Stężenie maksymalne na stacji przy ulicy Łukasiewicza wystąpiło w dniu 22 lutego o godzinie 19:00 przy temperaturze $3,5^\circ\text{C}$, wietrze o prędkości $5,0 \text{ m/s}$ z kierunku NNW i wyniosło $79,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tj. 39,8% wartości dopuszczalnej ($D_{1\text{h}} = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



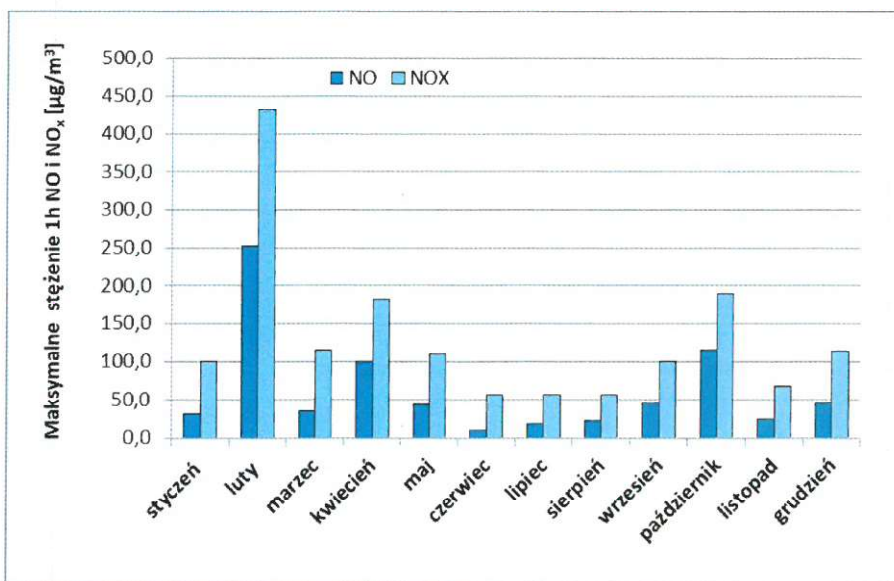
Rysunek 7. Maksymalne stężenia jednogodzinne NO₂ [µg/m³].

Średnioroczne stężenie ditlenku azotu wyniosło 11,9 µg/m³. Stanowi to 29,7% wartości dopuszczalnej ($D_a = 40 \mu\text{g/m}^3$).

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** ($D_a = 30 \mu\text{g/m}^3$).

Poziom NO_x w roku 2021 na podstawie pomiarów referencyjnych wyniósł 16,2 µg/m³ co stanowi 54,1 % wartości dopuszczalnej. Wpływ sumy tlenków azotu na człowieka odnoszony jest wyłącznie do stężeń ditlenku i tlenku azotu.



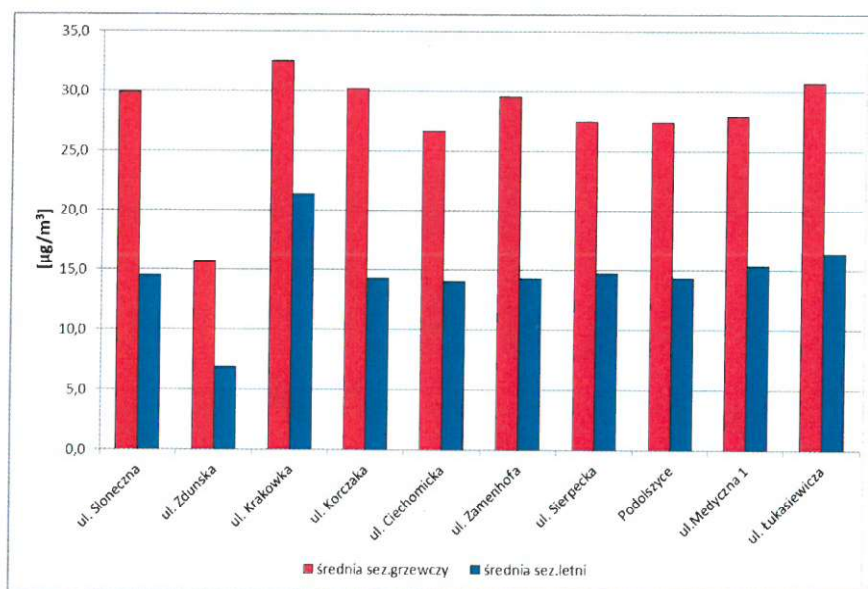
Rysunek 8. Maksymalne stężenia jednogodzinne ditlenku i tlenków azotu [µg/m³].

Na rysunku 10 pokazano maksymalne stężenia jednogodzinne tlenków i ditlenku azotu zmierzone na stacji przy ulicy Łukasiewicza.

2.2.7 Pył PM₁₀

Pył PM₁₀ uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki (PM₁₀ 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: SO₂, NO_x, NH₃ oraz lotnych związków organicznych¹⁰.

Wartości stężeń średniokresowych przedstawiono w tabelach 4 i 5. Na rysunkach 11 i 12 pokazano wartości stężeń średniomiesięcznych w okresie grzewczym i letnim. Poziomy dopuszczalne dla pyłu PM₁₀, określone ze względu na ochronę zdrowia odnoszą się do okresu doby i roku. Tolerowana częstość przekroczeń dopuszczalnej wartości średniodobowej =50 µg/m³ wynosi 35 dni w roku.



Rysunek 9. Średniokresowe stężenia pyłu PM₁₀ w okresie grzewczym i letnim [µg/m³].

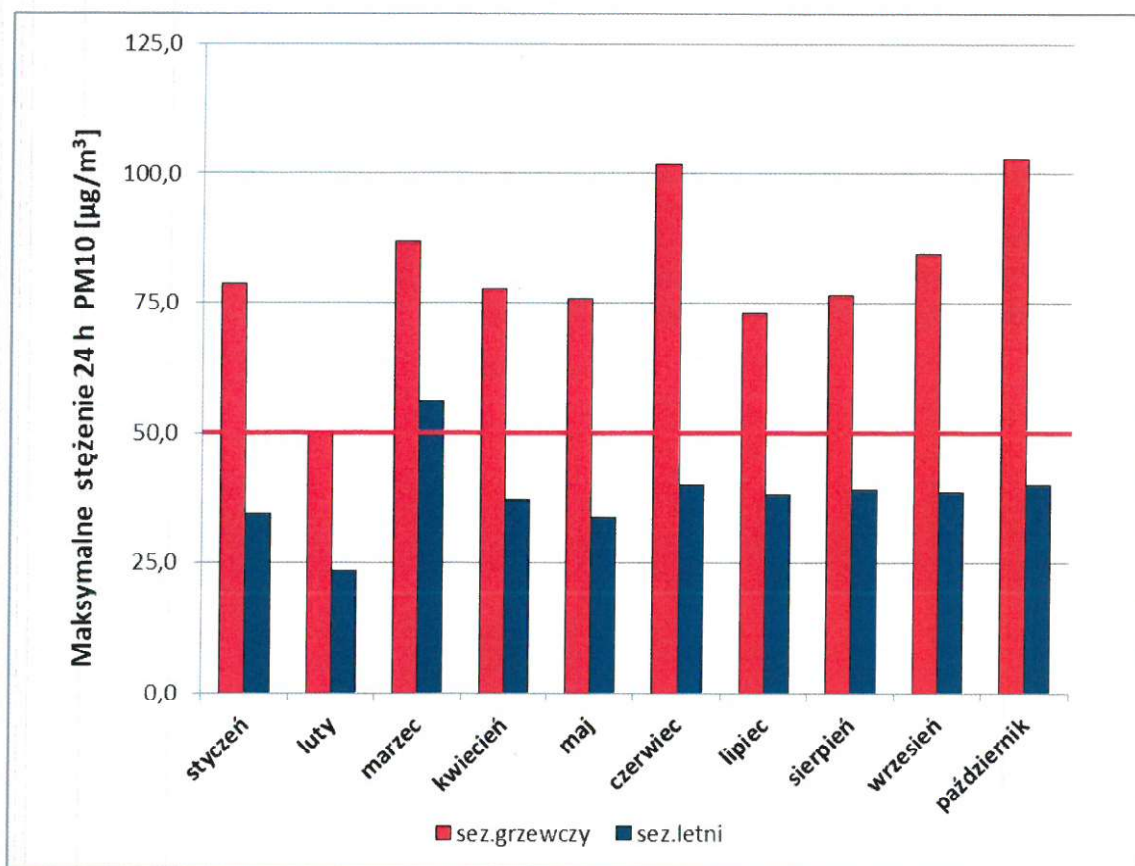
Wartość średnioroczna z pomiarów na stacji referencyjnej (ulica Łukasiewicza) wyniosła 23,7 µg/m³ (59,3% wartości dopuszczalnej D_a=40 µg/m³) i wyższa wartość =26,9 µg/m³ odnotowana została na stanowisku pomiarów wskaźnikowych przy ulicy Krakowska. W roku 2021 odnotowano przekroczenia norm średniodobowych dla pyłu PM₁₀ zarówno na stacji referencyjnej jak i stanowiskach pomiarów wskaźnikowych.

Maksymalne stężenie średniodobowe na stacji referencyjnej (ulica Łukasiewicza) wystąpiło w sezonie grzewczym osiągając wartość 103,0 µg/m³, a na stanowisku wskaźnikowym 101,7 µg/m³ przy ul. Korczaka.

¹⁰ Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001. Warszawa 2003

W sezonie letnim stężenia wynosiły odpowiednio: 39,9 (stacja referencyjna) i 56,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ z pomiarów wskaźnikowych przy ul. Krakówka.

Łączna liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej = równej 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wyniosła 24 dla stacji referencyjnej i 22 na stanowiskach przy ulicy Krakówka i Słonecznej 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 103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło 18 stycznia przy bardzo niskiej średniej dobowej prędkości wiatru = 1,2 m/s z kierunku wschodniego (stacja przy ul. Łukasiewicza). Wyniki pomiarów wskaźnikowych wykazały maksymalną wartość stężenia średniodobowego = 101,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku przy ulicy Zamenhoffa również w dniu 18 stycznia.

2.2.8 Pył $\text{PM}_{2,5}$

Pył $\text{PM}_{2,5}$ 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 $\text{PM}_{2,5}$ w znacznym stopniu wpływa na wzrost liczby zachorowań na choroby układu oddechowego oraz krążenia. Pył $\text{PM}_{2,5}$ 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.

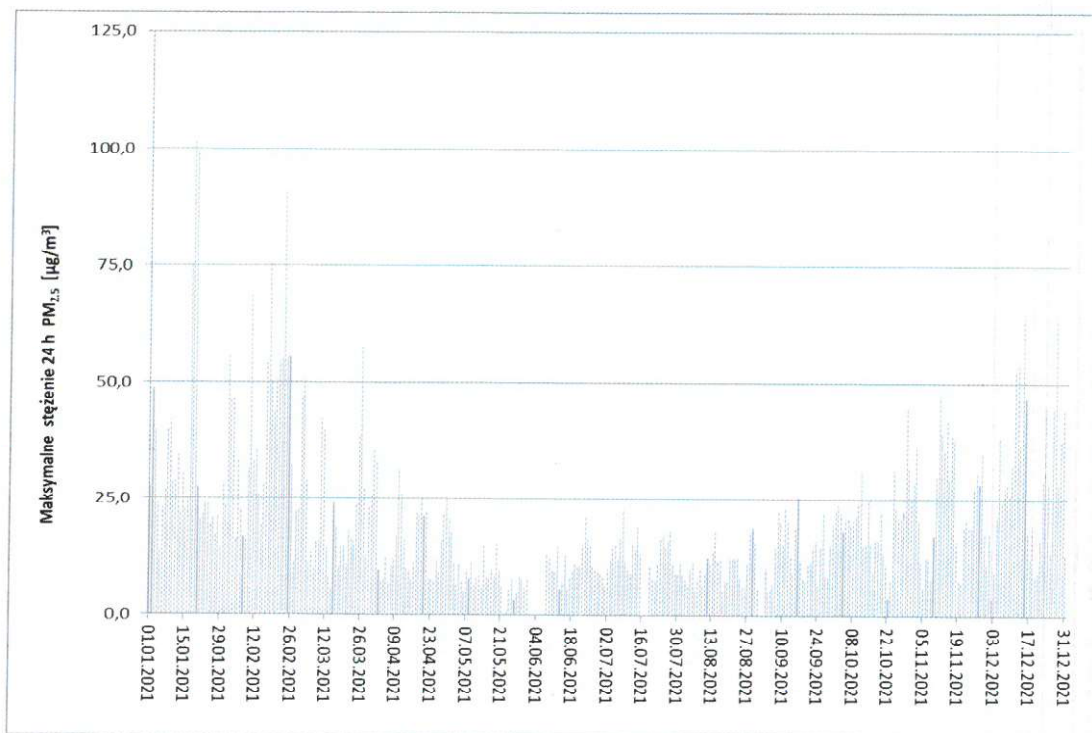
Maksymalna wartość średniodobowa pyłu $PM_{2,5}$ mierzona metodą ekwiwalentną wyniosła w sezonie grzewczym $102,1 \mu g/m^3$, w sezonie letnim $33,2 \mu g/m^3$.

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

Wartość ta była nieznacznie przekroczona dla metody ekwiwalentnej ($20,4 \mu g/m^3$) jak i dla metody wskaźnikowej ($23,5 \mu g/m^3$).

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 $PM_{2,5} [\mu g/m^3]$ 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 = $120 \mu g/m^3$.

W sezonie letnim wystąpiło łącznie 14 dni z przekroczeniami. Przekroczenia poziomu docelowego stężenia ozonu odnotowano w następujących dniach:

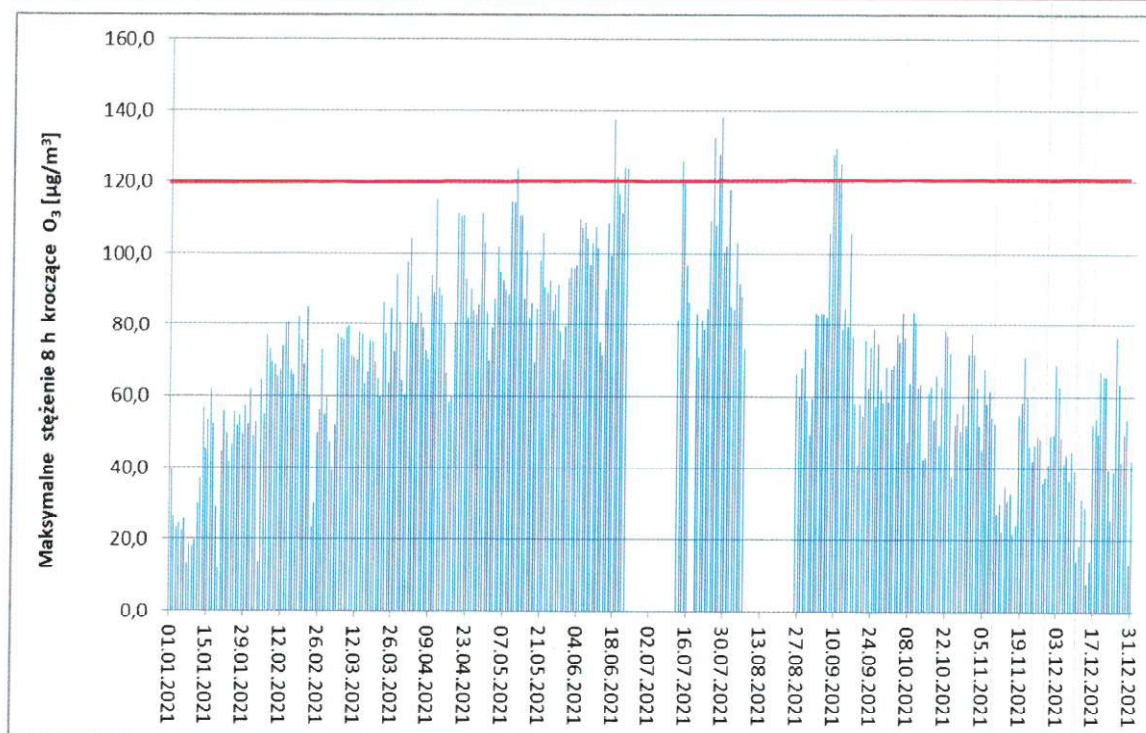
- maj 11
- czerwiec 17, 18, 21, 22
- lipiec 13, 14, 25, 27, 28
- wrzesień 8, 9, 10, 11

Łączna liczba dni z przekroczeniami wyniosła 14 dni przy dopuszczalnej 25. Maksymalne stężenie 8-godzinne $S_{\max 8h} = 138,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu lipca. W tym samym dniu maksymalne stężenie 1 h osiągnęło wartość $=152,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o godzinie 14 przy temperaturze $30,6^\circ\text{C}$ i wilgotności $40,9\%$. 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 $S_{\text{max}8\text{h}} = 1548,5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 23 lutego, co stanowi 15,5% poziomu dopuszczalnego.

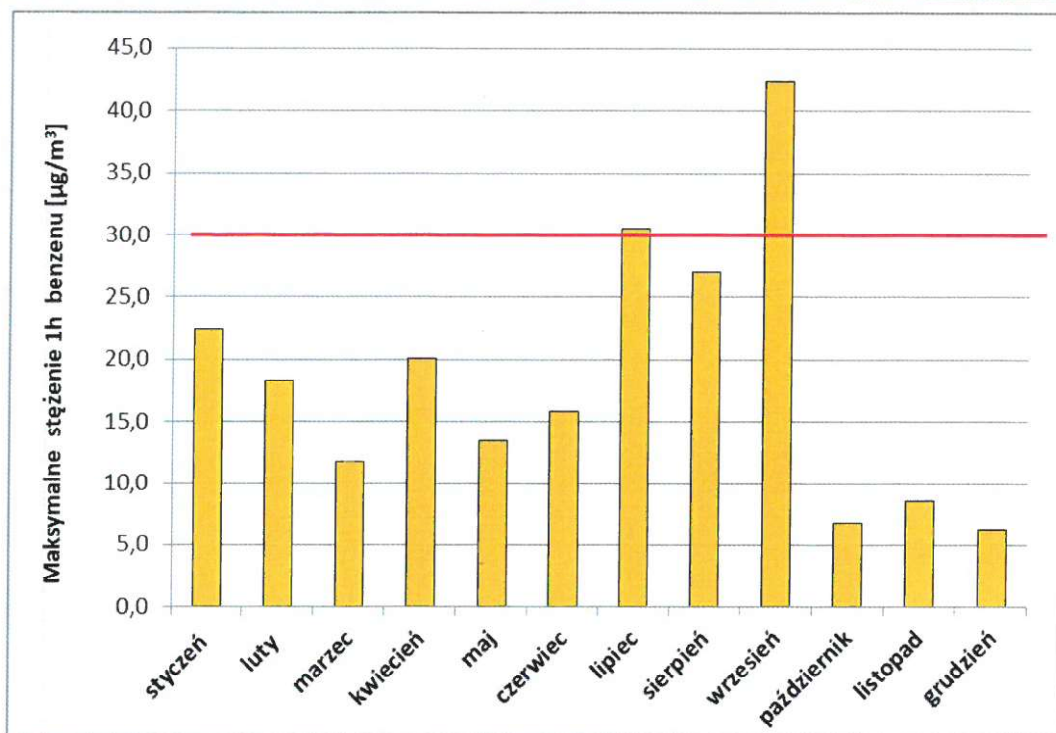
W tym samy dniu maksymalne stężenie 1 h osiągnęło wartość = $2617,1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ o godzinie 7 przy temperaturze minus $1,6^\circ\text{C}$ i wilgotności 84,6%.

2.2.11 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 (IARC). W przypadku toluenu oraz ksylenu IARC 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, ksylenu (suma izomerów).



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

Maksymalna wartość 1h benzenu wystąpiła 2 września o godzinie 22:00 przy wietrze z kierunku północnego o prędkości 0,3 m/s i wyniosła $42,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wartość odniesienia jednogodzinna dla benzenu = $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ została przekroczona 2 razy w ciągu roku (16 lipca godz. 7:00, 2 września godz. 22:00).

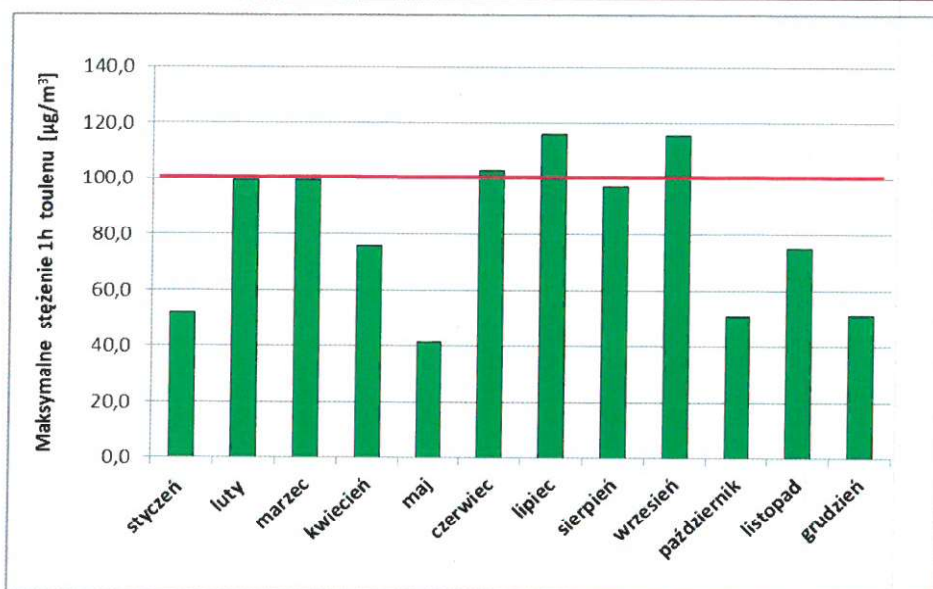
Średnioroczna wartość stężenia benzenu = $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ z pomiarów na stacji przy ulicy Łukasiewicza wynosi 30,9% wartości dopuszczalnej.

Dla toluenu i ksyleny 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.

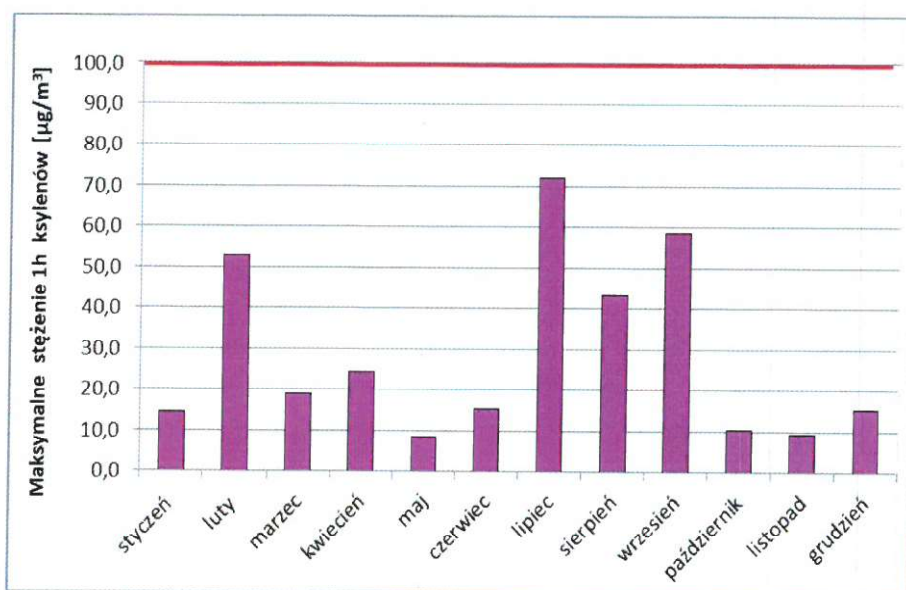
W 2021 roku nie odnotowano przekroczeń wartości odniesienia jednogodzinnych ksylenów natomiast wartości odniesienia toluenu były przekraczane 6 razy w dniach:

- 3 czerwca o godzinie 01:00 i 02:00 wiatr z kierunku wschodniego o prędkość wiatru 0,5 m/s,
- 16 czerwca o godzinie 23:00 wiatr z kierunku północnego o prędkości wiatru 0,2 m/s,
- 17 czerwca o godzinie 00:00 wiatr z kierunku północnego o prędkości wiatru 0,3 m/s,
- 24 lipca o godzinie 03:00 i 05:00 wiatr z kierunku północnego o godz: 03:00 i ze wschodniego o 05:00 o prędkości wiatru. 0,2 m/s,
- 5 września o godzinie 04:00 wiatr z kierunku północnego- wschodniego o prędkości wiatru 0,7 m/s.

Należy podkreślić, że w tych godzinach zawsze występują krytyczne warunki rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze.



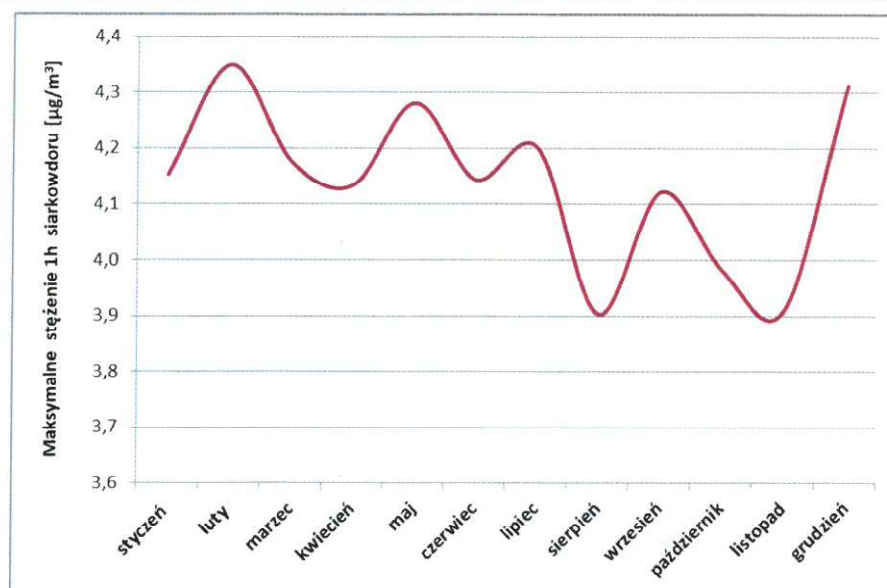
Rysunek 15. Maksymalne stężenia jednogodzinne toluenu [µg/m³].



Rysunek 16. Maksymalne stężenia jednogodzinne sumy ksylenów [µg/m³].

2.2.12 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 = $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowała dwadzieścia trzy razy w różnych warunkach meteorologicznych. Wartość średnioroczna $\approx 3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jest wynikiem emisji siarkowodoru z 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_2	6,1	30,4	20
Dwutlenek azotu NO_2	11,9	29,7	40
Pył zawieszony PM_{10}	23,7/26,2	59,3/67,4	40
Pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$	20,4/23,5	101,9/117,7	20
Siarkowodor	3,1	62,7	5*
Benzen	1,5	30,9	5
Toluen	2,6	26,2	10*
Ksylene	1,0	10,0	10*

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

Wartości stężeń średniorocznych dla poszczególnych zanieczyszczeń stanowią od 11,5% wartości dopuszczalnej dla dwutlenku siarki do 102% wartości dopuszczalnej (wartość pułapu ekspozycji) dla pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w metodzie ekwiwalentnej. Dla substancji specyficznych, charakterystycznych dla lokalnej emisji przemysłowej stężenia średnioroczne osiągają od 10% wartości dopuszczalnej dla ksylenów do 62,7% wartości odniesienia dla siarkowodoru.

Wyniki średniodobowe dla ditlenku siarki wynoszą od 0,8 do 124,2% wartości dopuszczalnej. W 2021 roku na stacji przy ulicy Łukasiewicza odnotowano 2 dwa przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego przy dopuszczalnej częstotliwości 3 razy w ciągu roku.

Stężenia pyłu PM_{10} na stacji referencyjnej wyższe niż dopuszczalna norma $=50 \mu g/m^3$ wystąpiły przez 24 dni nie przekraczając dopuszczalnego limitu $=35$ dni. Również dla pomiarów wskaźnikowych wartości dopuszczalne były dotrzymane. Na jednym stanowisku zanotowano 22 dni ze stężeniami średniodobowymi powyżej $50 \mu g/m^3$.

Dopuszczalne **stężenie jednogodzinne** ditlenku siarki było przekroczone 7 razy przy dopuszczalnej częstotliwości 24 godziny w ciągu roku.

Maksymalne stężenie osiągnęło wartość 146,2% wartości dopuszczalnej $=350 \mu g/m^3$.

Stężenie ditlenku azotu osiągnęło wartość 39,8% poziomu dopuszczalnego $=200 \mu g/m^3$.

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

- siarkowodór 21,7% ($20 \mu g/m^3$)
- benzen 155,6% ($30 \mu g/m^3$)
- toluen 116,1% ($100 \mu g/m^3$)
- ksyleny 72,3% ($100 \mu g/m^3$)

W roku 2021 sześć razy wystąpiła wyższa niż tolerowana wartość odniesienia dla toluenu oraz dwa razy dla benzenu. Maksymalne stężenie osiągnęło poziom odpowiednio 116,1% i 155,6%.

2.2.14 Pomiary wskaźnikowe zanieczyszczeń gazowych

W 2021 roku dodatkowo prowadzono pomiary ditlenku siarki i azotu miernikami wskaźnikowymi w trzech lokalizacjach tj. na ul. Sierpeckiej, ul. Medycznej oraz ul. Kutrzeby. Wyniki przedstawiono poniżej w tabeli.

Nie odnotowano żadnych przekroczeń dla obu substancji w całym roku.

Tabela 7. Zestawienie wyników pomiarów wskaźnikowych zanieczyszczeń gazowych.

parametr	WP12_SO ₂ ul. Sierpecka	WP19_SO ₂ Kutrzeby	WP20_SO ₂ ul. Medyczna	AM051 SO ₂ ul. Łukasiewicza
średnia	5,0	6,2	5,6	6,1
min.	0,1	0,9	0,9	0,7
max.	58,6	49,7	59,6	511,8
% wyników	95,9	99,3	98,9	98,6
parametr	WP12_NO ₂	WP19_NO ₂	WP20_NO ₂	AM 051NO ₂
średnia	14,3	17,1	17,4	11,9
min.	1,2	0,4	1,1	2,0
max.	66,0	65,9	65,6	79,6
% wyników	97,6	99,7	99,7	98,4

*AM051 dotyczy stacji monitoringu automatycznego przy ul. Łukasiewicza

2.2.15 Pomiary wskaźnikowe pilotażowe w okresie 1.12.2021-28.02.2022

W okresie od 1.12.2021 – 28.02.2021 prowadzone były dodatkowo, za pomocą mierników niskokosztowych, pomiary pyłu (PM_{2,5} i PM₁₀), NO- NO₂-NO_x, SO₂, CO, O₃, suma LZO, toluen, trimetyloaminaetanol, propan-butan oraz HCL w 3 lokalizacjach: ul. Długa 12 (rondo), ul. Przemysłowa 35 (osiedle Kostrogaj) oraz w Zespół Szkół Zawodowych przy ul. Narodowych Sił Zbrojnych. Poniżej zestawiono wyniki w tabelach dla wszystkich substancji (tabele nr 8,9,10). Nie odnotowano żadnych przekroczeń w analizowanym kwartale z wyjątkiem przekroczeń dla pyłu PM₁₀, których odnotowano od 10 do 15 dni.

Wyniki ze stacji monitoringu przy ul. Łukasiewicza wykazują epizody wysokich stężeń (benzen, toluen, ditlenek siarki), natomiast mierniki w trzech nowych lokalizacjach podczas kwartalnych pomiarów pilotażowych nie wykazały takich przekroczeń. W związku z tym, można stwierdzić, że stacja ta jest optymalnie zlokalizowana w kontekście identyfikowania epizodów z PKN ORLEN. Ponieważ mierniki przy ul Długiej, Przemysłowej i Narodowych Sił Zbrojnych, pozostaną w tych lokalizacjach do końca 2022 roku, w kolejnym raporcie będzie można ponownie porównywać te wyniki z wynikami ze stacji.

Tabela 8. Zestawienie wyników SO_2 , NO_2 , O_3 , oraz CO pomiarów pilotażowych.

miejsce pomiaru	zanieczyszczenie	% wyników	średnia kwartalna	max.1 kwartalna	min .1 h kwartalna
AM051* ul. Łukasiewicza	dinitlenek siarki	96,0	3,1	200,9	0,4
WP21. Rondo ul. Długa		99,8	1,2	1,6	1,0
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,9	2,2	5,4	1,3
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		86,3	2,7	5,4	1,1
AM051* ul. Łukasiewicza	dinitlenek azotu	96,0	12,9	60,6	1,5
WP21. Rondo ul. Długa		99,5	25,0	82,1	1,9
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,8	19,8	91,3	1,9
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		86,3	23,1	98,0	1,9
AM051* ul. Łukasiewicza	ozon	96,0	49,7	97,4	3,3
WP21. Rondo ul. Długa		99,7	30,6	68,4	0,4
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,8	31,5	77,0	0,4
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		86,2	29,6	85,1	0,4
AM051* ul. Łukasiewicza	tlenek węgla	95,9	431,7	1292,5	228,4
WP21. Rondo ul. Długa		99,8	334,2	726,6	224,4
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,8	352,8	1454,7	207,4
WP23. Muniservis Przemysłowa 35		86,3	368,8	1264,3	229,2

*AM051 dotyczy stacji monitoringu automatycznego przy ul. Łukasiewicza

Tabela 9. Zestawienie wyników pyłu PM10 oraz PM2,5 pomiarów pilotażowych.

miejsce pomiaru	zanieczyszczenie	% wyników	średnia kwartalna	max.24 kwartalna	liczba przekroczeń
051 ul. Łukasiewicza	pył PM10	96,0	23,2	79,7	8,0
WP21. Rondo ul. Długa		99,8	27,2	96,8	15,0
WP22.Zespół Szkół Zawodowych ul. Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,8	26,9	98,4	15,0
WP23. Muniserwis Przemysłowa 35		85,7	25,3	82,9	10,0
051 ul. Łukasiewicza		96,0	21,6	69,0	
WP21. Rondo ul. Długa	pył PM2,5	99,8	22,2	82,0	
WP22.Zespół Szkół Zawodowych ul. Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,8	22,8	88,1	
WP23. Muniserwis ul. Przemysłowa 35		85,7	22,8	73,7	

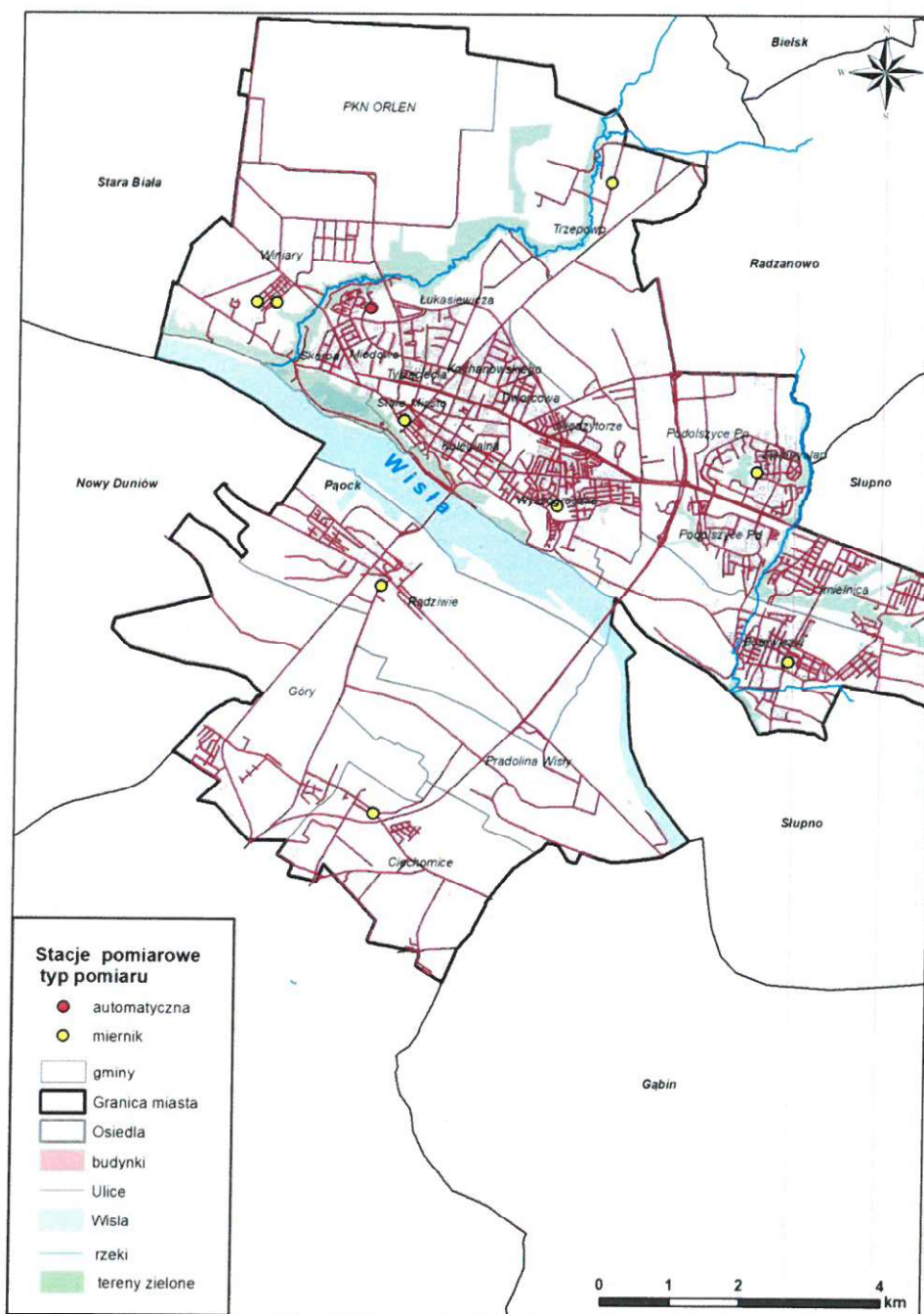
Tabela 10. Zestawienie wyników pyłu PM10 oraz PM2,5 pomiarów pilotażowych.

miejsce pomiaru	zanieczyszczenie	% wyników	średnia kwartalna	max.1 kwartalna	min .1 h kwartalna
	LZO suma	99,8	34,1	56,2	28,5
WP21. Rondo ul. Długa	toluen	99,8	1,6	8,3	0,2
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,3	1,0	2,4	0,4
WP23. Muniserwis Przemysłowa 35		86,4	0,7	9,8	0,3
WP21. Rondo ul. Długa		99,8	1,0	1,4	0,7
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7	trimetyloaminaEtanol	99,8	0,9	1,3	0,7
WP23. Muniserwis Przemysłowa 35		86,4	1,0	2,4	0,8
WP21. Rondo ul. Długa		99,8	176,1	331,0	48,7
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7	propan - butan	99,8	103,0	275,4	1,4
WP23. Muniserwis Przemysłowa 35		86,4	144,1	360,8	17,9
WP22.Zespół Szkół Zawodowych Narodowych Sił Zbrojnych 7		99,9	6,2	21,0	3
	HCL				

WP23. Muniserwis Przemysłowa 35		86,0	5,5	11,8	2,78
------------------------------------	--	------	-----	------	------

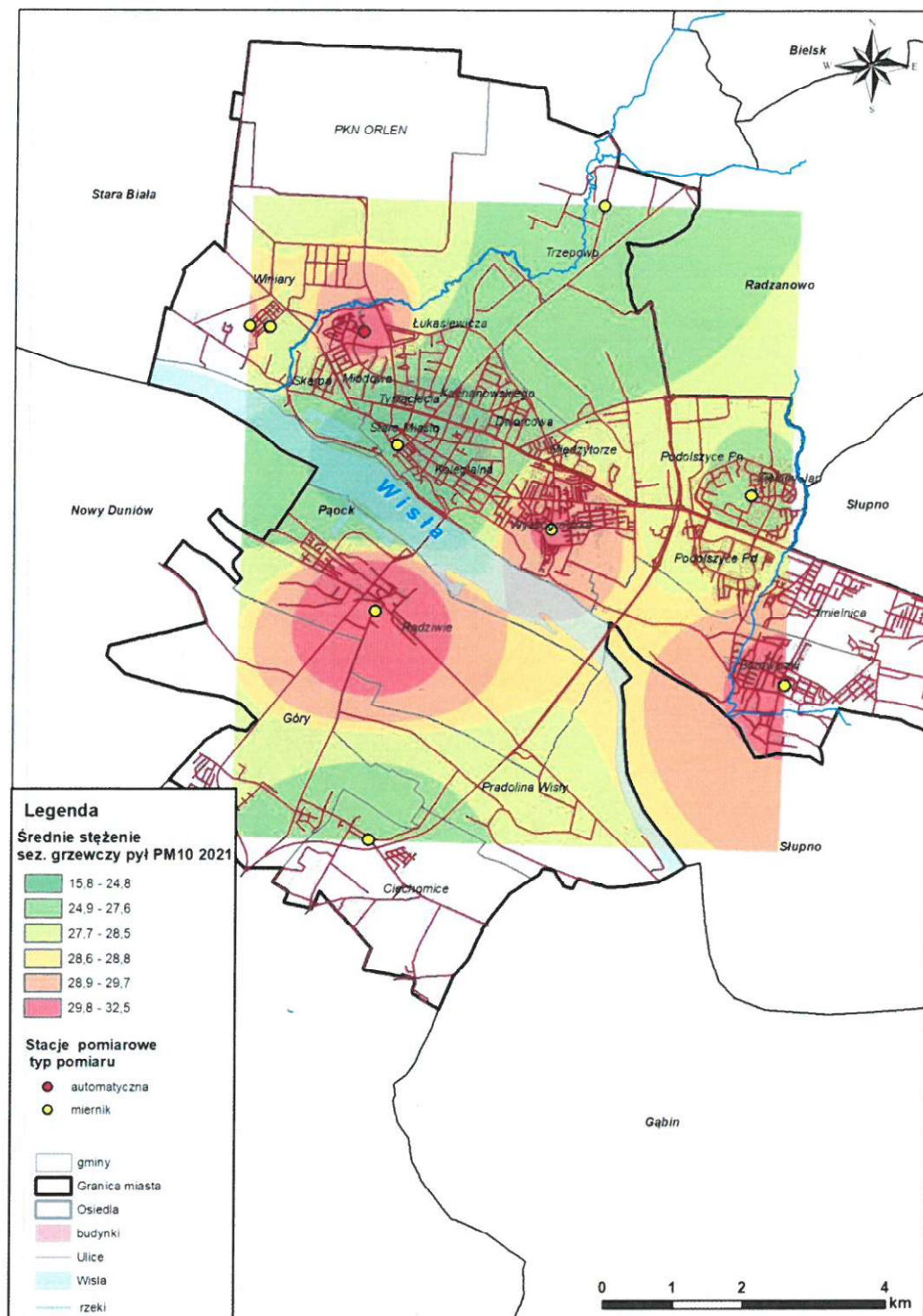
3. Przestrzenny rozkład stężeń zanieczyszczeń

Utworzona sieć pomiarów ciągłych oraz wyniki ze stacji PMS w Płocku pozwalają na opracowanie przestrzennych rozkładów pyłu zawieszonego PM_{10} i $PM_{2,5}$. Lokalizację stacji i stanowisk pomiarowych zaprezentowano na mapie (rysunek 21).

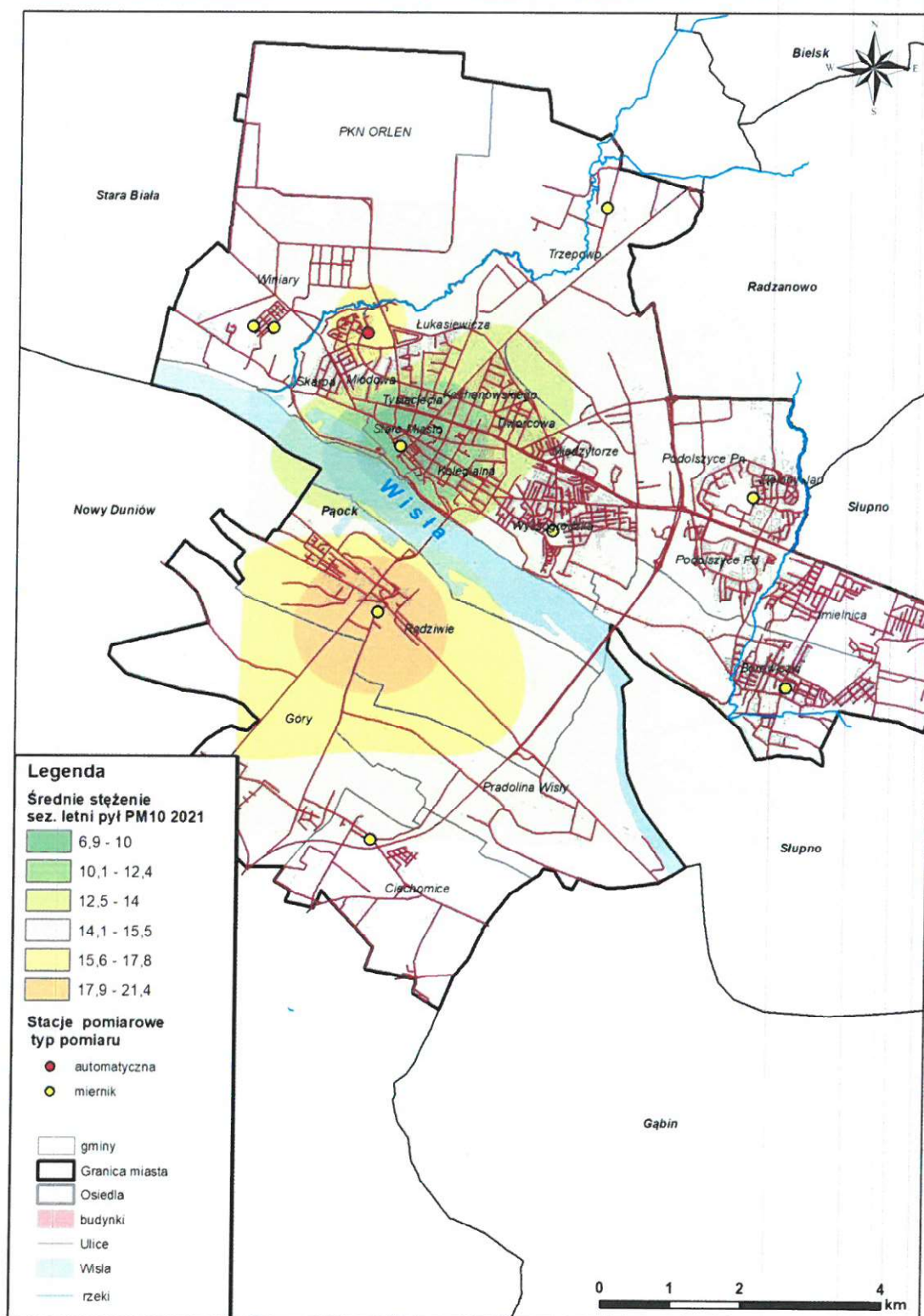


Rysunek 18. Mapa rozmieszczenia stacji i stanowisk pomiarowych w Płocku.

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

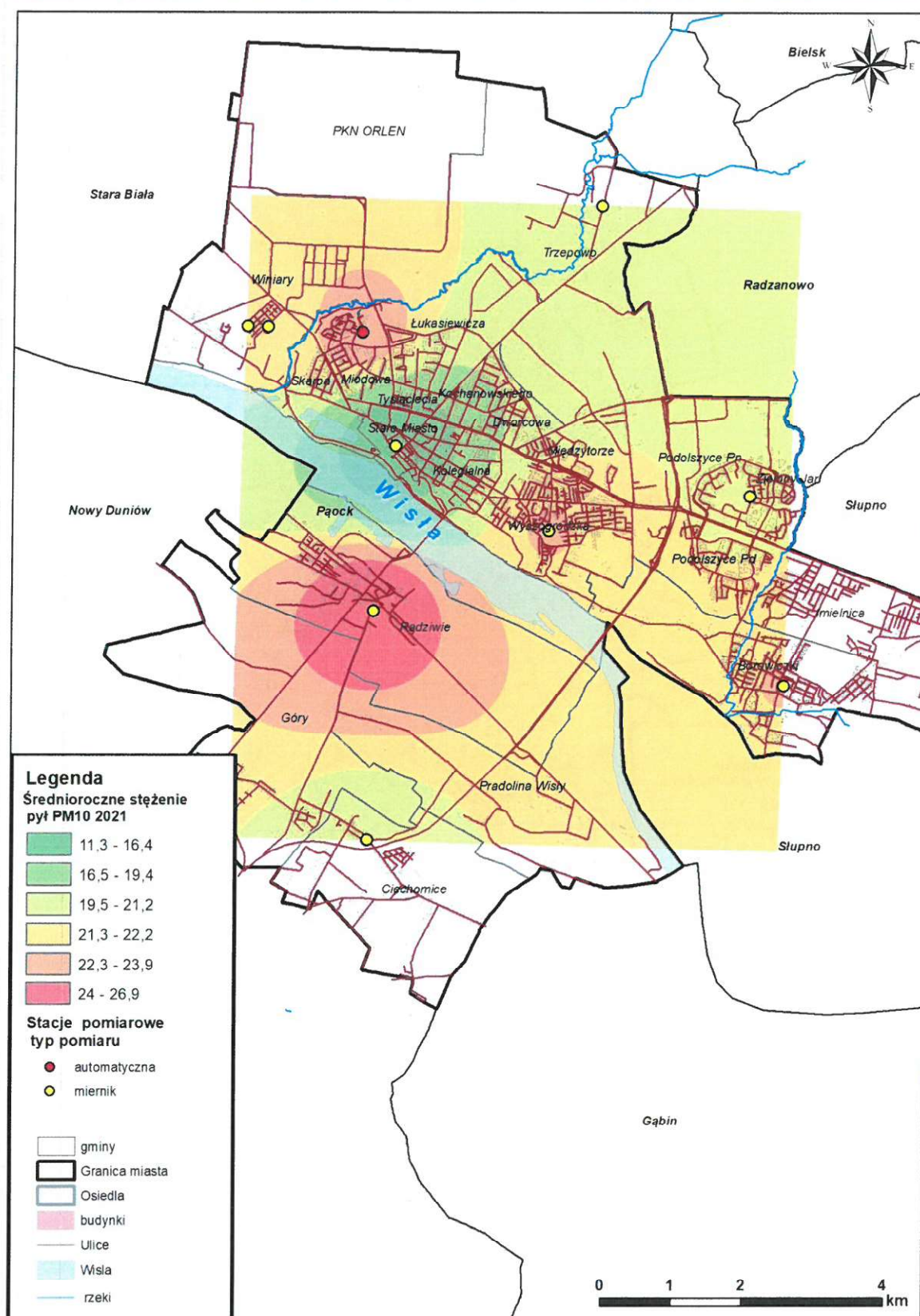


Rysunek 19. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu PM_{10} -okres grzewczy.



Rysunek 20. Przestrzenny rozkład pyłu PM₁₀-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 21. Przestrzenny rozkład pyłu PM₁₀- rok.

Przestrzenny rozkład rocznych stężeń pyłu PM_{10} wskazuje cztery rejony najwyższych stężeń: Radziwie i rejon ulicy Łukasiewicza, Wyszogrodzka 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.

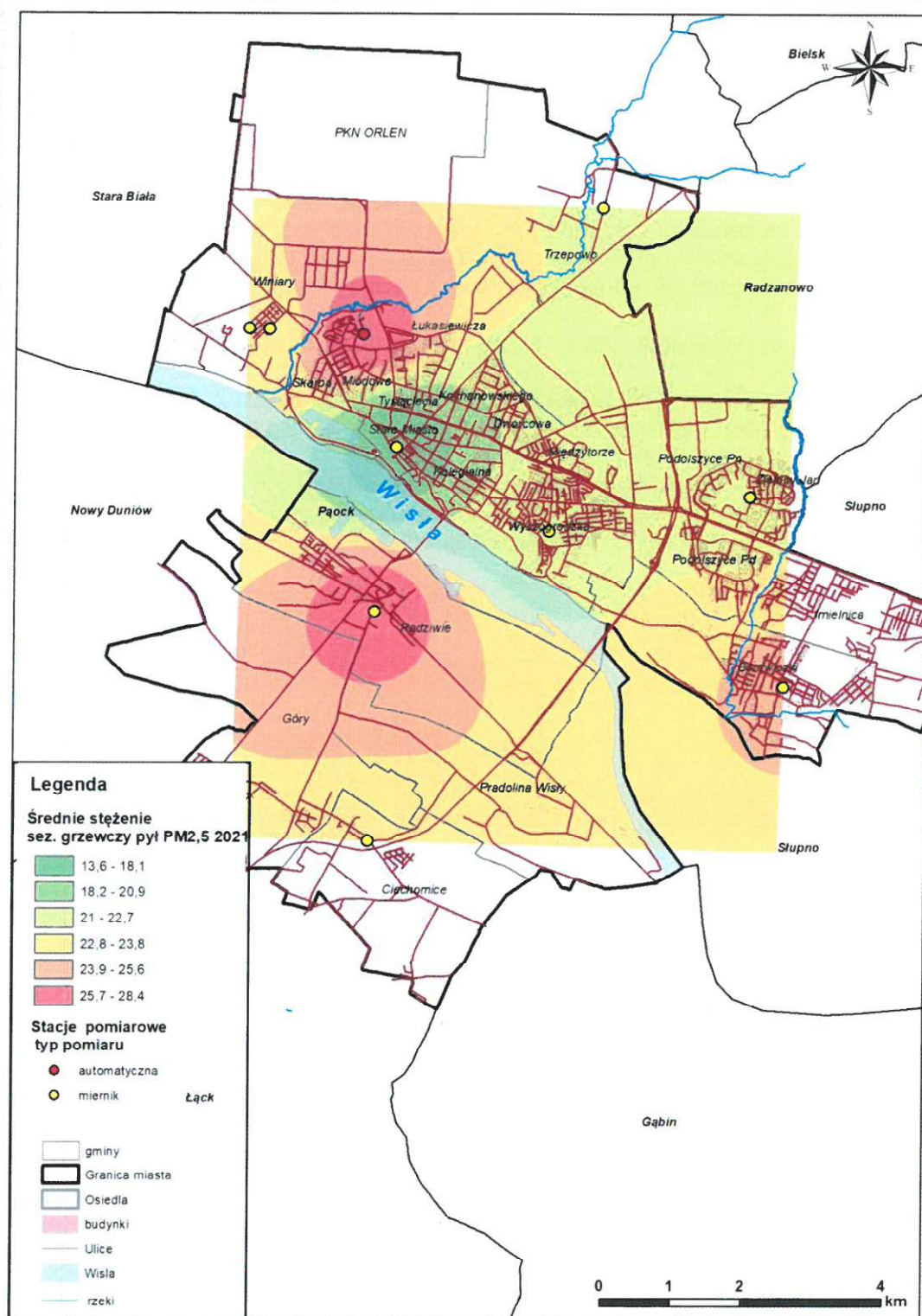
W ciągu roku rozkład stężeń pyłu PM_{10} sugeruje duży wpływ emisji rozproszonej, również napływowej.

Latem poziom emisji jest niższy, a obszar z poziomem stężeń powyżej $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jest niewielki.

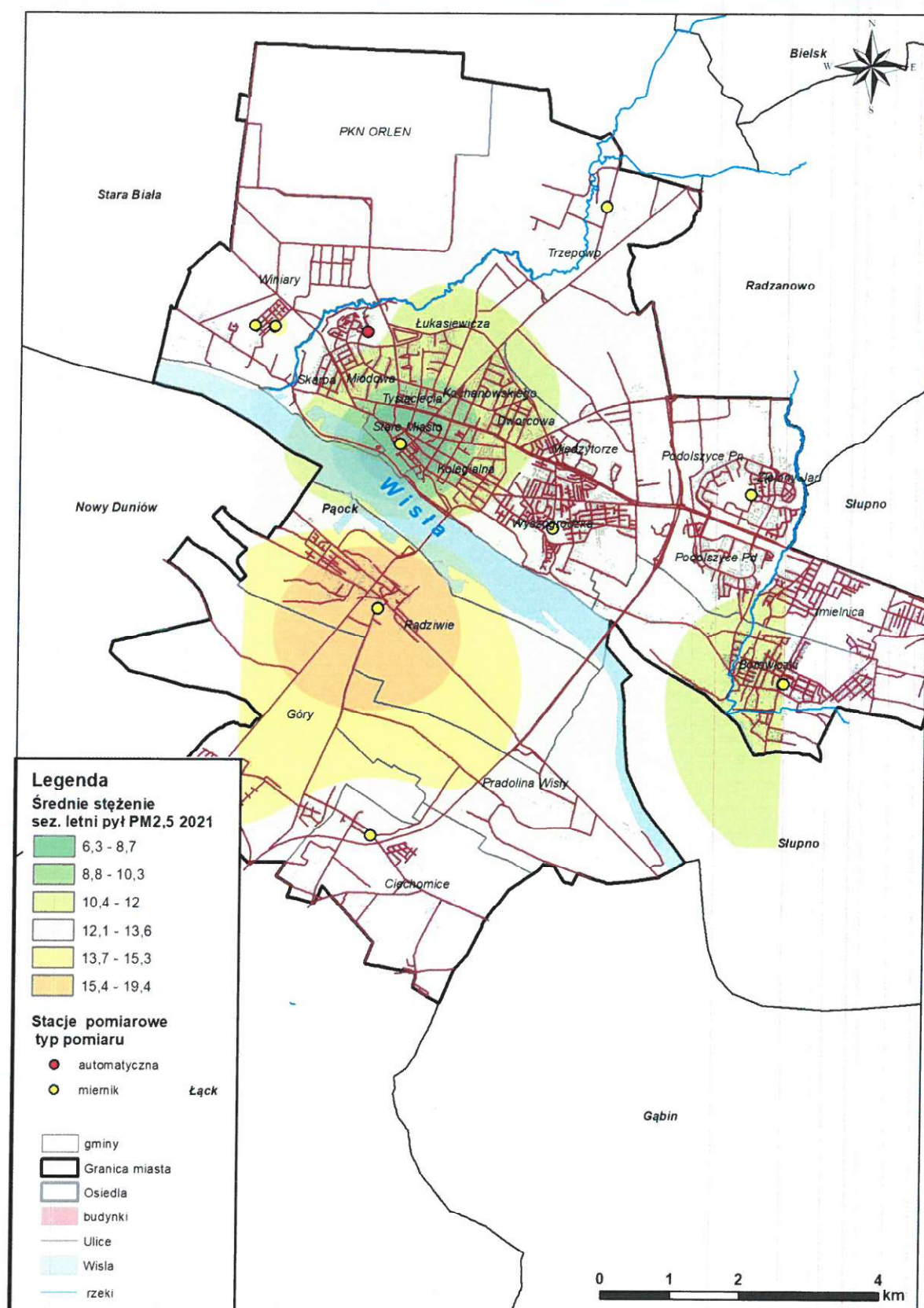
W sezonie grzewczym przy przeważających kierunkach wiatru z południowego kierunku zaznacza się silny wpływ emisji z dzielnic południowych, gdzie przeważającym źródłem ciepła są indywidualne paleniska domowe.

Podobne rozkłady przestrzenne wykonano dla pyłu $PM_{2.5}$.

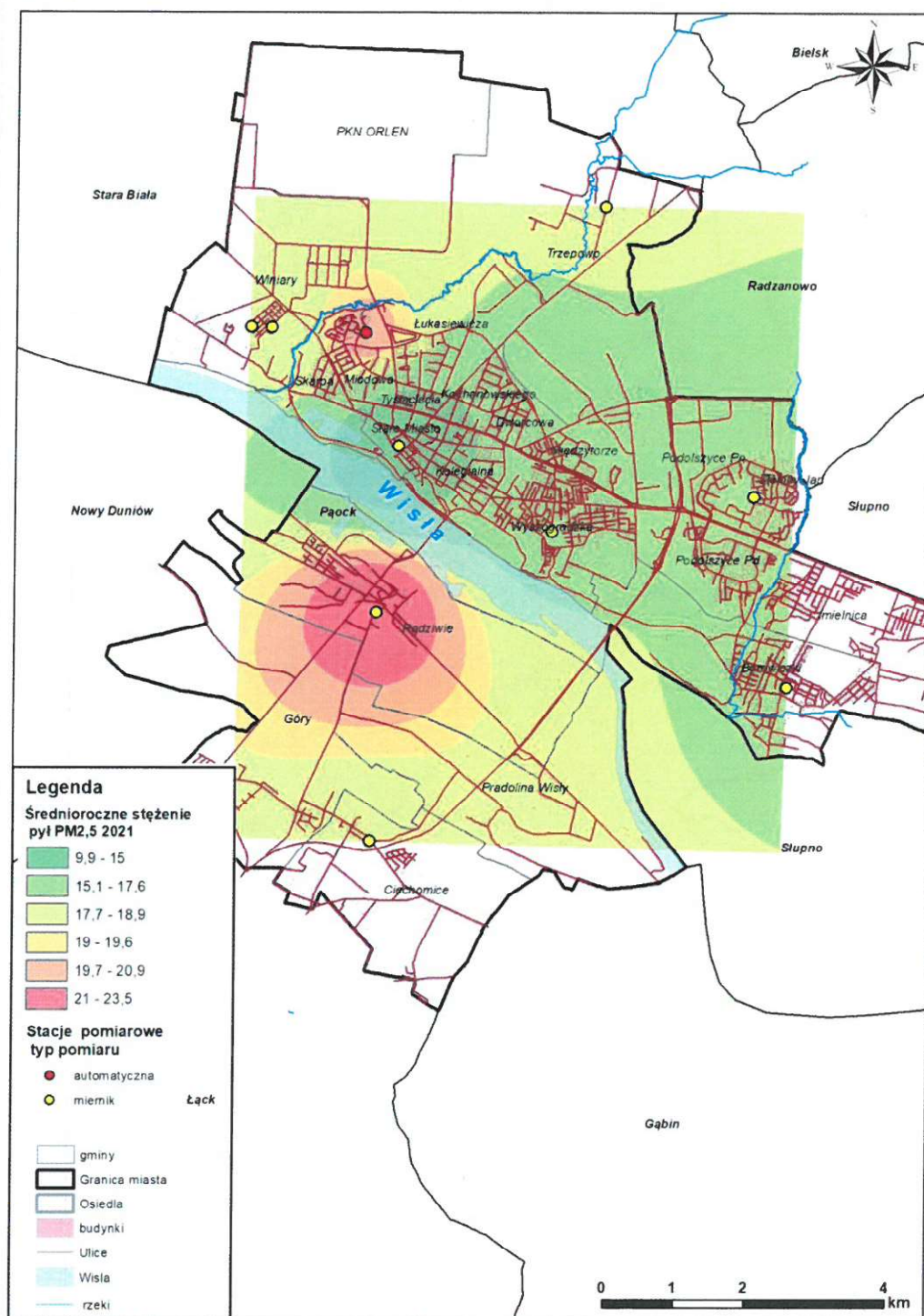
W okresie grzewczym obszary o najwyższych stężeniach pyłu $PM_{2.5}$ są podobne jak dla pyłu PM_{10} . Sugeruje to pochodzenie emisji od tych samych źródeł tj.: z indywidualnych palenisk domowych.



Rysunek 22. Przestrzenny rozkład pyłu $PM_{2,5}$ -okres grzewczy.



Rysunek 23. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu $PM_{2,5}$ okres letni.

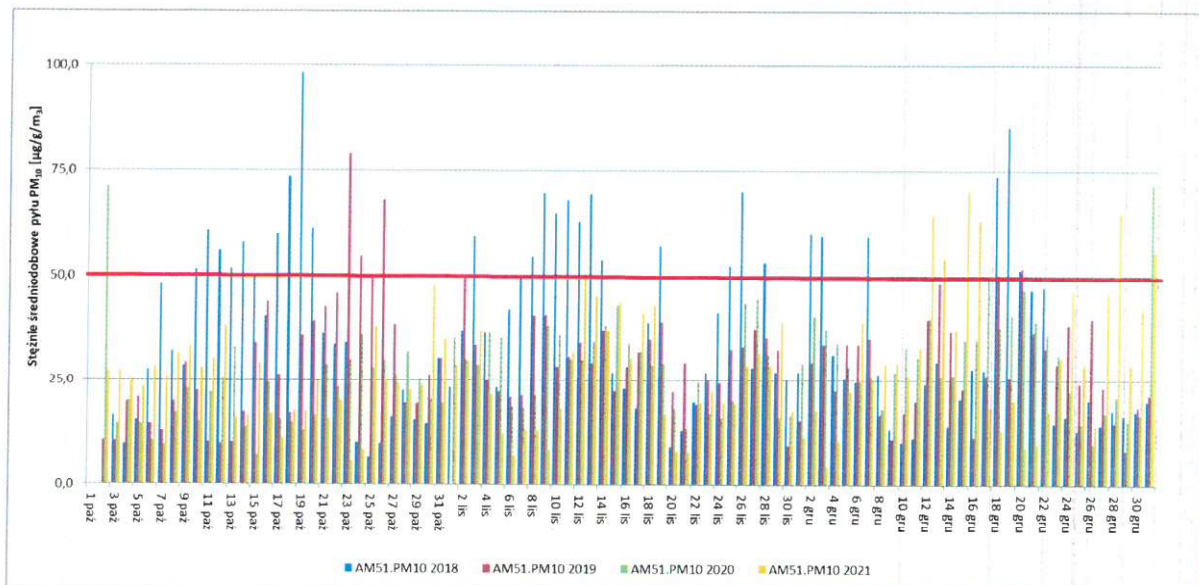


Rysunek 24. Przestrzenny rozkład stężeń pyłu PM_{2,5}- rok.

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

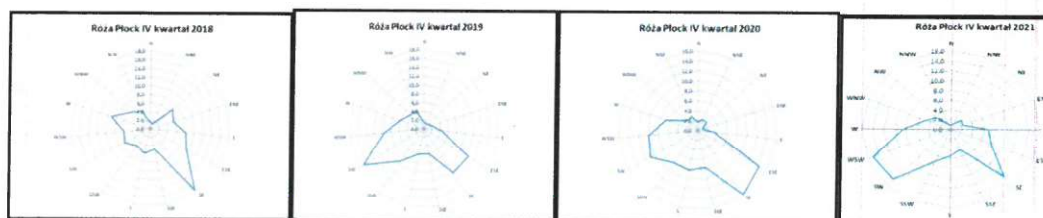
4. Porównanie wyników pomiarów z serii pomiarowych 2018 -2021

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 i 2021 oraz z dwóch 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 oraz 2021 przedstawiono na rysunku 31.



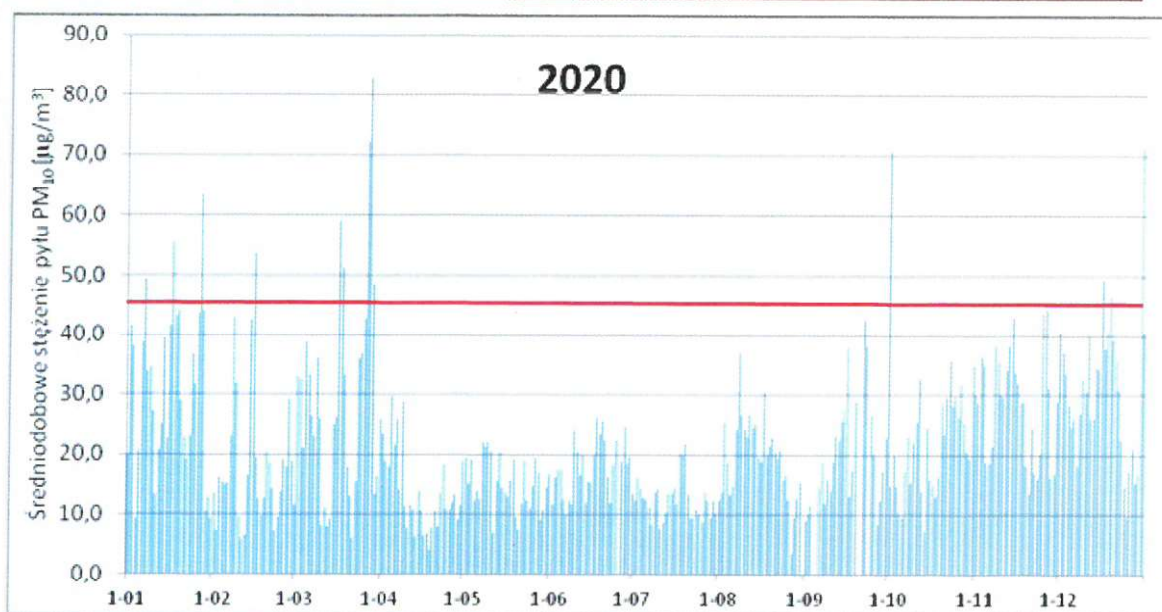
Rysunek 25. Porównanie stężeń 24 pyłu PM_{10} w IV kwartale w latach 2018, 2019, 2020 oraz 2021r.

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.

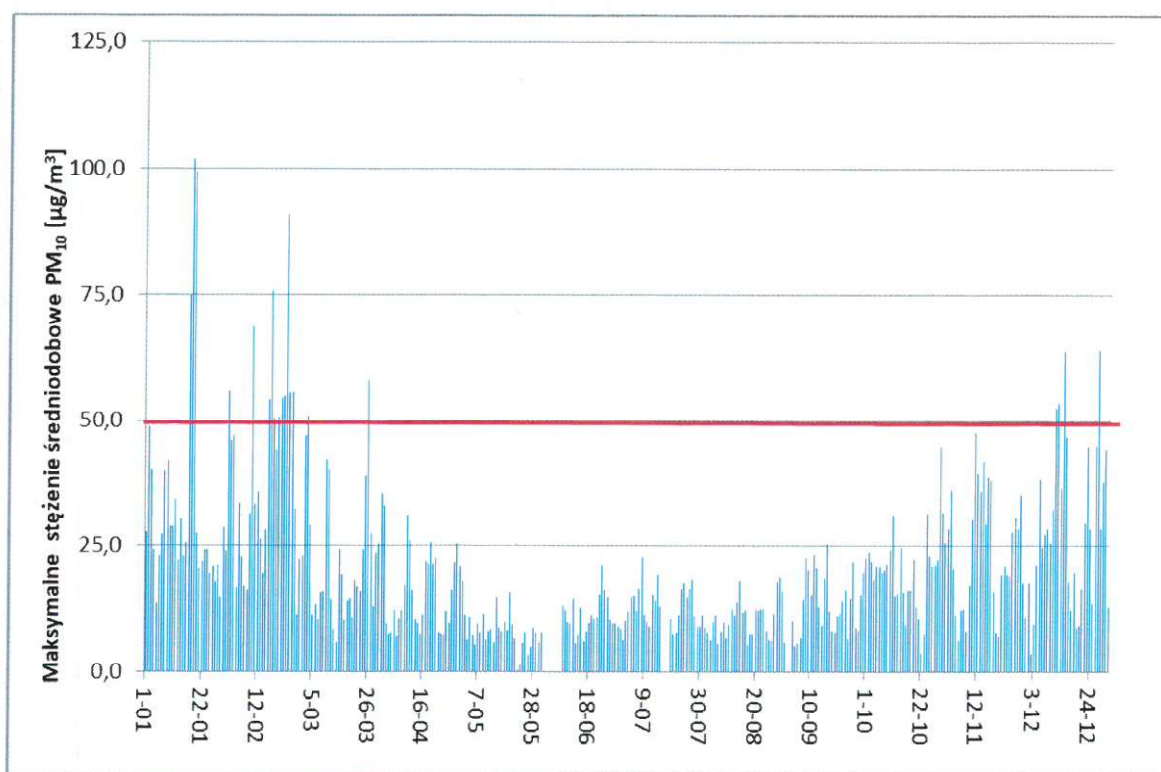


Rysunek 26. Różę wiatrów w IV kwartale w latach 2018, 2019 i 2020 oraz 2021.

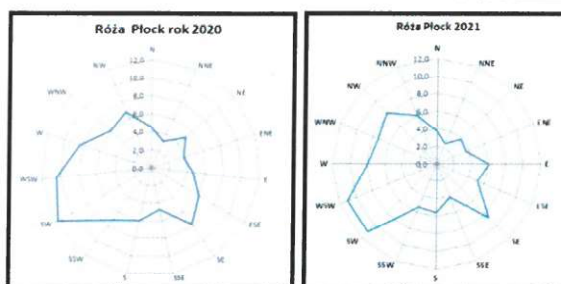
Dane z dwóch pełnych okresów pomiarowych (rok) pokazano na rysunkach 33 i 34.



Rysunek 27. Stężenia średniodobowe pyłu PM_{10} w roku 2020.



Rysunek 28. Średniodobowe stężenia pyłu PM_{10} w roku 2021.



Rysunek 29. Róże wiatrów w Płocku (warunki lokalne –stacja ul. Łukasiewicza) w 2020 i 2021 roku.

W porównaniu z rokiem 2020 w roku 2021 nastąpił wzrost o 15 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 11. Zestawienie wielkości i częstości występowania wartości ponadnormatywnych.

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

Obserwowane epizody przekroczeń stężeń chwilowych zawsze związane są z kierunkiem i prędkością wiatru. Charakterystyczne zanieczyszczenia dla emitowane są z instalacji PKN ORLEN przy wiatrach z sektora północnego. W pozostałych przypadkach

przekroczenia pyły obserwowane uciążliwości są suma emisji komunikacyjne, 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 a 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).

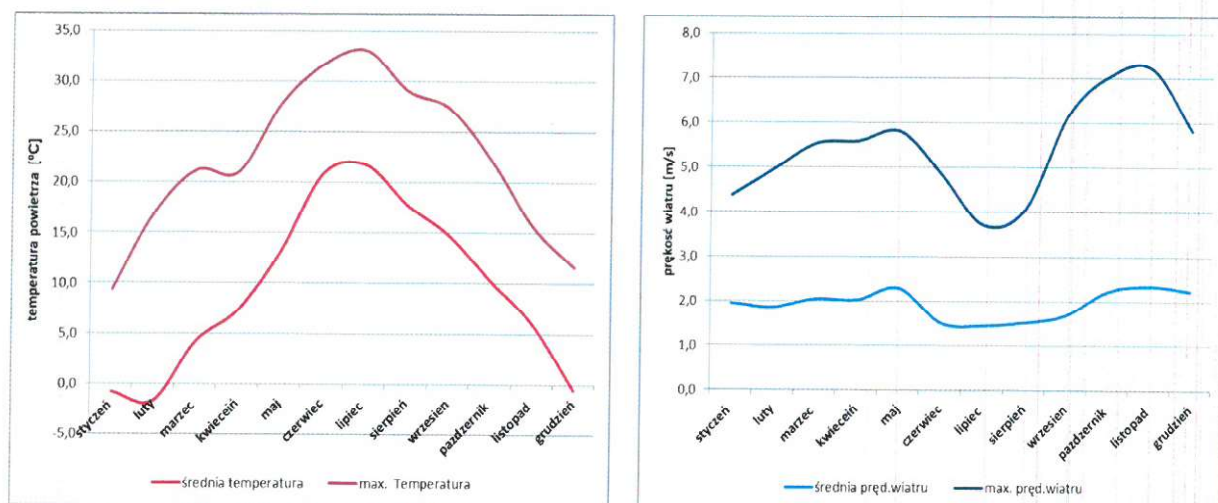
Tabela 12. Sprawność czujników i wielkości charakterystyczne parametrów meteorologicznych w [%] w 2021 roku.

Parametr	Sprawność [%]	Wartość maksymalna (1h)	Wartość minimalna (1h)	Średnia roczna/ Suma opadu
Temperatura [°C]	98,8	33,1	-18,3	9,4
Prędkość wiatru [m/s]	98,8	7,2	0,0	1,9
Ciśnienie atmosfer. [hPa]	98,8	1025,8	975,3	1004,1
Wilgotność [%]	98,8	90,4	25,5	69,1
Opad atmosferyczny [mm]	99,9	18,1	0,0	873,4

W tabeli 13 i na rysunku 36 pokazano średnie maksymalne prędkości wiatru i temperatury w poszczególnych miesiącach.

Tabela 13. Średnie i maksymalne parametry w miesiącach pomiarowych w 2021 roku.

Miesiąc	temperatura [°C]		pręd. wiatru [m/s]	
	średnia	maksymalna	średnia	maksymalna
styczeń	-0,8	9,4	1,9	4,4
luty	-1,7	17,0	1,9	5,0
marzec	4,2	21,2	2,0	5,5
kwiecień	7,3	21,0	2,0	5,6
maj	13,1	27,7	2,3	5,8
czerwiec	20,8	31,7	1,5	4,8
lipiec	21,7	33,1	1,4	3,7
sierpień	17,7	29,0	1,5	4,1
wrzesień	14,7	27,3	1,7	6,2
październik	10,2	22,2	2,2	7,1
listopad	6,0	15,6	2,3	7,2
grudzień	-0,6	11,6	2,2	5,8



Rysunek 30. Zmienność prędkości wiatru i temperatury w 2021 roku.

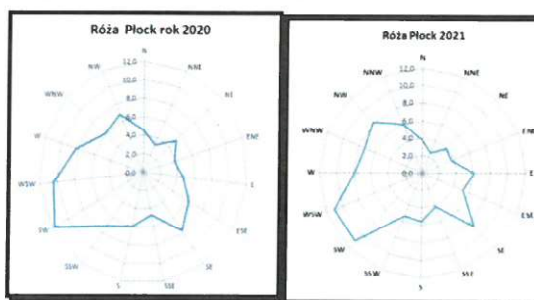
Kluczową rolę w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń odgrywają kierunki i prędkość wiatru. Na terenie Płocka lokalne warunki są bardzo zmienne.

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 kompletnie różne 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-zachodni.

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.

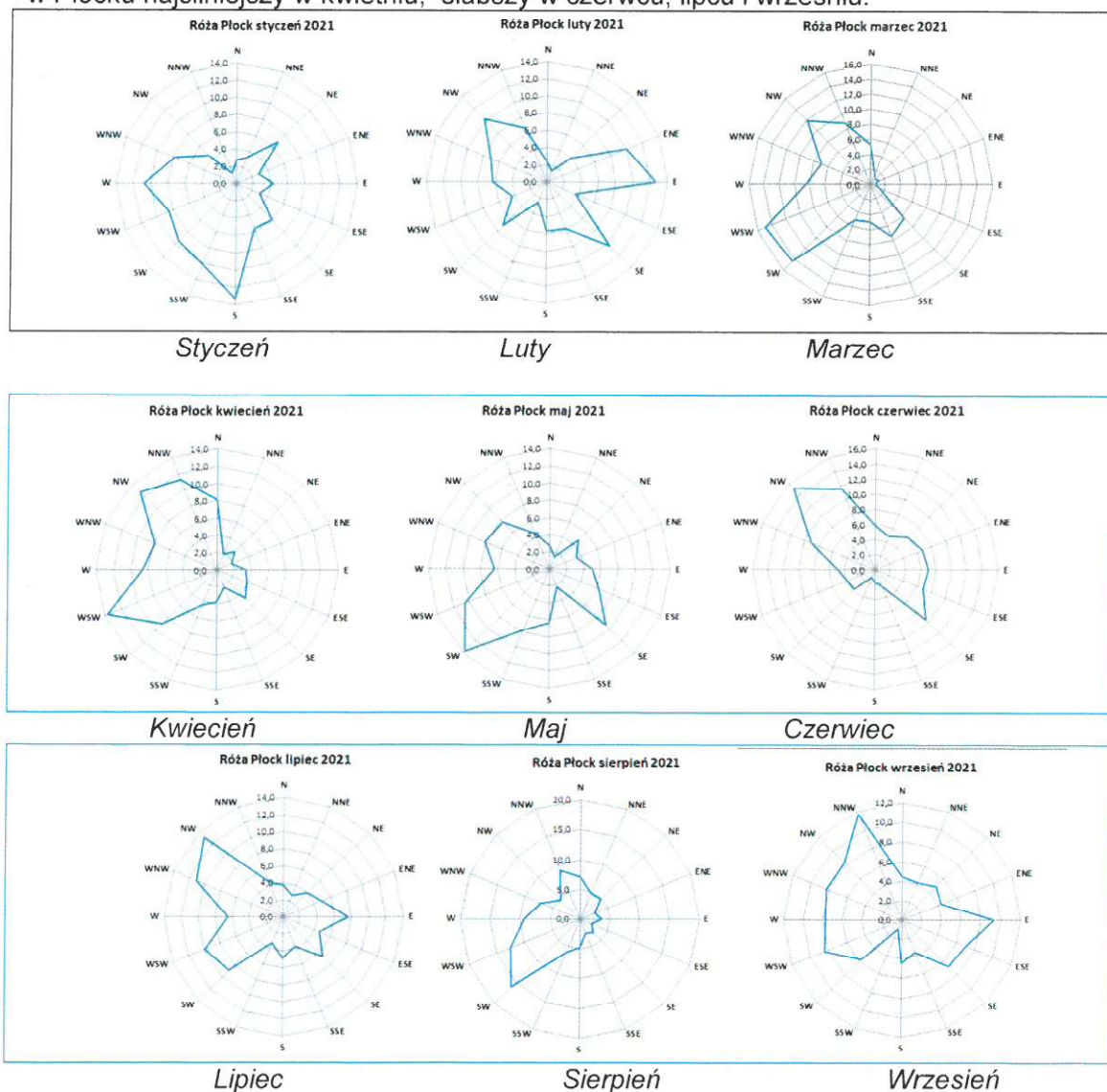


Rysunek 31. Roczne róży wiatrów w 2020 i 2021 roku.

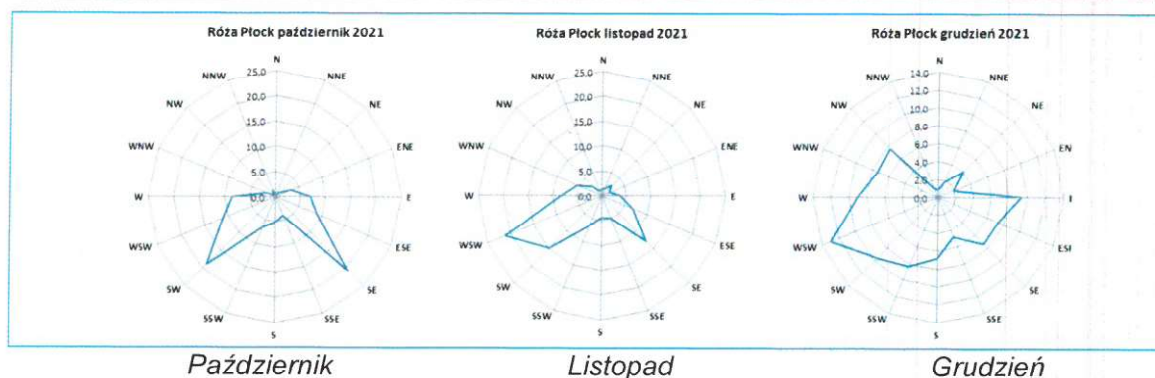
Na podstawie pomiarów meteorologicznych w stacji przy ulicy Łukasiewicza wykonano róży wiatrów dla każdego miesiąca pomiarowego.

Na rysunku 38 pokazano róży wiatrów w kolejnych miesiącach roku 2021.

Emisja z kierunku północnego (z obszaru PKN ORLEN) miała wpływ na jakość powietrza w Płocku najsilniejszy w kwietniu, słabszy w czerwcu, lipcu i wrześniu.



Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.



Rysunek 32. Miesięczne róże wiatrów w roku 2021.

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).

Utworzony zbiór danych został dołączony do niniejszego raportu jako skoroszyt Excel Baza danych zweryfikowanych Płock 2021.

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 | zły |

Tabela 14. Ocena jakości powietrza w roku 2021 na podstawie wartości stężeń średniorocznych.

Zanieczyszczenie	Wartości stężeń średniorocznych $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% wartości dopuszczalnej	Jakość powietrza	
Dwutlenek siarki SO_2	6,1	30,4		dobra
Dwutlenek azotu NO_2	11,9	29,7		dobra
Pył zawieszony PM_{10}	23,7	65,2		dostateczna
Pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$	20,4	101,9		zły
Siarkowodór	3,1	62,7		dostateczna
Benzen	1,5	30,9		dobra
Ksylen	1,0	9,9		b. dobra
Toluen	2,6	26,2		dobra

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 dostateczny). W przypadku zanieczyszczeń pyłowych odnotowano poziom dostateczny dla pyłu PM_{10} oraz zły 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:

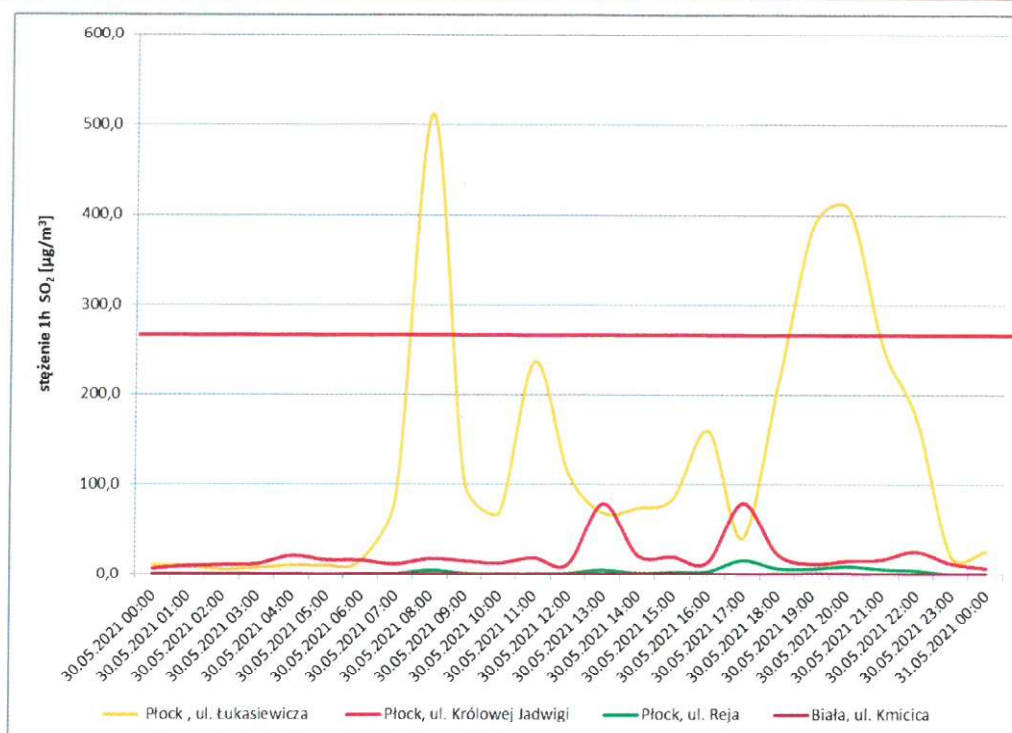
- wiatr z sektora północnego o niskich i b. niskich prędkościach,
- zwiększone zapotrzebowanie ciepłe,
- większa emisja ze źródeł powierzchniowych (m.in. możliwe okresowe składowanie mat sypkich, oczyszczalnia ścieków),
- emisja z niskich emitorów technologicznych,
- emisja komunikacyjna.

W 2021 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 3 epizody z maksymalnymi stężeniami 1h dla ditlenku siarki, benzenu i toluenu. Poniżej w tabeli zestawiono wszystkie epizody wraz z parametrami meteorologicznymi.

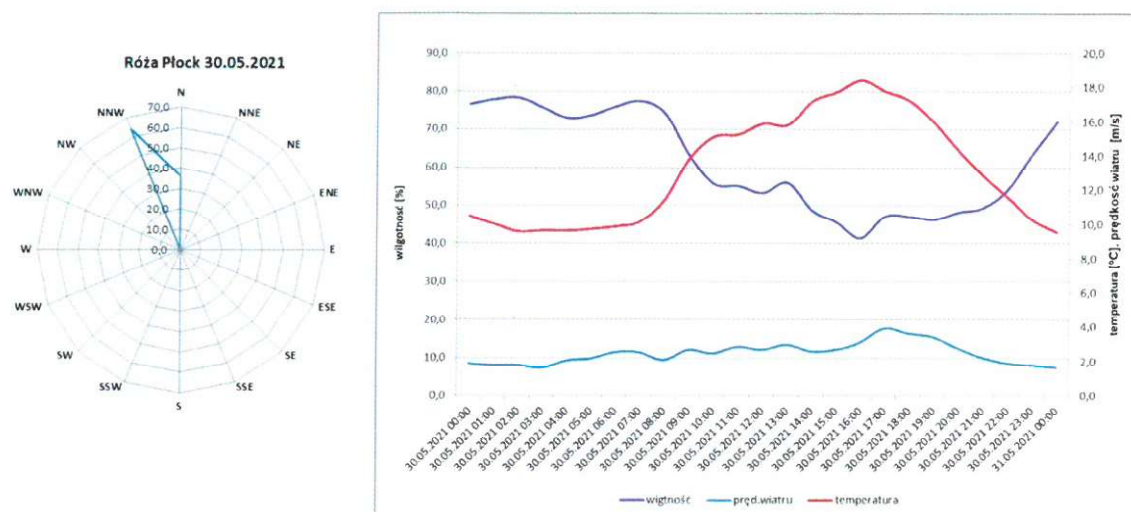
Tabela 15. Zestawienie epizodów w 2021 roku.

Zanieczyszczenie	Data epizodu	Max.1h	Temp. powietrza [°C]	Wilgotność [%]	Pręd. wiatru [m/s]	Kierunek wiatru [deg]	Opad atmosferyczny [mm]
Ditlenek siarki	15.04.2021 21:00:00	502,6	5,2	82,2	2,2	NNW	0,00
	16.04.2021 08:00:00	437,4	5,5	79,1	2,8	NNW	0,05
	16.04.2021 21:00:00	441,3	5,0	82,7	2,1	N	0,00
	16.04.2021 22:00:00	395,2	5,0	82,2	1,6	NNW	0,00
	30.05.2021 08:00	511,8	11,4	74,2	2,1	NNW	0,00
	30.05.2021 19:00	389,6	15,9	46,2	3,4	NNW	0,00
	30.05.2021 20:00	406,5	14,3	48,1	2,8	NNW	0,00
Benzen	16.07.2021 07:00	30,51	20,5	82,2	1,5	N	0,24
	02.09.2021 22:00	42,44	13,3	67,8	0,3	NNE	0,00
Toluen	03.06.2021 01:00	102,68	10,0	70,5	0,3	ENE	0,00
	03.06.2021 02:00	103,03	9,9	69,3	0,5	ENE	0,00
	16.06.2021 23:00	101,84	14,9	71,7	0,2	N	0,00
	17.06.2021 00:00	100,01	14,1	74,5	0,3	NNE	0,01
	24.07.2021 03:00	116,06	15,3	87,9	0,1	E	0,00
	24.07.2021 05:00	101,56	15,3	87,7	0,2	N	0,00
	05.09.2021 04:00	115,69	10,2	76,5	0,7	NE	0,00

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.

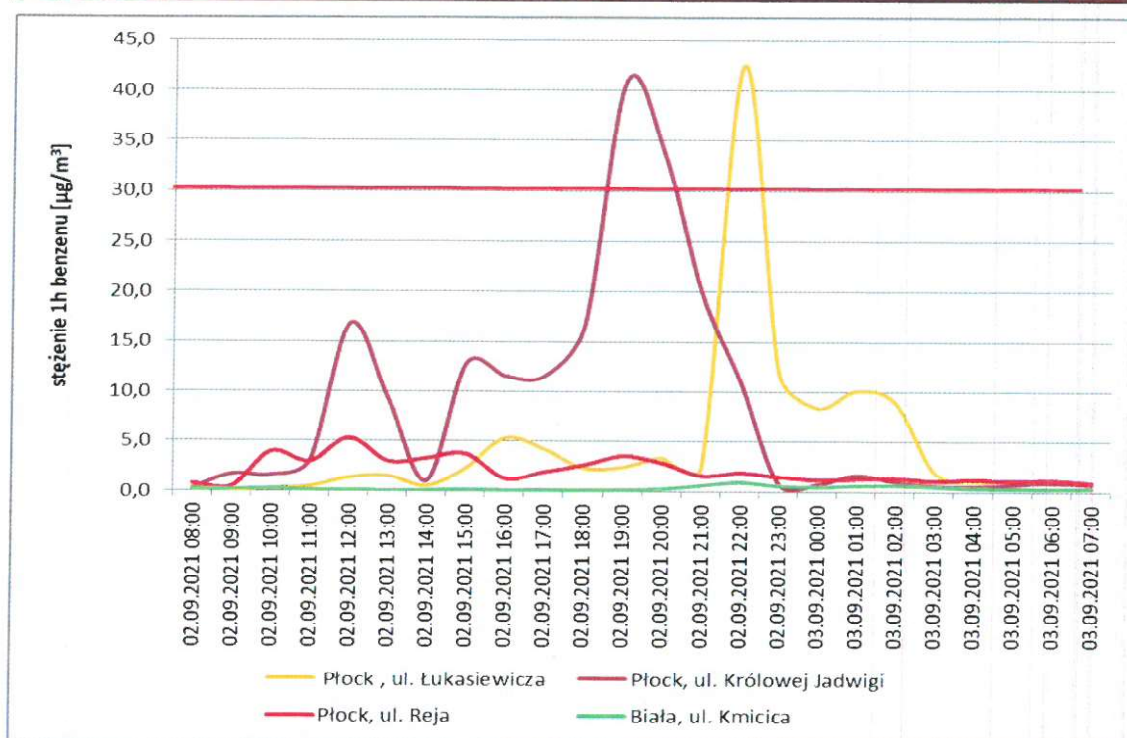


Rysunek 33. Stężenia ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w dniach 30 maja 2021 r.

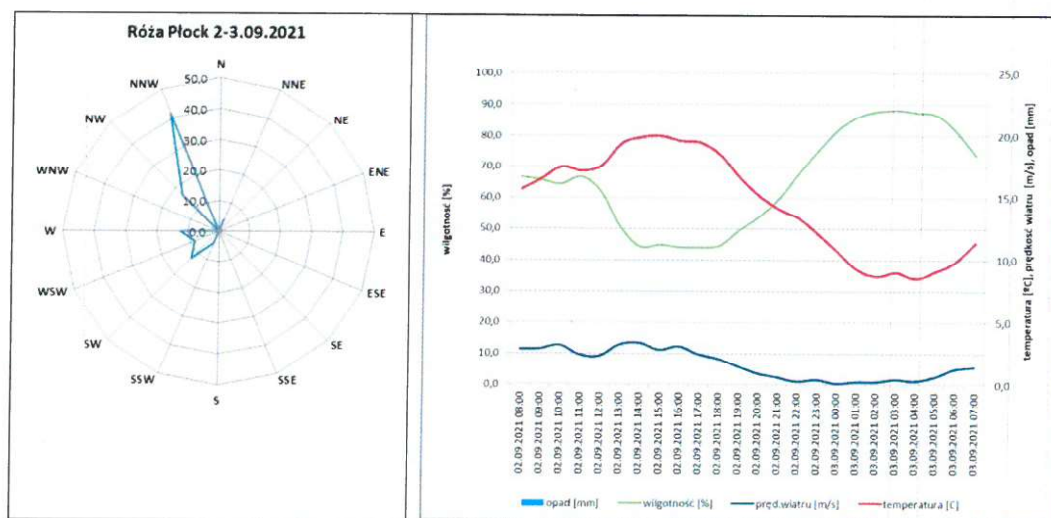


Rysunek 34. Warunki meteorologiczne podczas epizodu w dniach 30 maja 2021 r.

Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.



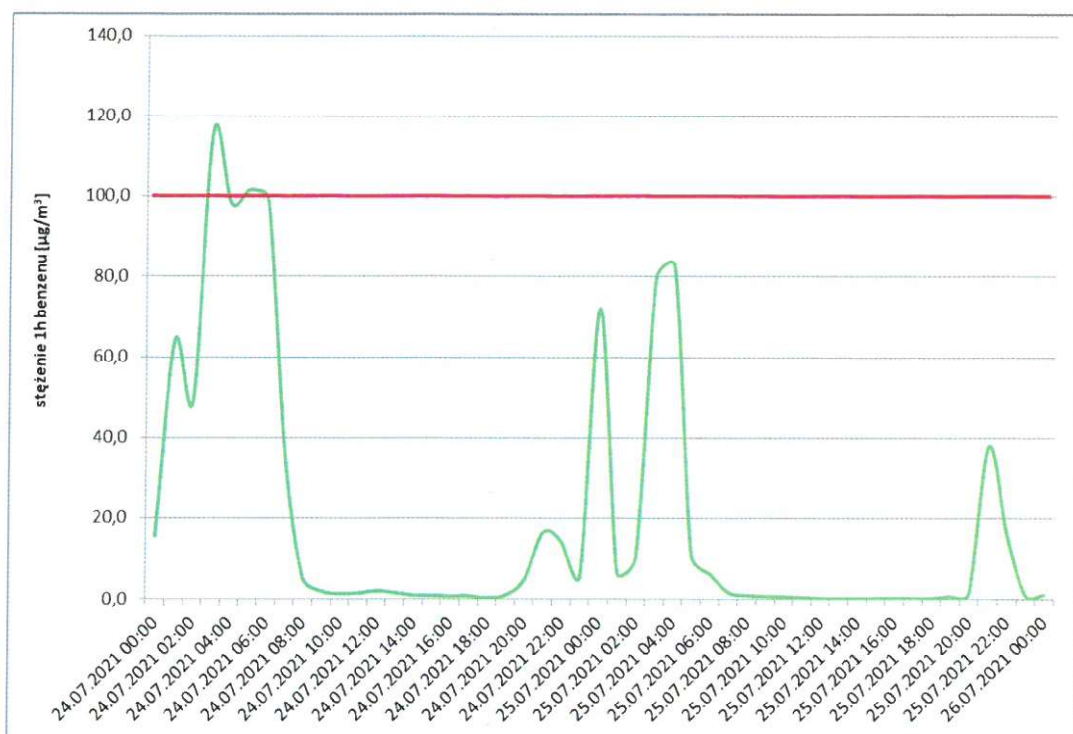
Rysunek 35. Stężenia benzenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w dniach 2-3 września 2021 r.



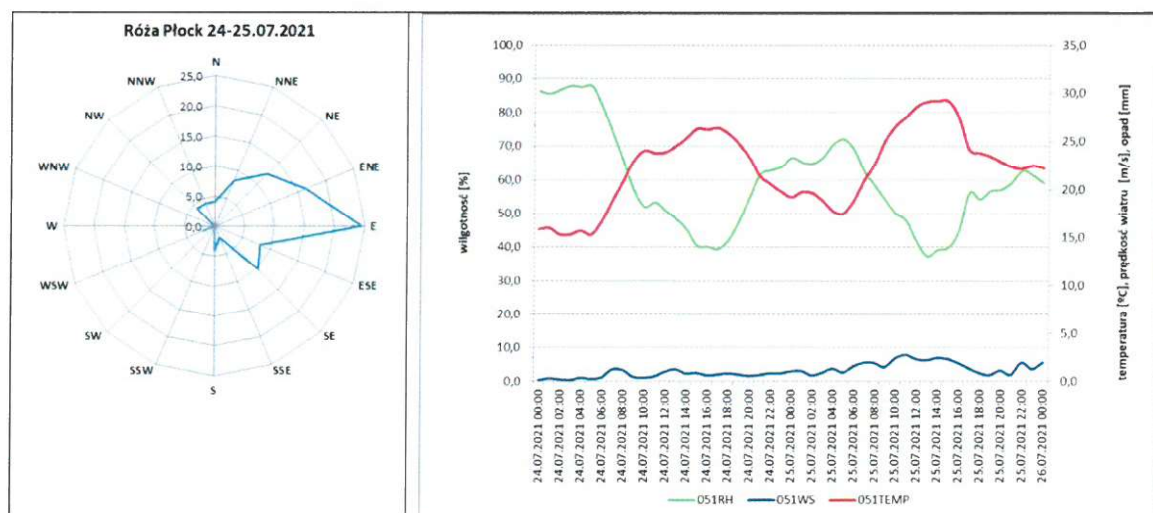
Rysunek 36. Warunki meteorologiczne podczas epizodu dniach 2-3 września 2021r.

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 37. Przebieg zmian stężeń toluenu w dniach wystąpienia epizodu 24-25 lipiec 2021 roku.



Rysunek 38. Warunki meteorologiczne w w dniach wystąpienia epizodu 24-25 lipiec 2021 roku.

Trzy epizody poddane szczegółowej analizie wskazywały na kierunek napływu emisji z PKN ORLEN 30 maja oraz 2-3 września. 24-25 lipca źródła emisji były zróżnicowane. W tych dniach w godzinach epizodów gwałtownie obniżyła się wilgotność i wzrosła temperatura.

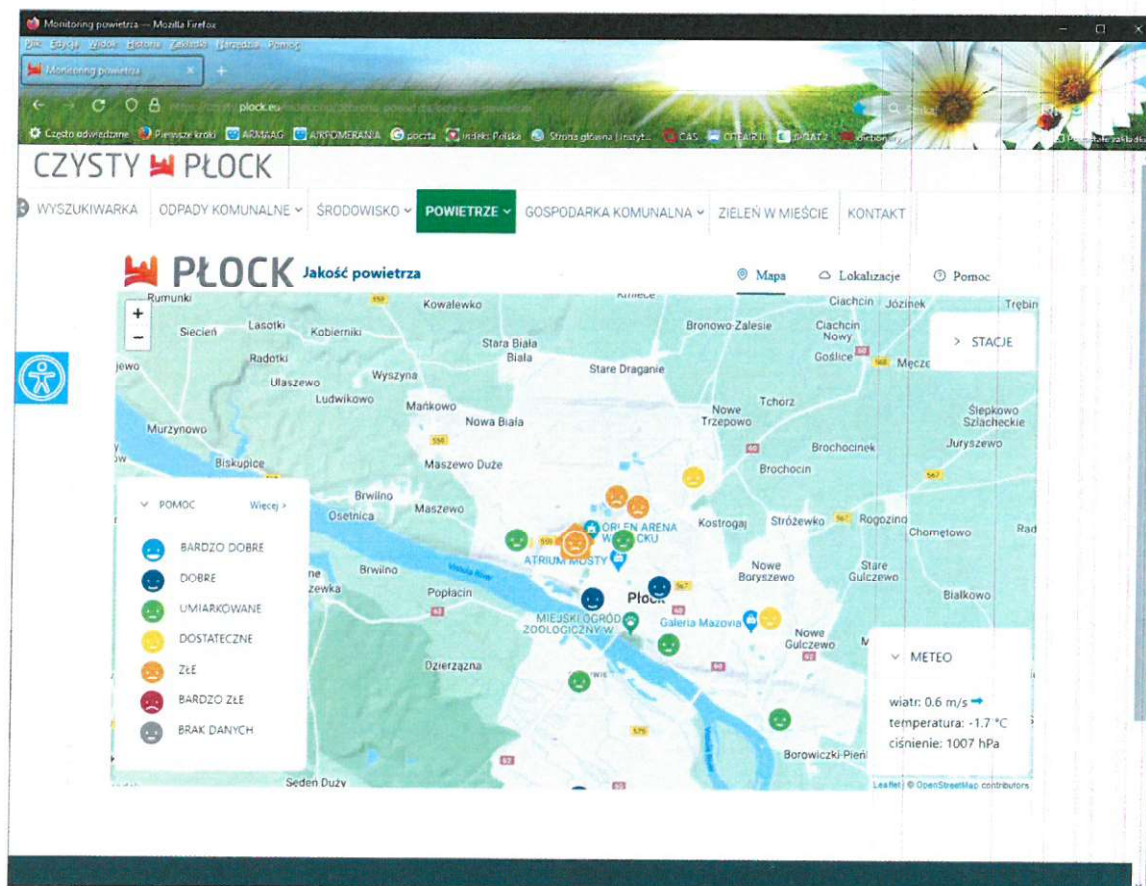
Pozostałe epizody zestawione w tabeli 10 wystąpił w dniach o niesprzyjających warunkach metrologicznych z dominującym kierunkiem wiatru z sektora północnego z obszarów przemysłowych Miasta oraz przeważającą niską prędkością wiatru.

8. UDOSTĘPNIANIE INFORMACJI O JAKOŚCI POWIETRZA

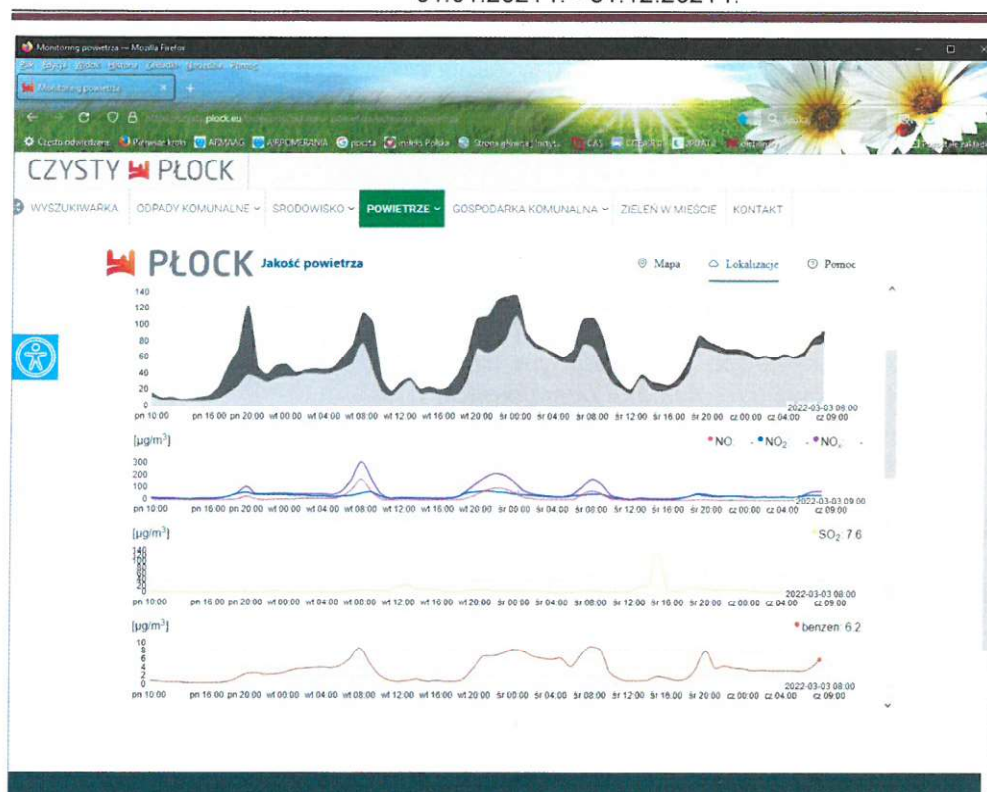
O jakości powietrza w Płocku informuje czytelny portal prezentujący „Indeks jakości powietrza” aktualizowany co 1 h. Od 2018 roku poszczególne klasy są zgodne z polskim indeksem jakości powietrza publikowanym na stronie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>.

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

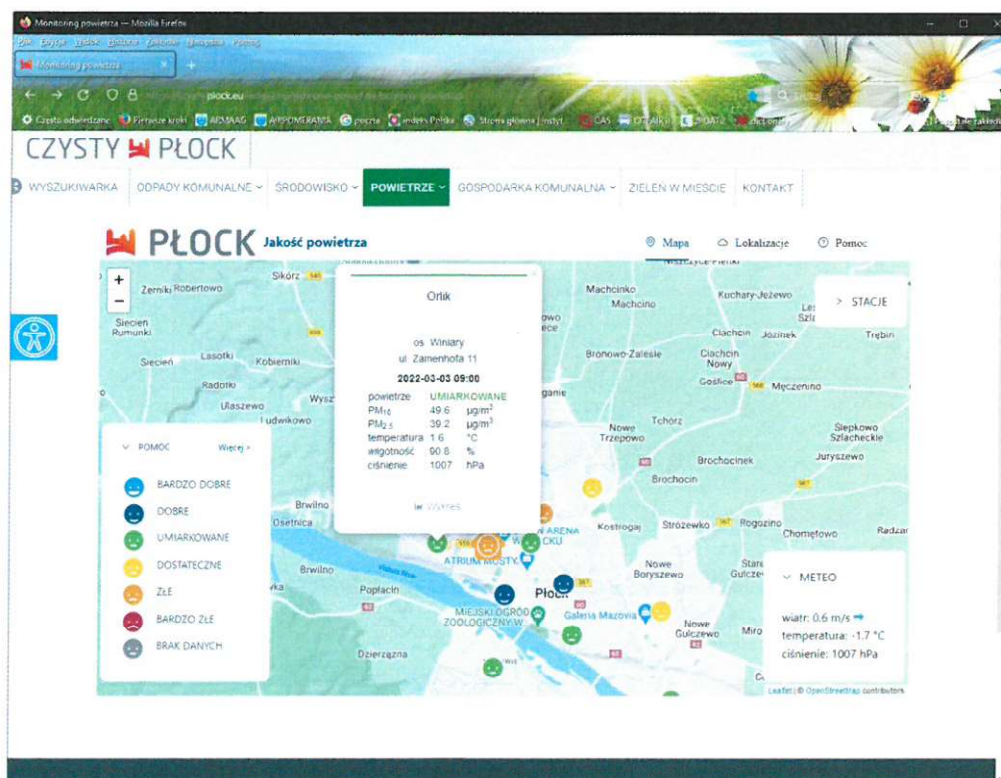
Dane publikowane są na stronie <https://czysty.plock.eu/index.php/ochrona-powietrza/ochrona-powietrza>.



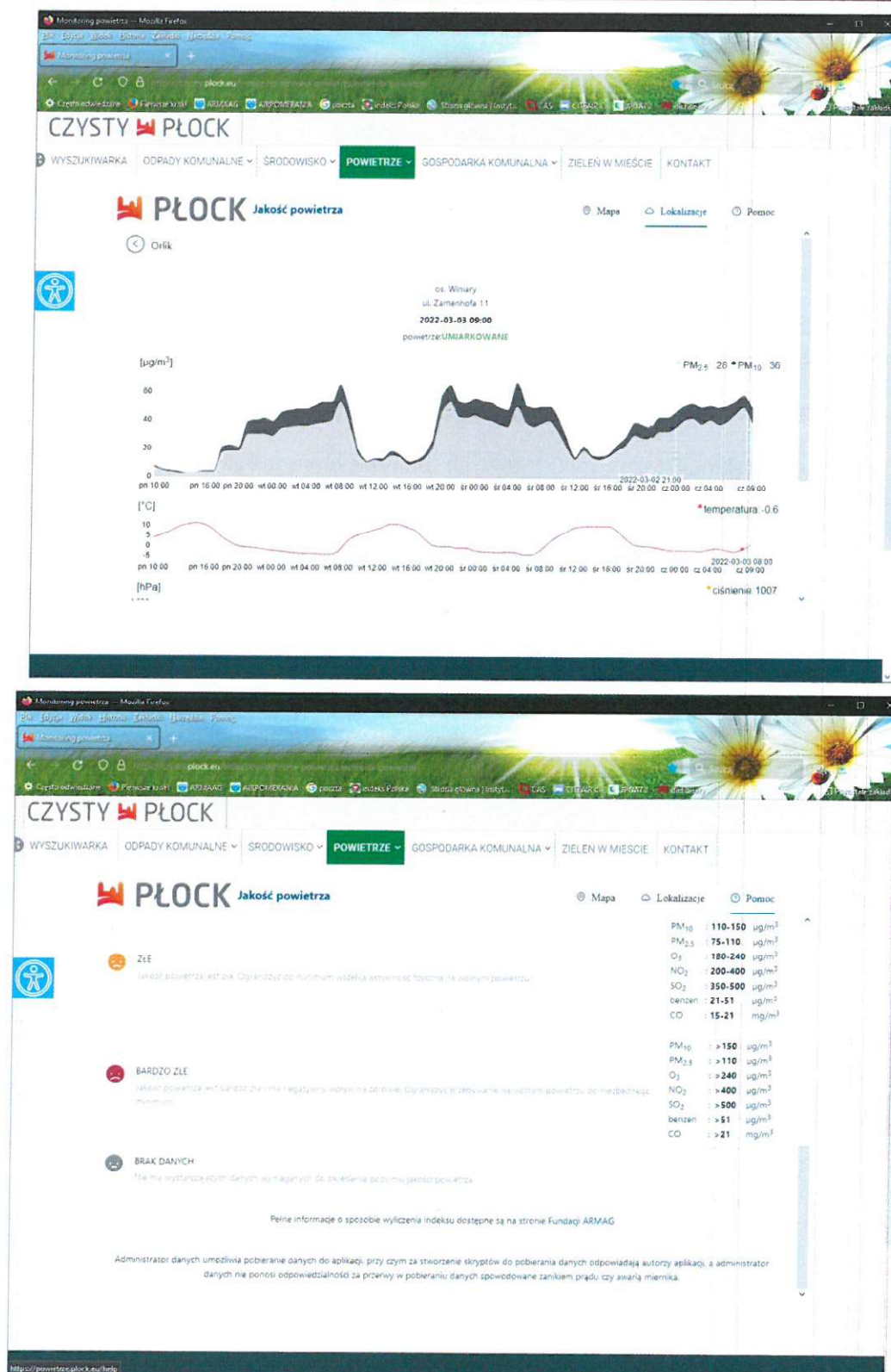
Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.



Rysunek 39. Wyniki pomiarów ze stacji przy ulicy Łukasiewicza.



Raport końcowy z pomiarów zanieczyszczeń powietrza w Płocku w okresie
01.01.2021 r. - 31.12.2021 r.



Rysunek 40. Wyniki pomiarów wskaźnikowych.

9. PODSUMOWANIE

Pomiary wykonywane metodą referencyjną wykazały, że najczęściej identyfikowaną przyczyną występowania epizodów smogowych 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 2021 kilkunastu sytuacji meteorologicznych sprzyjających powstawaniu epizodów wysokich stężeń żadna z wielkości dopuszczalnych nie została przekroczona. Na podstawie porównania wyników z 2021 pyłu zawieszonego można stwierdzić nieznaczny wzrost poziomów notowanych stężeń jak i liczby dni z przekroczeniami w porównaniu do roku 2020. W 2021 wystąpiły mniej 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 6 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,
- zaobserwowano 7 przekroczeń stężeń 1 h ditlenku siarki przy dopuszczalnej częstości 24 razy w roku na stacji przy ulicy Łukasiewicza oraz odnotowano 2 przekroczenia poziomu dopuszczalnego średniodobowego tej substancji przy dopuszczalnej częstości 3 razy w ciągu roku,
- wartości stężeń średniorocznych dla substancji nie zostały przekroczone, wyjątek stanowi pyłu PM_{2,5}, gdzie została przekroczony poziom dopuszczalny średnioroczny ze względu na zaostrenie normy,
- liczba dni z przekroczeniami wartości średniodobowej pyłu PM₁₀ wyniosła w roku 24 substancji przy dopuszczalnych 35 dniach, liczba dni z przekroczeniami dla 8h wartości ozonu wyniosła 14 dni na stacji przy ulicy Łukasiewicza przy dopuszczalnych 25 dniach,
- 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 trzyletnim cyklu pomiarowym pozwala stwierdzić wahania stężeń z roku na rok, szczególnie w liczbie rejestrowanych przekroczeń pyłu PM₁₀, 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. Różnica pomiędzy poszczególnymi latami wynikała z zróżnicowanych warunków pogodowych w okresie zimowym.

Obniżenie poziomu stężeń jest wynikiem prowadzonych działań przez Miasto ograniczających emisję m.in. w zakresie finansowania likwidacji pieców węglowych oraz innych działań wynikających z programu ochrony powietrza, 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.

Trzyletni, 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 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 trzyletnim cyklu pomiarowym można pokusić się o identyfikację niekorzystnych zjawisk, jednak zgodnie z przepisami, wiążące oceny jakości powietrza wykonywane są po 5 latach pomiarów. Autorzy rekomendują kontynuację pomiarów w stacji miejskiej przez następne dwa lata 2022-2023.

Można się pokusić o stwierdzenie, że radykalna poprawa jakości powietrza w Płocku możliwa będzie przede wszystkim dzięki likwidacji pieców węglowych, ograniczaniu emisji komunikacyjnej oraz po zmianie paliwa (ciężkiego paliwa jakim jest gudron) w EC PKN ORLEN na gaz lub wodór lub po podwyższeniu wysokości emitora.

