



Zbiornik Sulejowski - Barkowice Mokre (fot. Marcin Wężyk)

CZĘŚĆ III

JAKOŚĆ PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA

1. Imisja zanieczyszczeń powietrza

1.1. Wstęp

Badania problemów imisji zanieczyszczeń powietrza oraz czynników ją warunkujących, stanowią jedno z ważniejszych zadań w Państwowym Monitoringu Środowiska. Narzędziem oceny jakości powietrza na poziomie regionalnym jest wojewódzki system oceny jakości powietrza, w ramach którego prowadzone są pomiary imisji zanieczyszczeń powietrza, w podziale na różne sieci pomiarowe. Dodatkowo prowadzone są prace nad matematycznym modelowaniem jakości powietrza, będącym pomocniczym narzędziem jej oceny. Wojewódzki system oceny jakości powietrza jest nadzorowany przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Poszczególne sieci pomiarowe podzielone zostały według stosowanej metodyki, a co za tym idzie według stopnia dokładności i częstotliwości uzyskiwanych wyników pomiarów. Poszczególne metody monitoringu jakości powietrza o różnej intensywności, przeznaczone są do określenia jakości powietrza na obszarach o różnym stopniu zagrożenia zdrowia ludności i środowiska.

System oceny jakości powietrza w Polsce działa w oparciu o następujące uregulowania prawne:

- ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity Dz. U. z 2008 r. nr 25, poz. 150 z późn. zmianami),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. nr 47, poz. 281),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r. nr 52, poz. 310),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2002 r. nr 87, poz. 798),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lutego 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy ochrony powietrza (Dz. U. z 2008 r. nr 38, poz. 220 i 221),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 czerwca 2007 r. w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku (Dz. U. z 2007 r. nr 120, poz. 828),
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. z 2006 r. nr 63 poz. 445).

Ponadto w czasie prac nad oceną jakości powietrza brane są pod uwagę także zalecenia Głównego Inspektora Ochrony Środowiska zawarte w opra-

cowywanych tematycznie wskazówkach.

Celem monitoringu zanieczyszczenia powietrza jest dokonywanie wstępnych, pięcioletnich i rocznych ocen jakości powietrza w poszczególnych strefach. Wstępne i pięcioletnie oceny jakości powietrza dokonywane są co 5 lat, w celu określenia metod ocen rocznych w każdej strefie oceny na kolejne 5 lat. W jej wyniku określone są potrzeby modyfikacji zakresu monitoringu jakości powietrza.

Roczne oceny jakości powietrza przeprowadzane są w celu określenia stanu zanieczyszczenia powietrza w strefach oceny i wykrycia ewentualnych przekroczeń standardów jakości powietrza (poziomów dopuszczalnych, docelowych oraz celów długoterminowych, określonych w stosownych przepisach prawnych). Służą one do określenia potrzeby wdrażania programów ochrony powietrza w ramach planów naprawczych Marszałka Województwa.

Ze względu na konieczność dostosowania jakości powietrza w Polsce do norm Unii Europejskiej, określono marginesy tolerancji dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu. Co roku wartość marginesów tolerancji dla poszczególnych substancji maleje. Stąd kryteria ocen rocznych zaostrzają się stopniowo. Niweluje to negatywne skutki natychmiastowego wprowadzania w życie działań naprawczych dla wszystkich zanieczyszczeń powietrza w dużej liczbie obszarów kraju. Uzyskany dzięki temu czas umożliwia rozpoznanie poziomu stężenia poszczególnych substancji, bez konieczności nadmiernego rozbudowania kosztownych sieci pomiarów automatycznych. Od 2005 r. dla części zanieczyszczeń marginesy tolerancji przestały obowiązywać. Spowodowało to gwałtowne zwiększenie liczby stref z ogłoszoną najgorszą klasą jakości powietrza.

Wartości kryterialne stężenia zanieczyszczeń powietrza, będące podstawą ocen jakości powietrza przedstawia tabela III.1-1., w której uwzględniono także marginesy tolerancji poziomów dopuszczalnych dla NO_2 oraz benzenu za 2007 r.

W polskim prawodawstwie szczególny nacisk położony został na ocenę jakości powietrza na obszarach aglomeracji o liczbie mieszkańców większej niż 250 tys., dla których określono obowiązek wykonywania pomiarów ciągłych.

Obecny kształt systemu monitoringu jakości powietrza w województwie łódzkim, został ustalony w oparciu o wyniki wstępnej i kolejnej pięcioletniej oceny jakości powietrza w województwie łódzkim. Dodatkowo w pracach projektowych wykorzystano wyniki modelowania matematycznego, z wykorzystaniem programu Calmet/Calpuff. W wyniku realizacji projektu na obecny kształt wojewódzkiego systemu oceny jakości powietrza składa się system pomiarowy oraz matematyczne modelowanie jakości powietrza, oparte o wojewódzki bank danych o emisji zanieczyszczeń powietrza. Schemat organizacyjny systemu przedstawia rys. III.1-1.

Tabela III.1-1. Poziomy dopuszczalne, docelowe i wartości celu długoterminowego stężenia zanieczyszczeń powietrza (z uwzględnieniem marginesów tolerancji za 2007r.)
opracowano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 03.03. 2008 r. (Dz. U. z 2008r. nr 47, poz. 281)

Lp.	Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Jednostki	Wartość dopuszczalnego i docelowego poziomu substancji w powietrzu oraz wartość celu długoterminowego	Uwzględniony margines tolerancji dla 2007 r. [%]	kryterium po uwzględnieniu marginesów tolerancji dla 2007 r.		Termin osiągnięcia poziomu
						wartość po uwzględnieniu marginesu tolerancji za 2007 r.	dopuszczalna częstość przekroczeń w roku kalendarzowym	
1	Benzen	rok kalendarzowy	µg/m ³	5	60	8	-	2010
2	NO ₂	jedna godzina	µg/m ³	200	15	230	18 razy	2010
		rok kalendarzowy	µg/m ³	40	15	46	-	2010
3	SO ₂	rok kalendarzowy	µg/m ³	30	0	30	-	2003
		jedna godzina	µg/m ³	350	0	350	24 razy	2005
		24 godziny	µg/m ³	125	0	125	3 razy	2005
4	Ołów ^{b)}	rok kalendarzowy	µg/m ³	0,5	0	0,5	-	2005
		24 godziny	µg/m ³	50	0	50	35 razy	2005
5	PM10 ^{c)}	rok kalendarzowy	µg/m ³	40	0	40	-	2005
6	CO	8 godzin ^{d)}	µg/m ³	10000 ^{d)}	0	10000 ^{d)}	-	2005
7	Arsen ^{e)}	rok kalendarzowy	ng/m ³	6	0	6	-	2013
8	Benzo(a)piren ^{e)}	rok kalendarzowy	ng/m ³	1	0	1	-	2013
9	Kadm ^{e)}	rok kalendarzowy	ng/m ³	5	0	5	-	2013
10	Nikiel ^{e)}	rok kalendarzowy	ng/m ³	20	0	20	-	2013
11	Ozon	8 godzin ^{d)}	µg/m ³	120 ^{d)}	0	120 ^{d)}	25 dni ^{f)}	2010 /2020
		okres wegetacyjny (1V – 31VII)	µg/m ³ h	18000 ^{g)h)}	0	18000 ^{g)h)}	-	2010
		okres wegetacyjny (1V – 31VII)	µg/m ³ h	6000 ^{g)}	0	6000	-	2020

kolorem czerwonym – oznaczono wartości kryterialne określone ze względu na ochronę zdrowia ludzi

kolorem zielonym – oznaczono wartości kryterialne określone ze względu na ochronę roślin

a) – suma dwutlenku azotu i tlenku azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu,

b) – suma metalu i jego związków w pyłe zawieszonym PM10,

c) – stężenie pyłu o średnicy aerodynamicznej ziaren do 10 µm (PM10) mierzone metodą wagową z separacją frakcji lub metodami uznanymi za równorzędne,

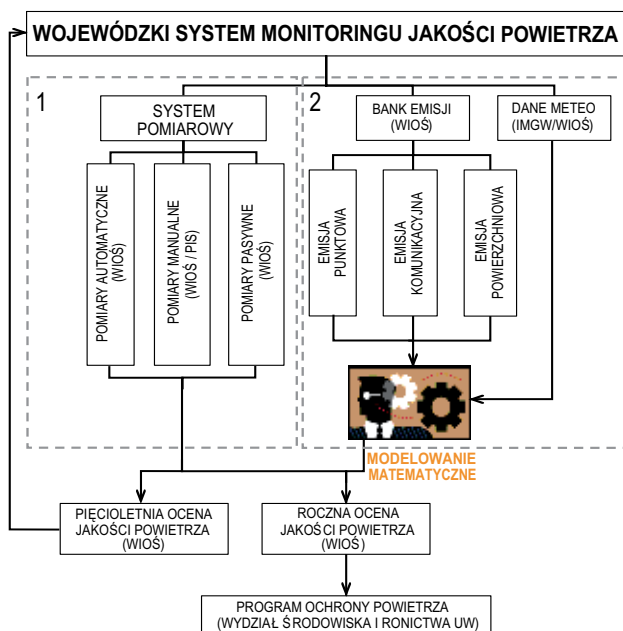
d) – maksymalna średnia ośmiogodzinna, spośród średnich krocących, obliczanych co godzinę z ośmiu średnich jednogodzinnych w ciągu doby. Każdą tak obliczoną średnią 8-godzinną przypisuje się dobie, w której się ona kończy; pierwszym okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 17.00 dnia poprzedniego do godziny 01.00 danego dnia. Ostatnim okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 16.00 do 24.00 tego dnia czasu środkowoeuropejskiego CET.

e) – całkowita zawartość tego pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10, a dla benzo(a)pirenu całkowitą zawartość benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10,

f) – liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat. W przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku,

g) – wyrażony jako AOT 40, które oznacza sumę różnic pomiędzy stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonym w µg/m³ a wartością 80 µg/m³, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8.00 a 20.00 czasu środkowoeuropejskiego CET, dla której stężenie jest większe niż 80 µg/m³. Wartość tę uznaje się za dotrzymaną, jeżeli nie przekracza jej średnia z takich sum obliczona dla okresów wegetacyjnych z pięciu kolejnych lat. W przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat dotrzymanie tej wartości sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej trzech kolejnych lat. W przypadku gdy w serii pomiarowej występują braki, obliczaną wartość AOT 40 należy pomnożyć przez iloraz liczby możliwych terminów pomiarowych do liczby wykonanych w tym okresie pomiarów.

h) – Wartość uśredniona dla kolejnych pięciu lat. W przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej trzech lat.

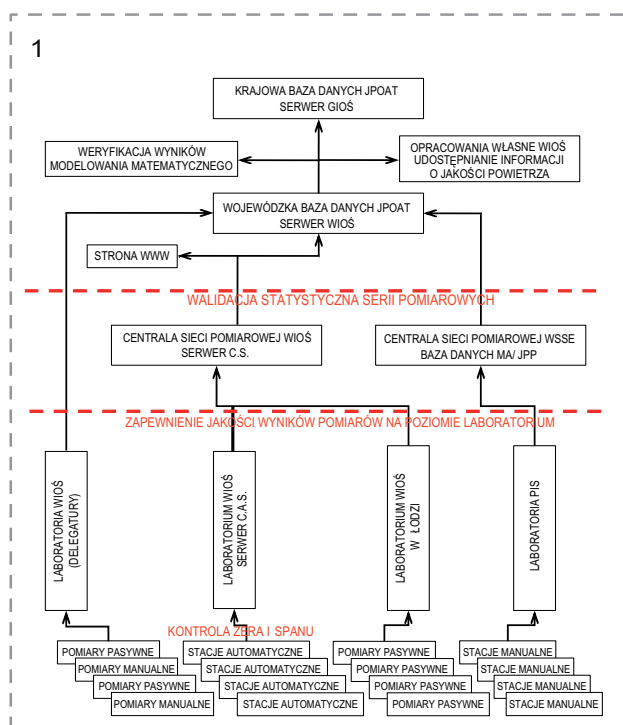


Rys. III.1-1. Schemat organizacyjny wojewódzkiego systemu monitoringu powietrza

W skład systemu pomiarowego wchodzi następujące sieci pomiarowe:

- Sieć pomiarów automatycznych (ciągłych)
- Sieć pomiarów manualnych (średniodobowych), w tym:
 - Sieć stacji obsługiwanych przez WIOŚ oraz zakłady pracy
 - Sieć Nadzoru Ogólnego Państwowej Inspekcji Sanitarnej
- Sieć pomiarów pasywnych (miesięcznych).

Organizację systemu pomiarowego przedstawia rys. III.1-2.



Rys. III.1-2. Schemat organizacyjny systemu pomiarów imisji w województwie łódzkim

W województwie łódzkim działa sieć pomiarów automatycznych składająca się z 10 stacji, z czego na terenie aglomeracji łódzkiej działa 6 stacji. Ponadto w województwie działają 2 stacje pomiaru tła miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim i Radomsku oraz 2 stacje na obszarach niezurbanizowanych w Gajewie (gmina Witonia, powiat łęczycki) i Parzniewicach (gmina Wola Krzysztoporska, powiat piotrkowski). Takie rozmieszczenie stacji pomiarowych zapewnia dokładną ocenę jakości powietrza na obszarach najbardziej zagrożonych.

Jednym z elementów sieci stacji automatycznych jest bazowa stacja meteorologiczna w Łodzi przy ul. Lipowej 81 (maszt o wys. 35 m.n.p.t.). Stanowi ona uzupełnienie osłony meteorologicznej, niezbędnej w analizie wyników pomiarów imisji.

Wyniki pomiarów ciągłych oraz pasywnych są na bieżąco publikowane na stronie internetowej Inspektoratu w systemie on-line (www.wios.lodz.pl). Ponadto serwis internetowy wzbogacony jest o codzienne prognozy zanieczyszczenia powietrza w formie dynamicznych animacji.

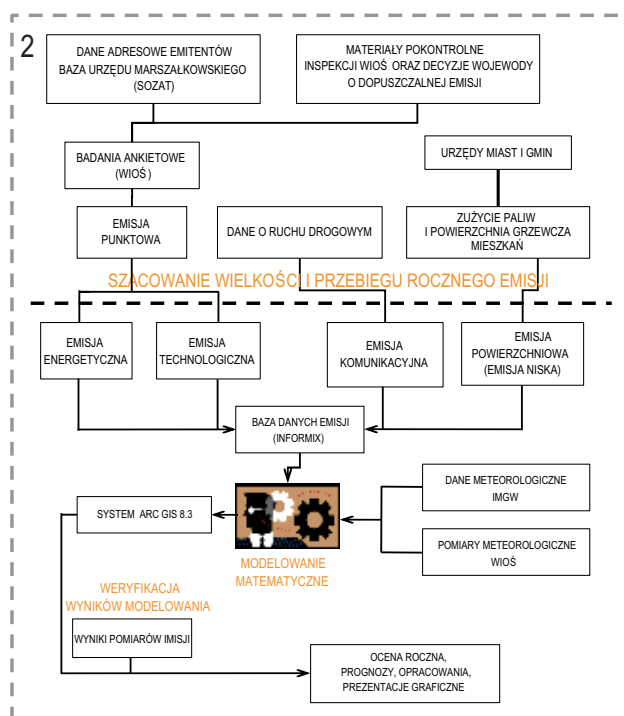
Największe nakłady środków i prac w monitoringu jakości powietrza są lokowane na obszarze Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej. Jest to związane z dużą liczbą ludności narażonej na negatywne skutki zdrowotne pogorszonego stanu aerosanitarne powietrza. Ze względu na dużą intensywność niekorzystnych zjawisk związanych z kumulacją zanieczyszczeń powietrza na obszarach silnie zurbanizowanych (wzmószona emisja zanieczyszczeń, duże skupienie źródeł emisji na małym obszarze, pogorszone warunki przewietrzania w związku z gęstą zabudową).

W związku z powyższym najintensywniejsze pomiary ciągłe prowadzone są na obszarach o najwyższym poziomie imisji (aglomeracja). Manualne pomiary średniodobowe prowadzone są w pozostałych miastach powiatowych. Miesięczne pomiary z pasywnym poborem próby wykonywane są w mniejszych miejscowościach, w celu określenia lokalnie występujących obszarów przekroczeń średniorocznych wartości poziomów dopuszczalnych SO_2 i NO_2 .

Drugą istotną częścią systemu oceny jakości powietrza w województwie jest modelowanie matematyczne. Oparte jest ono o szereg baz danych. W celu dokonania obliczeń poziomu stężenia zanieczyszczeń w powietrzu niezbędne jest uprzednie zebranie danych o emisji punktowej, emisji liniowej (komunikacyjnej) oraz emisji komunalnej oszacowanej powierzchniowo (dla obszarów bez centralnego ogrzewania). Ponadto do obliczeń modelowych niezbędne są dane meteorologiczne w gęstej sieci receptorów, w tym pionowe profile aerologiczne przez

atmosferę, niezbędne dla obliczenia warunków rozprzestrzenienia się zanieczyszczeń ze źródeł emisji. Całość baz danych oraz wyniki obliczeń są zorientowane i opisane w systemach informacji przestrzennej GIS, niezbędnych w celu dalszych analiz przestrzennych występowania pól emisji, w tym analizy narażenia ludności województwa.

Organizację systemu obliczeniowego oraz źródła informacji niezbędnych do modelowania jakości powietrza przedstawia rys. III.1-3.



Rys. III.1-3. Schemat organizacyjny wojewódzkiego banku emisji w województwie łódzkim

Dodatkowym zastosowaniem matematycznego modelowania jakości powietrza oraz zebranych baz danych jest prognozowanie stanu zanieczyszczenia powietrza na obszarach zurbanizowanych, z wykorzystaniem zakupionych cyfrowych prognoz meteorologicznych. W wyniku obliczeń otrzymywana jest sekwencyjna animacja w postaci zmieniających się map zasięgów stężenia SO_2 , NO_2 oraz pyłu PM_{10} w Aglomeracji Łódzkiej i Piotrkowie Trybunalskim.

Kolejnym elementem wojewódzkiego systemu oceny jakości powietrza są analizy przestrzenne w systemach GIS. Zastosowanie narzędzi GIS wynika z potrzeb w zakresie ocen jakości powietrza, jak również z wymogów modelu dyspersyjnego wykorzystywanego do obliczeń jakości powietrza.

Dzięki współpracy z Wojewódzkim Ośrodkiem Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Łodzi, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska dysponuje szeregiem map cyfrowych, będących podstawą do rozbudowy zasobów danych przestrzennych, dotyczących m.in. jakości powietrza. Na potrzeby systemu zorganizowane zostały zasoby

informacji o wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza, w tym: rozmieszczenie stanowisk pomiarowych wraz z charakterystyką wielkości emisji poszczególnych substancji, klasyfikacje dla stref oceny jakości powietrza. Ponadto zasób geoinformacyjny obejmuje dane o rozmieszczeniu źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza, w tym: rozkład emisji liniowej na drogach województwa, rozmieszczenie emitorów punktowych o wysokości > 20 m n.p.t., rozkład wielkości emisji powierzchniowej w województwie (miejscowości wiejskie, obszary nieucieplnione w miastach - określone na podstawie map ucieplnienia, gęstości zaludnienia, lokalnych baz danych inwentaryzacji budynków, itp.).

Obecnie najważniejszymi zadaniami stojącymi przed Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska w dziedzinie oceny jakości powietrza jest rozbudowa sieci pomiarów stężenia metali ciężkich i WWA w pyłe PM_{10} , zgodnie z obowiązkiem realizacji dyrektywy 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2005r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu.

Ponadto niezbędna jest rozbudowa systemu zapewnienia jakości wyników pomiarów zanieczyszczenia powietrza, w szczególności interkalibracja i pomiary porównawcze przy użyciu różnych metod pomiarowych. Wiąże się to z pracami nad wprowadzeniem ogólnokrajowego systemu zapewnienia jakości wyników pomiarów w monitoringu jakości powietrza.

Istotnym zagadnieniem jest także coroczna kalibracja modelu matematycznego CALMET/CALPUFF względem wyników pomiarów oraz kalibracja modelu prognostycznego względem bieżących wyników pomiarów automatycznych.

Istotnym zadaniem systemu oceny jakości powietrza jest m.in. ostrzeganie władz oraz opinii publicznej o ryzyku wystąpienia, bądź wystąpieniu przekroczeń poziomów alarmowych substancji w powietrzu. Identyfikację przekroczeń umożliwia sieć pomiarów automatycznych, która charakteryzuje się krótkim czasem pomiędzy zakończeniem pomiaru, a udostępnieniem jego wyników za pośrednictwem strony internetowej oraz tablicy multimedialnej w centrum Łodzi.

Natomiast jedynym narzędziem umożliwiającym ostrzeganie ludności o ryzyku wystąpienia przekroczenia poziomów alarmowych, w cyklu krótkoterminowym jest cyfrowa prognoza jakości powietrza. Procedurę informowania o wystąpieniu przekroczenia lub jego ryzyku ogólnie sformułowano w art. 92 i 93 ustawy Prawo ochrony środowiska. Obecne zapisy ustawy pozostawiają dość dużą swobodę organizacji systemu powiadamiania i wdrażania krótkoterminowych działań naprawczych w wyniku

stwierdzenia przekroczeń poziomów alarmowych, w poszczególnych województwach.

W województwie łódzkim zagrożenie przekroczeń poziomów alarmowych substancji w powietrzu zostało uwzględnione w prowadzonych pracach nad Wojewódzkim Planem Reagowania Kryzysowego, tworzonego przy współpracy służb Wojewody.

Oprócz powiadamiania na szczeblu województwa, dane dotyczące przekroczeń poziomów alarmowych oraz ryzyku wystąpienia przekroczenia poziomu alarmowego ozonu są przekazywane za pośrednictwem bazy danych PA do GIOŚ.

Jak do tej pory jedynymi przypadkami wystąpienia konieczności uruchamiania procedury powiadamiania społeczeństwa były przypadki przekraczania poziomu ostrzegawczego stężenia ozonu. Zdarzały się one w ciągu sezonu wiosenno-letniego, średnio 2-3 razy do roku.

Wartości i opisy czasów uśrednienia poziomów alarmowych substancji w powietrzu przedstawia tabela III.1-2.

Tabela III.1-2. Alarmowe poziomy niektórych substancji, oznaczenie numeryczne tych substancji oraz okresy, dla których uśrednia się wyniki pomiarów

Lp.	Nazwa substancji (numer CAS) ^{a)}	Okres uśredniania wyników pomiarów	Alarmowy poziom substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Dwutlenek azotu (10102-44-0)	jedna godzina	400 ^{b)}
2	Dwutlenek siarki (7446-09-5)	jedna godzina	500 ^{b)}
3	Ozon ^{c)} (10028-15-6)	jedna godzina	240
4	Pył zawieszony PM10	24 godziny	200 ^{d)}

^{a)} - oznaczenie numeryczne substancji według Chemical Abstracts Service Registry Numer.

^{b)} - wartość występująca przez trzy kolejne godziny w punktach pomiarowych reprezentujących jakość powietrza na obszarze o powierzchni co najmniej 100km² albo na obszarze strefy zależnie od tego, który z tych obszarów jest mniejszy.

^{c)} - wartość progowa informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia poziomów alarmowych wynosi 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

^{d)} - wartość progowa informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia przez trzy kolejne doby niekorzystnych skutków zdrowotnych

Opracował: *Bartłomiej Świątczak*

1.2. Imisja zanieczyszczeń gazowych w woj. łódzkim w 2007 r.

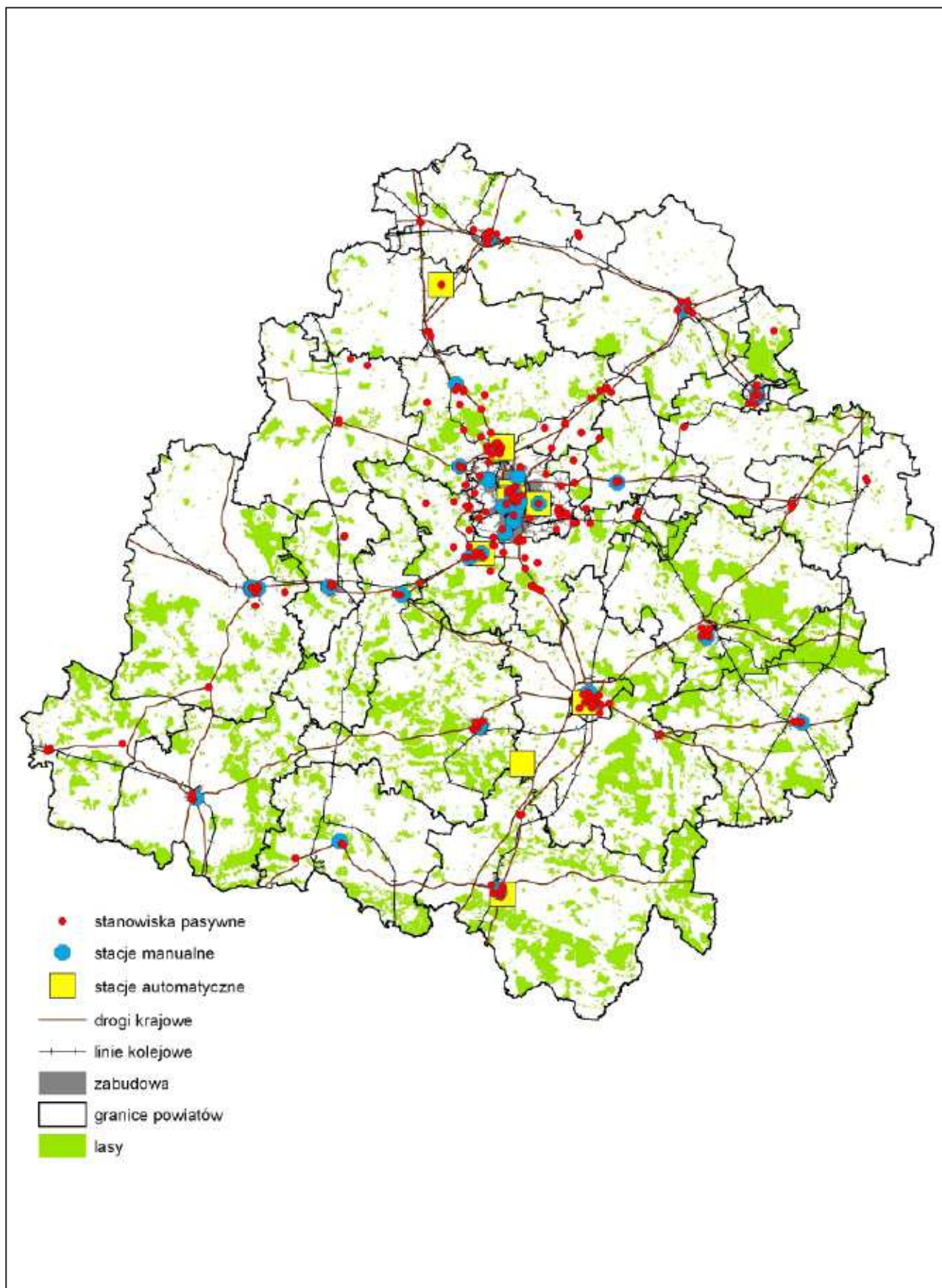
W 2007 r. sieć monitoringu zanieczyszczeń gazowych na terenie woj. łódzkiego składała się z 9 stacji automatycznych, 32 stacji manualnych (w tym 30 należących do WSSE Łódź i 2 należących do WIOŚ Łódź). Uzupełnieniem sieci było 219 punktów z pasywnym poborem próbek.

Na stacjach automatycznych mierzone były stężenia zanieczyszczeń powietrza z uśrednieniem średniogodzinnym, na stacjach manualnych z uśrednieniem średniodobowym, a w punktach pasywnych ze średniomiesięcznym.

Najbardziej rozbudowany był zakres pomiarowy na stacjach automatycznych, gdzie w zależności od stacji mierzono - SO₂, NO, NO₂, NO_x, węglowodory aromatyczne (benzen, toluen, ksylen), CO, O₃ oraz parametry meteorologiczne. Na stacjach manualnych mierzono z kolei SO₂, NO₂ i formaldehyd. W punktach pasywnych mierzono SO₂ i NO₂. Ponadto na wybranych stacjach automatycznych i manualnych mierzono stężenia pyłu zawieszono oraz metali ciężkich w pyłe. Rozmieszczenie stacji automatycznych, manualnych i punktów pasywnych na terenie województwa przedstawiono na mapie III.1-1.

Zmierzone stężenia podstawowych zanieczyszczeń gazowych w 2007 r. były zdecydowanie mniejsze niż w latach ubiegłych. Wpływ na to miały przede wszystkim sprzyjające warunki meteorologiczne panujące w okresie grzewczym. Ciepła zima, mała ilość dni z silnymi mrozami oraz dominujący cyklonalny typ pogody w ciągu roku przyczyniły się z jednej strony do mniejszego zapotrzebowania na energię ciepłą, z drugiej zaś sprzyjały przewietrzaniu terenów zabudowanych. Wyjątkiem były stężenia NO₂, które już od kilku lat utrzymują się na stosunkowo wysokim poziomie. Problem ten dotyczy przede wszystkim gęsto zabudowanych terenów śródmiejskich oraz obszarów położonych przy jezdniach z dużym natężeniem ruchu samochodowego. Jak wiadomo z roku na rok zwiększa się liczba pojazdów poruszających po drogach, co ma swoje odzwierciedlenie w większej emisji komunikacyjnej, a co za tym idzie, również i imisji. W roku 2007 zmierzono również bardzo wysokie stężenia ozonu. Związane to było oczywiście z warunkami meteorologicznymi panującymi w okresie wiosenno-letnim. Gorąca i sucha pora letnia przyczyniła się do wzrostu stężeń ozonu powyżej dopuszczalnych norm.

W pierwszej połowie 2008 r. weszło w życie rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. nr 47, poz. 281). W rozporządzeniu tym określono na nowo poziomy dopuszczalne dla niektórych substancji (benzen, NO₂, NO_x, SO₂, ołów, CO



Mapa III.1-1. Sieć monitoringu jakości powietrza w woj. łódzkim w 2007 r.

oraz pył PM10), wprowadzono tzw. poziomy docelowe (ozon, benzo(a)piren, arsen, kadm, nikiel) oraz poziomy celów długoterminowych (ozon). W ocenie jakości powietrza za rok 2007 uwzględniono ww. rozporządzenie. Jeżeli dla jakiejś substancji nie wyznaczono poziomu dopuszczalnego, docelowego lub celu długoterminowego wzięto pod uwagę wartości odniesienia określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 1, poz. 12).

Dotychczasowe rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji (Dz. U. Nr 87, poz. 796) przestało obowiązywać.

1.2.1. Imisja dwutlenku siarki

Od przeszło 10 lat wartości stężeń SO_2 utrzymują się na stosunkowo niskim poziomie. Różnice pomiędzy poszczególnymi latami są stosunkowo małe i w większości zależą od panujących w danym roku warunków meteorologicznych. W roku 2007 wartości stężeń były średnio o ok. 20% niższe niż w roku 2006. Cechą charakterystyczną rozkładu stężeń SO_2 są stosunkowo małe różnice pomiędzy terenami miejskimi, podmiejskimi a wiejskimi. Oczywiście na terenach wiejskich wartości stężeń były i są niższe niż na terenach zabudowanych, jednakże nie są to tak znaczące różnice jak w przypadku innych zanieczyszczeń gazowych.

W 2007 r. na terenach wiejskich stężenia średnioroczne mierzone metodą pasywną wyniosły od $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ do $9\mu\text{g}/\text{m}^3$, na obszarach leśnych $4,5 - 6\mu\text{g}/\text{m}^3$. W miarę zbliżania się ku granicom obszarów zabudowanych stężenia rosły do około $10\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na terenie Łodzi stężenia średnioroczne wyniosły od $9\mu\text{g}/\text{m}^3$ do $12\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na terenie Piotrkowa Tryb. $9 - 15\mu\text{g}/\text{m}^3$, w Skierniewicach $6 - 10\mu\text{g}/\text{m}^3$, w Sieradzu $6 - 20\mu\text{g}/\text{m}^3$. W pozostałych większych miastach takich jak Bełchatów ok. $8\mu\text{g}/\text{m}^3$, Tomaszów Maz. $9-18\mu\text{g}/\text{m}^3$, Zgierz $6-14\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pabianice $7-11\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia zmierzono w centrach miast oraz na obszarach, gdzie dominuje stara zabudowa przedwojenna lub jednorodzinna z indywidualnym ogrzewaniem budynków. W mniejszych miastach województwa stężenia średnioroczne nie odbiegały znacząco od tych zmierzonych w większych miastach. Często nawet stężenia były większe niż w dużych miastach. I tak np. w takich miejscowościach jak: Pajęczno, Działoszyn, Kamieńsk, Ksawerów, Żychlin czy Sulejów zmierzono stężenia średnioroczne w okolicy $20\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stężenia średnioroczne mierzone metodą automatyczną wyniosły od $12,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Piotrkowie Tryb. i Radomsku do $21,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Zgierzu. W Łodzi wynio-

sły one ok. $15\mu\text{g}/\text{m}^3$, w Pabianicach $16,3\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mierzone metodą manualną były o wiele mniejsze i wyniosły średnio $4-6\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zaznaczyć tutaj trzeba, że metoda pasywna w odróżnieniu od metody manualnej czy automatycznej, jest obciążona stosunkowo dużym błędem pomiarowym – wynoszącym $\pm 38,5\%$ w przypadku SO_2 i $\pm 11,2\%$ w przypadku NO_2 . Dlatego stosowana jest głównie jako metoda pomocnicza w określaniu stanu jakości powietrza.

Jak widać z powyższego zestawienia wyników, stężenia średnioroczne na terenie województwa utrzymywały się na bardzo podobnym poziomie. Najniższe wystąpiły na terenach wiejskich, najwyższe z kolei w miejscowościach, gdzie dominuje indywidualne ogrzewanie budynków. Wartość odniesienia $D_a = 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ nie została przekroczona. Maksymalne stężenie średnioroczne SO_2 wyniosło $23,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (w punkcie pasywnym w Radomsku przy ul. Sklepowej) co stanowi blisko 80% D_a oraz $21,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stacji automatycznej w Zgierzu) co stanowi przeszło 70% D_a . Na pozostałych terenach było to 30% - 40% D_a . W bardzo dużym stopniu na te stosunkowo niskie wartości stężeń średniorocznych wpływ miały sprzyjające warunki meteorologiczne w okresie zimowym. Rok 2007 charakteryzował się stosunkowo ciepłym okresem zimowym, który przyczynił się do mniejszej emisji SO_2 , a co za tym idzie i imisji. Ponadto duża liczba dni z cyklonalnym typem pogody sprzyjała szybkiemu przewietrzaniu, co również miało swój pozytywny wpływ na imisję.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. nr 47, poz. 281) dopuszczalny poziom stężenia SO_2 ze względu na ochronę zdrowia wyznaczony jest również dla stężeń średniodobowych S_{24} i średniogodzinnych S_1 . Dopuszczalne stężenie średniogodzinne wynosi $D_1 = 350\mu\text{g}/\text{m}^3$ i może być przekroczone 24 razy w ciągu roku. Dopuszczalne stężenie średniodobowe wynosi $D_{24} = 125\mu\text{g}/\text{m}^3$ i może być przekroczone tylko 3 razy w ciągu roku. Ze względu na ochronę roślin dopuszczalny poziom wynosi $D_a = 20\mu\text{g}/\text{m}^3$.

W 2007 r. nie zmierzono stężenia średniodobowego przekraczającego wartości $125\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie średniodobowe zmierzono w dniu 27.12.2007 r. na stacji automatycznej w Zgierzu przy ul. Mielczarskiego 1 i wyniosło ono $S_{24} = 93\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe średniodobowe na stacji manualnej w Piotrkowie Tryb. przy ul. Karolinowskiej 51 i wyniosło $S_{24} = 67\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na pozostałych stacjach manualnych nie przekroczyło $50\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stężenia średniogodzinne powyżej $350\mu\text{g}/\text{m}^3$ nie zmierzono na żadnej ze stacji. Najwyższe stężenie średniogodzinne zmierzono w dniu 21.12.2007 r. na stacji automatycznej w Zgierzu - $240,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz na stacji przy ul. Czernika 1/3 w Łodzi w dniu 19.12.2007 r. - $230,4\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na pozostałych stacjach nie przekroczyło $200\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia średniogodzinne i średniodobowe zmierzono w okresie zimowym.

Ze względu na ochronę roślin również nie doszło do przekroczenia dopuszczalnych norm.

Rok 2007 był stosunkowo ciepłym rokiem. Sprzyjające warunki meteorologiczne spowodowały, że nie mieliśmy do czynienia z przekroczeniami określonych norm. W porównaniu z innymi latami stężenia utrzymywały się na stosunkowo niskim poziomie. Zaznaczyć jednak trzeba, że taki silny wpływ warunków meteorologicznych na wartości emisji SO_2 świadczyć może tylko i wyłącznie o tym, że nadal dużym problemem jest sposób ogrzewania budynków (emisja energetyczna). Spadki temperatury powietrza w okresie zimowym przyczyniają się do większej emisji SO_2 z energetycznego spalania paliw. Ponieważ podczas tego typu pogody mamy do czynienia z antycyklonalnym typem cyrkulacji, w którym rozprzestrzenianie zanieczyszczeń powietrza jest spowalniane przez niskogradentowe pole ciśnienia atmosferycznego, skutkiem tego jest zmniejszenie prędkości wiatru oraz występowanie warstw inwersji temperatury na stosunkowo niskiej wysokości nad poziomem terenu. Wtedy też dochodzi do gwałtownego wzrostu stężeń SO_2 w powietrzu. Gdyby rozwiązać problem ogrzewania budynków, czyli podłączyć je do sieci ciepłych lub zmienić sposób ogrzewania z węglowego na gazowy, problem wysokich stężeń SO_2 w okresie zimowym byłby o wiele mniejszy. Dotyczy to oczywiście nie tylko dużych miast, ale również i tych mniejszych, w których stężenia SO_2 nie odbiegają zasadniczo od tych zmierzonych w większych ośrodkach miejskich. Warunki meteorologiczne mają zbyt duży wpływ na imisję. Powinniśmy dążyć w kierunku jak najmniejszego wpływu tych czynników na stan jakości powietrza.

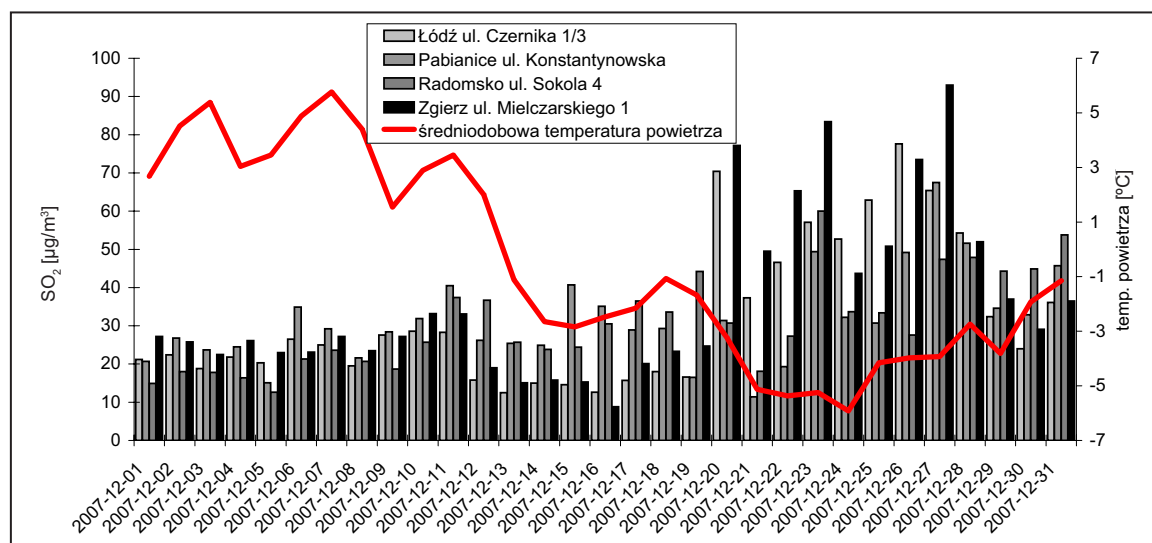
Poniżej przedstawiono wykres z przebiegiem średniodobowego stężenia SO_2 w grudniu 2007 r. na wybranych stacjach automatycznych, na którym widać korelację pomiędzy temperaturą powietrza a wielkością imisji.

1.2.2. Imisja dwutlenku azotu

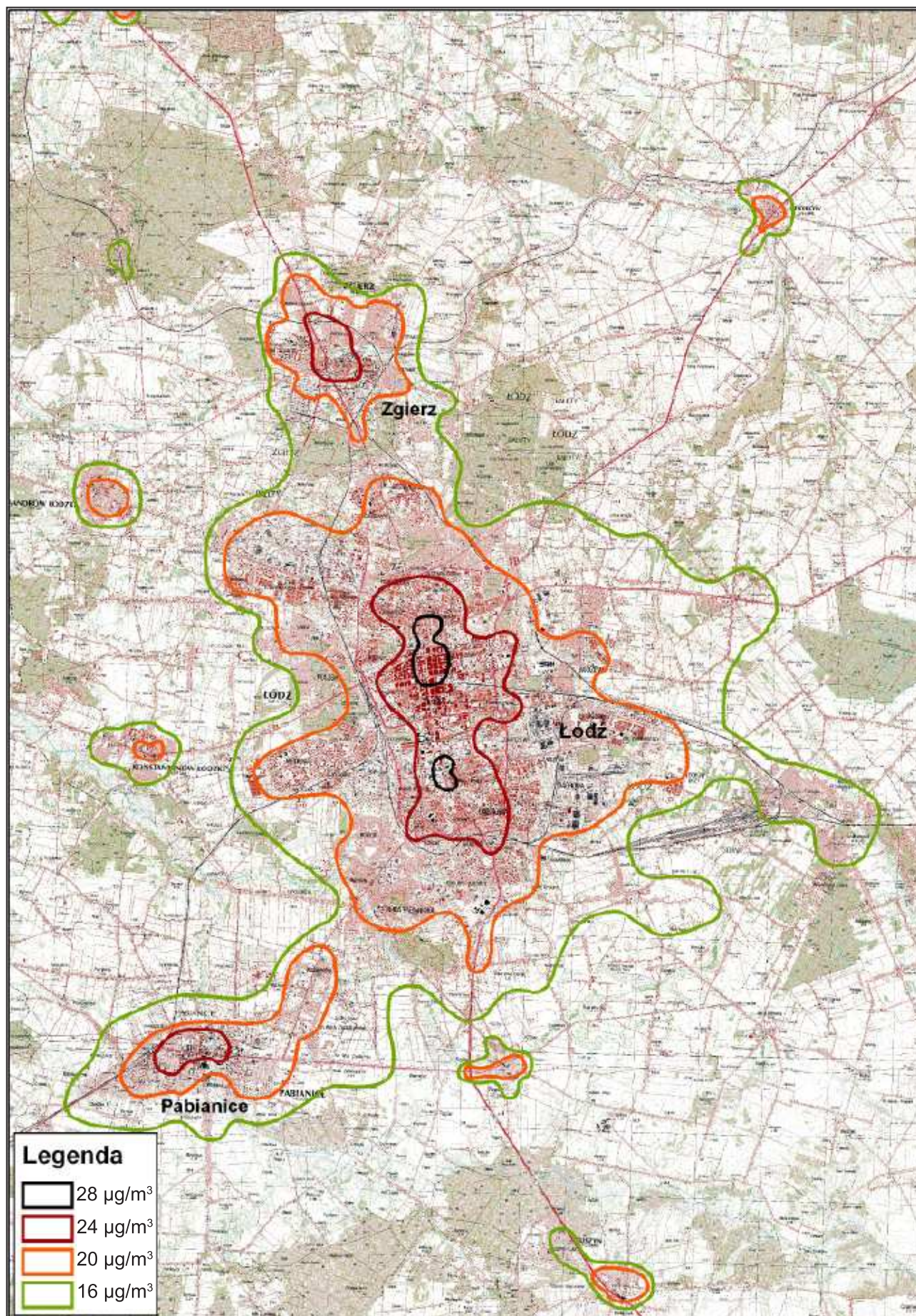
Rozkład średniorocznych stężeń NO_2 w 2007 r. na terenie woj. łódzkiego nawiązywał swym kształtem do rozkładów z ubiegłych lat. Największe stężenia występowały na terenach zurbanizowanych - w centralnych częściach miast, nieco niższe w mniejszych miastach, najniższe zaś na terenach wiejskich. Największe zróżnicowanie rozkładu występowało na terenie aglomeracji łódzkiej, co wynika głównie z wielkości aglomeracji jak i układu przestrzennego.

Najniższe średnioroczne stężenia wynoszące poniżej $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tj. $30\% D_a = 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ze względu na ochronę zdrowia ludzi) występowały na terenach wiejskich oraz leśnych. Na terenach niezabudowanych, użytkach rolnych i leśnych graniczących z miastami stężenia wyniosły ponad $12\mu\text{g}/\text{m}^3$, dochodząc czasami do $16\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na terenach małych miast oraz na obrzeżach większych ośrodków miejskich – np. Piotrkowa Tryb., Radomsko, Skierniewic, Sieradza czy Łodzi średnioroczne stężenia wynosiły około $16\mu\text{g}/\text{m}^3 - 18\mu\text{g}/\text{m}^3$ wzrastając ku centrum miast do $20\mu\text{g}/\text{m}^3$. W większości miast powiatowych stężenia powyżej $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły tylko w centralnych częściach danych ośrodków. W takich miastach jak Łódź, Piotrków Trybunalski, Zgierz i Pabianice najwyższe stężenia średnioroczne przekroczyły $24\mu\text{g}/\text{m}^3$. W samej Łodzi wystąpił też mały obszar ze stężeniem powyżej $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ – była to południowa część Bałut, północna część Śródmieścia i północna część Górnej. Najwyższe stężenia zmierzono na obszarach, gdzie dominuje w większości stara przedwojenna zabudowa, o bardzo dużej emisji powierzchniowej i komunikacyjnej oraz utrudnionych warunkach do szybkiego przewietrzania.

Poniżej przedstawiono mapy z rozkładem średniorocznych stężeń NO_2 na terenie aglomeracji łódzkiej, Piotrkowa Trybunalskiego, Skierniewic i Sieradza (mapy III.1-2. – III.1-5.).



Rys. III.1-4. Przebieg średniodobowych stężeń SO_2 oraz średniodobowej temperatury powietrza na wybranych stacjach automatycznych w woj. łódzkim w grudniu 2007 r. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Mapa III.1-2. Rozkład średniorocznych stężeń NO₂ na terenie aglomeracji łódzkiej w 2007 r. (poza głównymi trasami)



Mapa III.1-3. Rozkład średniorocznych stężeń NO₂ na terenie Piotrkowa Trybunalskiego w 2007 r. (poza głównymi trasami)



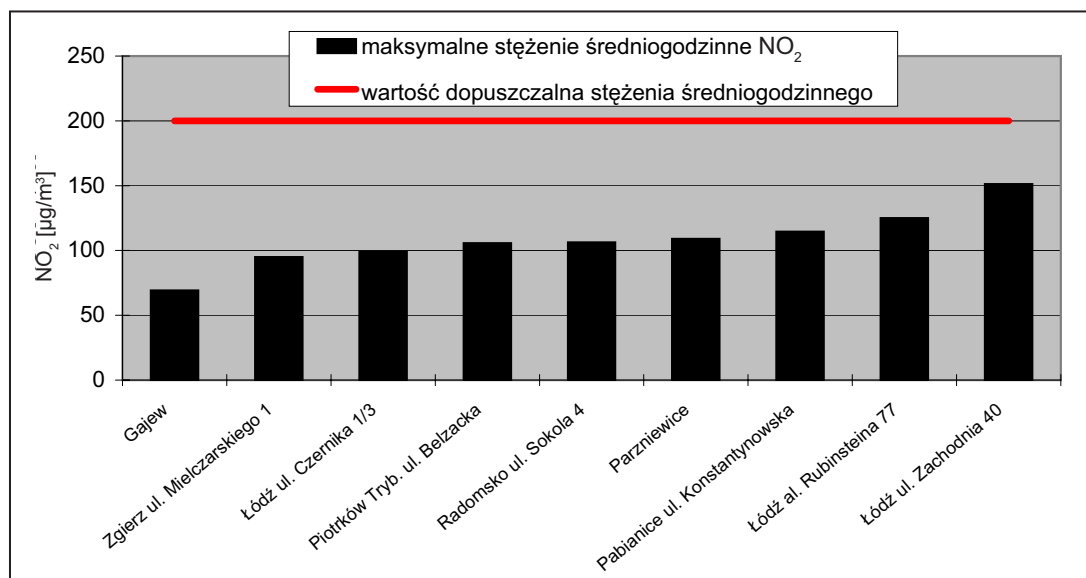
Mapa III.1-4. Rozkład średniorocznych stężeń NO₂ na terenie Skierniewic w 2007 r. (poza głównymi trasami)



Mapa III.1-5. Rozkład średniorocznych stężeń NO₂ na terenie Sieradza w 2007 r. (poza głównymi trasami)

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. nr 281, poz. 281) oprócz dopuszczalnej wartości stężenia średniorocznego $D_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wyznaczona jest również dopuszczalna wartość stężenia średniogodzinnego $D_1 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, która może być przekroczona w ciągu roku maksymalnie 18 razy. W 2007 r. nie zmierzono na żadnej ze stacji automatycznych stężenia średniogodzinnego, które przekroczyłyby $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe zmierzone stężenie średniogodzinne wyniosło $151,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (75,6% $D_1 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i zmierzone zostało w dniu 23 kwietnia na stacji automatycznej przy ul. Zachodniej 40 w Łodzi. Na rysunku III.1-5. przedstawiono maksymalne wartości stężeń średniogodzinnych NO₂ zmierzonych w 2007 r.

W przebiegu rocznym najwyższe stężenia występowały w okresie zimowym. Średniomiesięczne stężenia NO₂ w tym okresie były parokrotnie większe niż w okresie letnim, stężenia średniogodzinne nawet kilkunastokrotnie większe. Wynika to oczywiście z wielkości emisji, która w okresie zimowym jest o wiele większa niż w okresie letnim. Ponadto w okresie zimowym występują bardzo często niekorzystne warunki meteorologiczne sprzyjające wzrostowi emisji zanieczyszczeń powietrza. Mała prędkość wiatru oraz powstanie warstwy inwersji temperatury na niskiej wysokości ogranicza zjawisko przewietrzania danego terenu, a co za tym idzie sprzyja wzrostowi emisji.



Rys. III.1-5. Maksymalne stężenia średniogodzinne NO₂ zmierzone na stacjach automatycznych w woj. łódzkim w 2007 r.

Tabela III.1-3. Stężenia średnioroczne zmierzone na stacjach automatycznych w woj. łódzkim w latach 2004 - 2007

adres	zanieczyszczenie	2004		2005		2006		2007	
		S _a [µg/m ³]	kompletność %	S _a [µg/m ³]	kompletność %	S _a [µg/m ³]	kompletność %	S _a [µg/m ³]	kompletność %
Łódź al. Rubinsteina 77	SO ₂	11,7	98,9	13,6	99,7	15,9	99,2	11,3	99,7
Łódź ul. Czernika 1/3		9,8	99	14,1	97,4	17,1	95,3	15,7	99,1
Pabianice ul. Konstancyńska (Polfa)		14,2	95,9	15,9	97,0	18,5	97,7	15,1	98,3
Parzniewice		9,4	92,2	11,5	91,8	14,5	98,8	12,4	82,8
Piotrków ul. Belzacka		-	-	31,8	16,1	20,0	90,5	12,3	80,7
Radomsko ul. Sokola 4		-	-	10,0	50,1	13,4	99,4	12,3	91,4
Zgierz ul. Mielczarskiego 1		20,2	97,7	20,4	99,0	24,4	99,4	21,3	99,7
Gajew	NO ₂	9	97	11,4	97,2	13,3	96,1	11,5	96,1
Łódź al. Rubinsteina 77		22,6	99,1	25,2	99,5	26,1	98,2	23,0	98,6
Łódź ul. Czernika 1/3		16,3	99,1	19,0	96,4	20,1	96,5	16,4	96,2
Łódź ul. Zachodnia 40		28,3	98,1	33,4	99,2	37,0	99,3	32,5	99,1
Pabianice ul. Konstancyńska (Polfa)		20,3	95,9	25,6	96,7	19,6	82,6	21,3	96,7
Parzniewice		11,8	98,2	14,2	98,6	13,1	94,1	14,3	97,9
Piotrków ul. Belzacka		14,5	94	21,6	88,4	22,2	62,6	18,4	97,5
Radomsko ul. Sokola 4		-	-	14,5	65,5	17,7	96,1	14,5	93,5
Zgierz ul. Mielczarskiego 1		15,9	98,5	21,7	99,0	22,8	74,9	18,8	89,7
Łódź al. Rubinsteina 77		CO	515,4	98,6	568,2	99,6	591,9	99,4	540,1
Łódź ul. Czernika 1/3	393,3		95,9	427,7	97,0	510,7	96,7	430,7	99,8
Łódź ul. Zachodnia 40	704,9		99	759,8	99,4	829,1	99,5	735,0	97,7
Piotrków ul. Belzacka	725,8		31,6	575,5	95,5	613,8	77,7	592,5	96,0
Radomsko ul. Sokola 4	-		-	410,9	62,9	542,9	99,6	481,8	98,7
Zgierz ul. Mielczarskiego 1	695,2		97,8	703,7	97,7	647,1	99,3	557,2	97,7
Gajew	O ₃	54,9	97,6	56,8	97,9	57,7	99,6	51,6	99,0
Łódź ul. Czernika 1/3		59,4	97,7	63,3	96,2	60,5	94,4	54,7	99,9
Parzniewice		61,2	95,3	63,0	98,0	63,1	96,3	57,3	97,4
Piotrków ul. Belzacka		49,3	97,2	51,4	96,2	54,4	93,7	48,8	99,3
Łódź al. Rubinsteina 77	C ₆ H ₆	1,4	96	1,5	94,5	1,7	95,0	1,3	95,6
Łódź ul. Zachodnia 40		1,9	69,6	1,7	94,9	2,8	91,7	2,0	59,5

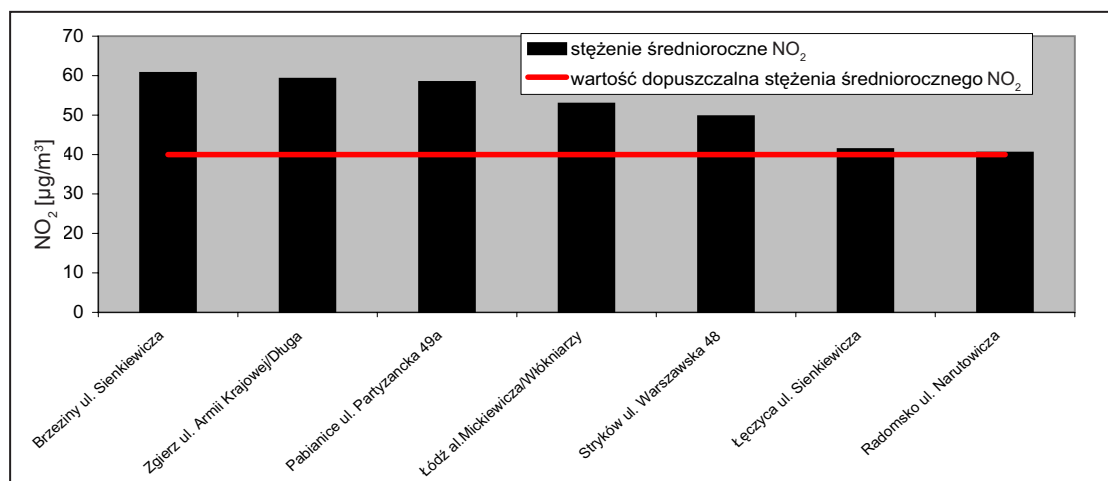
Uwaga – wyniki pomiarów o kompletności poniżej 90% nie są brane pod uwagę w ocenie rocznej jakości powietrza

W odróżnieniu od opisanego powyżej rozkładu stężeń NO_2 na terenie województwa (tzw. tła zanieczyszczeń, czyli uśrednionej wartości stężeń na danym obszarze), zupełnie inaczej wygląda stan imisji przy jezdniach. Tereny położone w bezpośrednim sąsiedztwie tras komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu samochodowego znajdują się pod bardzo dużym wpływem emisji komunikacyjnej. Emisja komunikacyjna ma tutaj decydujący wpływ na wielkość imisji zanieczyszczeń. Wpływ ten widoczny jest zazwyczaj w odległości do kilku czy kilkunastu metrów od linii jezdni. W skrajnych przypadkach może on być widoczny nawet do kilkudziesięciu metrów. Zależy to oczywiście od wielkości natężenia ruchu na danej drodze oraz charakteru zabudowy na danym odcinku. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że wzdłuż dróg i ulic poziom imisji NO_2 jest zazwyczaj większy o 50-100% niż na terenach sąsiadujących z nimi. Z taką sytuacją mamy do czynienia wtedy, gdy z jednej strony natężenie ruchu jest bardzo duże a dany odcinek drogi jest zabudowany. Powoduje to, że nie ma sprzyjających warunków do przewietrzania, co z kolei przyczynia się do wzrostu stężeń zanieczyszczeń powietrza. Ponadto na takim terenie na emisję komunikacyjną nakłada się jeszcze emisja powierzchniowa i punktowa.

Największe miasta województwa łódzkiego (powyżej 50 tys. mieszkańców) - Łódź, Piotrków Trybunalski, Tomaszów Mazowiecki, Radomsko, Zgierz i Pabianice są bardzo dobrym przykładem tego zjawiska. Duże natężenie ruchu samochodowego w centrum tych miast, mała przepustowość dróg oraz stara zabudowa ograniczająca przewietrzanie, przyczyniają się do wzrostu stężeń NO_2 do bardzo dużych wartości, często przekraczających wartości dopuszczalne. Dodatkowym zjawiskiem występującym w okresie zimowym jest nakładanie się na emisję komunikacyjną emisji powierzchniowej, co skutkuje jeszcze większymi wzrostami stężeń NO_2 . Bardzo często zdarza się, że w mniejszych ośrodkach miejskich dochodzi również do wzrostu imisji NO_2 powyżej dopuszczalnej wartości.

Wyniki pomiarów sieci pasywnej prowadzonych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi na terenie województwa potwierdzają to zjawisko. W 2007 r. w takich miastach jak: Łódź, Pabianice, Zgierz, Radomsko, Brzeziny, Stryków i Łęczyca doszło do przekroczenia dopuszczalnej wartości stężenia średniorocznego $D_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. III.1-6.). Najwyższe stężenie średnioroczne zmierzone metodą pasywną na terenie województwa zmierzono w Brzezinach przy ul. Sienkiewicza/Bohaterów Wolności i wyniosło $S_a = 60,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (czyli 151,8% $D_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na stacjach manualnych prowadzonych przez Wojewódzką Stację Sanitarno – Epidemiologiczną w Łodzi również zmierzono wartości stężeń średniorocznych przekraczających wartość $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W Łodzi na stacji manualnej przy ul. Wodnej 40 $S_a = 54,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na stacji przy ul. Przybyszewskiego 10 $S_a = 40,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie zmierzono jednak na stacji manualnej w Łodzi przy ul. Zachodniej 80 (skrzyżowanie z ul. Próchnika) gdzie $S_a = 67,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że wartości stężeń średniorocznych w danych punktach wyniosły maksymalnie nawet 168,3% wartości dopuszczalnej D_a . Do przekroczeń dopuszczalnej wartości średniorocznej $D_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dochodziło tylko i wyłącznie na terenach położonych przy jezdniach większych arterii komunikacyjnych oraz w centralnych częściach miast, gdzie dominuje stara przedwojenna zabudowa utrudniająca przewietrzanie danych terenów. W porównaniu z rokiem 2006 wartości stężeń średniorocznych były na podobnym poziomie. Oznaczać to może, że mimo sprzyjających warunków meteorologicznych panujących w 2007 r. wartości imisji utrzymywały się na tak wysokim poziomie gdyż emisja komunikacyjna była stosunkowo wysoka.

Na terenach położonych przy trasach może dochodzić do przekroczenia dopuszczalnej wartości stężenia średniogodzinnego $D_1 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Choć na żadnej z istniejących stacji automatycznych na terenie województwa łódzkiego nie zmierzono w 2007 r. wartości stężenia średniogodzinnego przekraczającego $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nie



Rys. III.1-6. Maksymalne stężenia średnioroczne NO_2 zmierzone w wybranych miastach woj. łódzkiego w 2007 r.

można wykluczyć, że do takich przekroczeń nie doszło. Gęsta przedwojenna zabudowa, wąskie ulice z dużym natężeniem ruchu samochodowego to idealne warunki do wzrostu emisji NO_2 . Ponieważ takie warunki występują w centrum wielu miast woj. łódzkiego potencjalnie na tych terenach mogło dochodzić do przekroczenia wartości dopuszczalnej D_1 . Usytuowanie stacji automatycznej w takich miejscach nie jest jednak zawsze możliwe. Z przyczyn technicznych jak i ekonomicznych nie można usytuować stacji w dowolnym miejscu. To z kolei powoduje, że nie można „dotrzeć” do terenów o potencjalnie najwyższych stężeniach zanieczyszczeń.

Cechą charakterystyczną emisji NO_2 przy jezdniach jest ich mała zmienność w ciągu roku. Wartości stężeń średniomiesięcznych są niemal identyczne przez cały rok. O ile na obszarach nie będących pod bezpośrednim wpływem emisji komunikacyjnej najwyższe wartości notuje się w okresie zimowym (sezon grzewczy) o tyle przy jezdniach najwyższe wartości mogą wystąpić o każdej porze roku. W niektórych punktach pomiarowych położonych przy jezdni zaznacza się jedynie okres letni jako ten z większymi stężeniami, co ma swoje uzasadnienie z tym, że w okresie letnim natężenie ruchu samochodowego jest większe niż w okresie zimowym. Różnice te nie są jednak za duże.

Rozwiązaniem problemu bardzo wysokich stężeń NO_2 przy jezdniach byłaby oczywiście przebudowa sieci komunikacyjnej. W centralnych częściach miast należałoby poszerzyć istniejące ulice, wprowadzić ograniczenia w ruchu na niektórych odcinkach, wprowadzić tzw. zieloną falę itp. Oprócz przebudowy sieci komunikacyjnej należałoby zbudować obwodnice, które odciążąby ruch samochodowy. Dzięki takim inwestycjom jak obwodnice, trasy szybkiego ruchu i autostrady ruch tranzytowy zostałby przeniesiony poza granice nie tylko dużych miast jak Łódź czy Zgierz, ale również i mniejszych ośrodków typu Brzeziny czy Łęczycy. Oczywiście takie inwestycje są czynione, jednak ich tempo jest niezadowolające. Bardzo często brak środków finansowych jak i ograniczenia administracyjne czy urbanizacyjne utrudniają lub uniemożliwiają ich szybką realizację. Oczywiście powyższe inwestycje i tak nie spowodują, że wartości stężeń NO_2 przy jezdniach gwałtownie się obniżą. Mogą jedynie zatrzymać trend wzrostowy lub spowodować, że wartości stężeń będą niższe od dopuszczalnych. Nie możemy również zapominać, że nawet po przeniesieniu części ruchu samochodowego na zewnątrz miast liczba pojazdów poruszających się po ich raczej gwałtownie nie zmaleje. A to z kolei powoduje, że emisja komunikacyjna będzie utrzymywać się na podobnym poziomie lub minimalnie wykazywać trend wzrostowy.

1.2.3. Imisja tlenu węgla

Pomiary tlenu węgla prowadzone są na stacjach automatycznych na terenie Łodzi, Zgierza, Radomska i Piotrkowa Trybunalskiego. Od początków pomiarów nie stwierdzono ani razu przekroczenia dopuszczalnego stężenia, określonego obecnie obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 47 poz. 281). Dopuszczalna wartość stężenia CO wynosi $D_8 = 10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a obliczana jest jako maksymalna średnia ośmiogodzinna, spośród średnich kroczących, obliczanych co godzinę z ośmiu średnich jednogodzinnych w ciągu doby.

O ile w roku 2006 maksymalne stężenie S_8 sięgnęło 68% D_8 , to w roku 2007 było to już 42% wartości D_8 . Najwyższą wartość stężenia S_8 zmierzono na stacji automatycznej w Radomsku przy ul. Sokolej 4 w dniu 21.02.2007 r. ($S_8 = 4204,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stosunkowo wysokie stężenia wystąpiły również w centrum Łodzi. Tam najwyższe stężenie S_8 wyniosło $3514,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Z prowadzonych pomiarów wynika, że najwyższe stężenia CO występują w centrach miast oraz przy głównych ciągach komunikacyjnych.

Ponieważ głównym źródłem CO jest obecnie emisja powierzchniowa i liniowa, na osiedlach mieszkaniowych miast oraz na obrzeżach miast, gdzie ww. emisja jest stosunkowo mała, stężenia CO były mniejsze o około 50%.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można oszacować, że stężenia średnioroczne CO wyniosły od $400\text{-}500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na obrzeżach miast, do $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w centrum miast. Przy głównych ciągach komunikacyjnych wartości te były większe i mogły dochodzić nawet do $900\text{-}1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na obszarach wiejskich stężenia średnioroczne wyniosły $300\text{-}350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Podobnie jak przy innych zanieczyszczeniach gazowych pochodzenia energetycznego, najwyższe stężenia średniogodzinne czy też średnie ośmiogodzinne notowane są w okresie zimowym. Jedynie w pobliżu dróg wartości stężeń nie wykazują tak dużej zmienności w ciągu roku. Poniżej przedstawiono maksymalne stężenia 8-godzinne z lat 2004–2007 zmierzone na stacjach automatycznych w woj. łódzkim (tabela III.1-4.).

Tabela III.1-4. Maksymalna średnia 8-godzinna CO na stacjach automatycznych w woj. łódzkim w latach 2004 – 2007

adres	2004	2005	2006	2007
	S_8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	S_8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	S_8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	S_8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Łódź al. Rubinsteina 77	2315,4	2370,8	3694,3	2367,5
Łódź ul. Czernika 1/3	1786,1	2370,7	2934,1	1869,9
Łódź ul. Zachodnia 40	3631,3	3169,7	6832,4	3514,3
Piotrków ul. Belzacka	2226,5	3822,1	6326,1	3108,3
Radomsko ul. Sokola 4	–	2746,4	4218,5	4204,0
Zgierz ul. Mielczarskiego 1	3640,1	3648,2	5184,1	2688,2

1.2.4. Imisja formaldehydu

Pomiarem stężeń formaldehydu na terenie województwa zajmuje się wyłącznie WSSE w Łodzi. Prowadzi ona pomiary na 6 stacjach manualnych w Łodzi oraz 1 manualnej w Zgierzu. Na pozostałych terenach nie prowadzi się pomiarów formaldehydu. Na stacjach mierzone są średniodobowe wartości stężeń. Ponieważ obowiązujące przepisy nie określają wartości dopuszczalnej stężenia, przy opracowywaniu wyników pomiarów należy posłużyć się wartością odniesienia, która w przypadku tego zanieczyszczenia dla stężenia średniorocznego wynosi $D_a = 4\mu\text{g}/\text{m}^3$. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że w roku 2007 jak i w latach ubiegłych na wszystkich stacjach doszło do przekroczenia wartości odniesienia D_a . W skrajnych przypadkach wartości były większe nawet o 60% od wartości odniesienia. W poprzednich latach zdarzały się przypadki, że stężenia średnioroczne były większe o 100% niż wartość odniesienia. Stężenia średnioroczne w Łodzi wyniosły od $4,25\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji manualnej przy ul. Deczyńskiego 24 do $6,48\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji manualnej przy ul. Wodnej 40 i ul. Wici 3. W Zgierzu stężenie średnioroczne wyniosło $5,21\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia średniodobowe zmierzono w okresie letnim, najniższe w okresie zimowym. Ponieważ największym emitentem tego związku jest obecnie motoryzacja, najwyższe stężenia zanotowano w pobliżu ciągów komunikacyjnych. Poprzez analogię do innych miast można oszacować, że w pozostałych dużych miastach województwa łódzkiego – Piotrkowie Tryb., Bełchatowie, Tomaszowie Maz., Skierniewicach, Sieradzu czy Kutnie również mamy do czynienia z tak wysokimi stężeniami tego związku.

W przyszłości nie należy spodziewać się spadku stężeń formaldehydu. Emisja komunikacyjna tego zanieczyszczenia jest z roku na rok coraz większa. Emisja energetyczna utrzymuje się na podobnym poziomie w zależności od warunków meteorologicznych. Ograniczenie emisji z innych źródeł (np. technologicznych) nie przynosi zamierzonego efektu. Jedynie radykalna przebudowa dróg, w tym budowa obwodnic, autostrad i tras szybkiego ruchu, która odciążałaby sieć komunikacyjną w danych miastach oraz zmiana sposobu ogrzewania budynków przyczyniłaby się do mniejszej emisji formaldehydu jak i innych zanieczyszczeń.

1.2.5. Imisja węglowodorów

Stan zanieczyszczenia powietrza węglowodorami mierzony był w 2007 r. na 2 stacjach automatycznych w Łodzi. Metodą automatyczną mierzono średniogodzinne stężenia toluenu, m+p-ksylenu, o-ksylenu oraz benzenu.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami jedynie dla benzenu określona jest dopuszczalna wartość stę-

żenia średniorocznego wynosząca $D_a = 5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dla pozostałych węglowodorów wyznaczone zostały tzw. wartości odniesienia.

Od początków prowadzenia pomiarów automatycznych wartości stężeń benzenu utrzymują się poniżej wartości dopuszczalnej. Mierzone wartości zazwyczaj nie przekraczają 50% D_a . W 2007 r. wartości stężeń średniorocznych były niższe niż w latach ubiegłych. Średnioroczne stężenie na stacji przy al. Rubinsteina 77 wyniosło $S_a = 1,3\mu\text{g}/\text{m}^3$, przy ul. Zachodniej 40 $S_a = 2,0\mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że maksymalnie sięgnęło tylko 40% D_a . Zaznaczyć tutaj jednak trzeba, że na stacji przy ul. Zachodniej kompletność serii wyniosła tylko 59,5%. Wartość odniesienia stężenia średniogodzinnego dla benzenu wynosząca $D_1 = 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ nie została przekroczona.

Na podstawie wyników pomiarów prowadzonych na stacjach automatycznych można oszacować, że średnioroczne wartości stężenia benzenu na obszarach zabudowanych na terenie województwa wynoszą $S_a = 1,5-2,5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Przy jezdniach o dużym natężeniu ruchu samochodowego są większe i maksymalnie sięgają $S_a = 3-4\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na obszarach wiejskich nie powinny przekraczać $S_a = 1-1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$, w małych miejscowościach również nie więcej niż $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia benzenu mierzone są w okresie zimowym. Jedynie na stacji położonej przy jezdni rozkład stężeń jest bardziej wyrównany. Oznacza to, że na stan imisji tego związku duży wpływ ma emisja energetyczna, która obok emisji komunikacyjnej kształtuje imisję tego zanieczyszczenia.

Średnioroczne wartości pozostałych węglowodorów kształtowały się na jeszcze niższym poziomie. Identycznie jak w poprzednich latach wartość odniesienia dla średniorocznych stężeń ksyleny i toluenu wynosząca $D_a = 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ nie została przekroczona. Stężenia średnioroczne toluenu kształtowały się na poziomie od $1,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ do $2,7\mu\text{g}/\text{m}^3$, natomiast ksyleny (jako suma izomerów) od $0,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ do $0,6\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zmierzone stężenia były zatem niższe o 50% niż w 2006 r.

W przypadku stężeń średniogodzinnych mieliśmy do czynienia z 1 przekroczeniem wartości odniesienia $D_1 = 100\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na stacji przy ul. Zachodniej 40 stężenie średniogodzinne toluenu osiągnęło maksymalnie $224,1\mu\text{g}/\text{m}^3$. W przypadku ksyleny nie zmierzono wartości średniogodzinnej większej niż $100\mu\text{g}/\text{m}^3$.

W przebiegu rocznym toluenu i ksyleny nie obserwuje się wyraźnych okresów z podwyższonymi wartościami.

Wyniki pomiarów imisji benzenu, ksyleny i toluenu potwierdziły, że najwyższe wartości stężeń notowane są w centrach dużych miast, gdzie na emisję powierzchniową (energetyczną) nakłada się jeszcze emisja komunikacyjna. Na obszarach podmiejskich wartości stężeń są średnio o połowę niższe niż na terenach śródmiejskich. Z punktu widzenia ochrony zdrowia ludności stężenia benzenu nie stanowią obecnie większego zagrożenia.

1.2.6. Imisja ozonu

W odróżnieniu od wcześniej opisanych zanieczyszczeń powietrza, ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w wyniku reakcji fotochemicznych tlenków azotu, tlenków węgla i węglowodorów. Choć w górnych częściach atmosfery (stratosfera) ozon odgrywa bardzo ważną rolę pochłaniając promieniowanie UV, to w dolnych jej częściach (troposfera) jest już zanieczyszczeniem, który negatywnie wpływa na stan ekosystemów w środowisku oraz zdrowie człowieka. Jego powstawaniu w troposferze sprzyja wysokie nasłonecznienie oraz wysoka temperatura powietrza. Dlatego też najwyższe stężenia ozonu notowane są nie w okresie zimowym, jak ma to miejsce w większości zanieczyszczeń, ale w okresie wiosenno - letnim. W przebiegu dobowym najwyższe stężenia notowane są w godzinach popołudniowych. Ponadto przebieg ozonu jest odwrotnie proporcjonalny do przebiegu swojego prekursora – NO_2 . Wszystko to sprawia, że ozon jest zanieczyszczeniem zdecydowanie odróżniającym się od innych zanieczyszczeń gazowych.

Stan zanieczyszczenia powietrza ozonem mierzony jest na stacjach automatycznych w Łodzi, Piotrkowie Tryb., Parzniewicach i Gajewie. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 47, poz. 281) poziom docelowy stężenia ozonu ze względu na ochronę zdrowia ludności, obliczany jako maksymalna średnia ośmiogodzinna spośród średnich kroczących, wynosi $D_8 = 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tak obliczona średnia może być przekroczona tylko przez maksymalnie 25 dni w całym roku (średnia z 3 lat pomiarów). Na stacji automatycznej w Łodzi wartość D_8 została przekroczona przez 37 dni, w Piotrkowie przez 31 dni, w Parzniewicach przez 40 dni, w Gajewie przez 35 dni. Do przekroczeń doszło zatem zarówno na terenach zurbanizowanych jak i wiejskich.

Do przekroczenia ww. normy dochodzi już od 3 lat (tabela III.1-5.). Związane jest to z jednej strony z niesprzyjającymi warunkami meteorologicznymi panującymi w danych latach oraz z zaostrzeniem przepisów. Do końca 2004 r. maksymalna liczba dni z przekroczeniem wynosiła 60, od 2005 r. już tylko 25.

Okres wiosenno-letni charakteryzuje się wysokim usłonecznieniem rzeczywistym, wysokimi temperaturami

powietrza oraz małą prędkością wiatru. W ciągu ostatnich lat charakteryzował się ponadto małą sumą opadów i stosunkowo małą prędkością wiatru. Były to zatem idealne warunki do powstawania ozonu. Dlatego też mieliśmy do czynienia z przekroczeniami poziomu docelowego.

Takie idealne warunki wystąpiły m.in. w dniu 17.07.2007 r. Wtedy też na stacji w Parzniewicach i w Piotrkowie Tryb. zmierzono w ciągu kolejnych 3 godzin stężenia średniogodzinne powyżej $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że przekroczono wartość progową informowania o ryzyku wystąpienia poziomu alarmowego wynoszącego $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W Parzniewicach najwyższa zmierzona wartość wyniosła $183,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, w Piotrkowie Tryb. $193,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zgodnie z nowym rozporządzeniem obniżony został poziom docelowy pod kątem ochrony ekosystemów – tzw. wartość AOT40 wynosząca dotychczas $24\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ obniżona została do $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$. Spowodowało to, że w roku 2007 doszło do przekroczenia celu długoterminowego. Dotychczas nie mieliśmy do czynienia z przekroczeniem tej wartości, jednak ze względu na zaostrzenie norm rok 2007 był pierwszym rokiem z przekroczeniem. Norma ta nie dotyczy jednak terenów silnie zurbanizowanych. Tereny aglomeracji łódzkiej nie są brane pod uwagę w tej ocenie.

Cechą charakterystyczną ozonu jest to, że w odróżnieniu od typowych zanieczyszczeń pochodzenia energetycznego, jest to zanieczyszczenie wielkoobszarowe. Na obszarach podmiejskich i wiejskich nie stwierdza się o wiele mniejszych stężeń ozonu niż na terenach miejskich. Czasami na terenach rolniczych występują wyższe stężenia niż na terenach zabudowanych. Wytłumaczyć to można zjawiskiem przenoszenia tzw. prekursorów ozonu (np. NO_x) z terenów, gdzie są one emitowane, czyli z terenów miejskich na tereny rolnicze. Ponadto na terenach niezurbanizowanych do powierzchni terenu dociera większa ilość energii słonecznej, co również wpływa na podwyższenie stężeń O_3 .

Problem zanieczyszczenia powietrza ozonem nie jest problemem skali lokalnej, który dotyczy określonego miasta czy aglomeracji. Jest to problem, który obejmuje znacznie większe obszary. Często na terenach o bardzo małym zanieczyszczeniu powietrza, stężenia ozonu są porównywalne do tych na terenach miejskich.

Tabela III.1-5. Liczba dni z przekroczeniem maksymalnej średniej 8-godzinnej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz wartości AOT40 na stacjach automatycznych w woj. łódzkiej w latach 2004 – 2007

adres	2004		2005		2006		2007		średnia z 3 lat	średnia z 4 lat
	liczba dni	AOT40	liczba dni	AOT40	liczba dni	AOT40	liczba dni	AOT40		
Gajew	16	11831	35	17667,6	48	28024,4	23	16881	35	18601
Łódź ul. Czernika 1/3	21	13676,1	41	20972,8	40	27794,8	31	19020,2	37	20366
Parzniewice	24	12448,1	36	19810,7	47	27830,5	37	20363,8	40	20113
Piotrków ul. Belzacka	13	10298,6	23	18332,7	40	28806,4	30	19140	31	19144

Wyznaczony nowym rozporządzeniem poziom docelowy 25 dni w przypadku stężeń ośmiogodzinnych jak i AOT40 wielkości $18\ 000\ \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ ma być osiągnięty najpóźniej w 2010 r. Jest to jednak mało realne. Chcąc obniżyć stężenia ozonu należałoby przede wszystkim ograniczyć emisję prekursorów w skali regionalnej, czyli działać w skali całego kraju czy nawet kontynentu. Działania lokalne nie wpłyną w decydujący sposób na zmniejszenie wartości stężeń tego zanieczyszczenia. Dlatego należy spodziewać się, że w najbliższych latach będziemy mieli do czynienia z przekroczeniami poziomów docelowych na terenie woj. łódzkiego.

Obecnie największym problemem dla obszaru województwa łódzkiego jest emisja powierzchniowa oraz komunikacyjna. Te dwa źródła zanieczyszczenia powietrza. Emisja punktowa (technologiczna) nie odgrywa już takiej znaczącej roli jak kiedyś. Najwyższe wartości stężeń zanieczyszczeń powietrza notowane są na gęsto zabudowanych obszarach śródmiejskich większych miast województwa. Na obszarach tych nakładają się bowiem wszystkie niekorzystne czynniki. Stara zabudowa w centrach miast z jednej strony ogranicza ruch samochodów (wąskie ulice, brak możliwości ich poszerzenia) oraz szybkie przewietrzanie danych terenów. Z drugiej zaś strony w okresie zimowym emisja energetyczna z tych budynków znacząco pogarsza stan jakości powietrza (nadal bardzo duży odsetek budynków nie jest podłączonych do sieci ciepłych). Jeśli dodamy do tego występujące bardzo często w okresie zimowym niekorzystne warunki meteorologiczne, nie ma co się dziwić, że dochodzi do wzrostu stężeń zanieczyszczeń często powyżej dopuszczalnych norm. Problem ten dotyczy niemal wszystkich miast powiatowych.

Dlatego należy podążać w kierunku systematycznego odchodzenia od indywidualnych palenisk domowych, podłączać nowe obszary pod duże ciepłownie lub elektrociepłownie oraz zastępować kotłownie węglowe gazowymi. Z drugiej strony należy przebudować istniejącą sieć komunikacyjną na obszarach miejskich. Nie jest ona bowiem przygotowana do tak dużego natę-

żenia ruchu samochodowego. Poszerzanie ulic, przebudowa skrzyżowań, zwiększanie przepustowości, ograniczanie ruchu w centrum, płatne postoje lub ich zakaz, przenoszenie ruchu tranzytowego poza granice to tylko mała część działań jakie powinny być podjęte. Nie należy również zapominać o jak najszybszej budowie autostrad, tras szybkiego ruchu i obwodnic. Oczywiście część tych działań jest obecnie realizowana, jednak ich tempo jest zbyt wolne. Barię są zazwyczaj zbyt małe fundusze na ich realizację jak i trudności proceduralne. A inwestycje takie powinny być zrealizowane jak najszybciej. Z roku na rok wzrasta liczba aut poruszających się po drogach. Każdego roku sprowadza się do Polski ok. 1 mln aut używanych. Jeśli dodamy do tego sprzedaż roczną nowych aut na poziomie ok. 250 tys., to nie należy się dziwić, że ten rodzaj czynnika zaczyna odgrywać coraz większą rolę w kształtowaniu emisji NO_2 oraz innych zanieczyszczeń gazowych. Już dzisiaj zjawisko kongestii, czyli zatłoczenia na trasach komunikacyjnych, staje się normalnością. Budowa autostrad i tras szybkiego ruchu powinna „przejąć” część ruchu, zwłaszcza tego o charakterze tranzytowym. Choć nie spowoduje to radykalnej zmiany emisji w miastach pomoże powstrzymać trend wzrostowy emisji zanieczyszczeń przy jezdniach lub też spowodować w najlepszym razie ich spadek poniżej dopuszczalnych wartości.

Zupełnie inaczej kształtować się będzie sytuacja z emisją ozonu w dolnej części troposfery. Tutaj działania lokalne zmierzające do ograniczenia emisji, a co za tym idzie i emisji zanieczyszczeń gazowych pochodzenia energetycznego nie wpłyną w dużym stopniu na spadek notowanych wartości ozonu. Ozon jest zanieczyszczeniem regionalnym obejmującym bardzo duże obszary na terenie całego województwa, kraju a nawet i kontynentu. Dopiero zmniejszenie emisji na poziomie regionalnym mogłoby wpłynąć na wartości notowanych stężeń. A działania w takiej skali są w krótszej perspektywie czasu raczej niemożliwe do realizacji. Dlatego nie należy spodziewać się w niedalekiej przyszłości poprawy jeżeli chodzi o to zanieczyszczenie.

Opracował: *Adam Wachowicz*

1.3. Imisja zanieczyszczeń pyłowych w województwie łódzkim

1.3.1. Pochodzenie pyłu zawieszonego w atmosferze

Zanieczyszczenia pyłowe stają się w ostatnich latach głównym problemem w dziedzinie ochrony powietrza atmosferycznego. Ze względu na powszechność występowania ponadnormatywnych poziomów imisji pyłu zawieszonego w Polsce, jest to obecnie główna przyczyna konieczności wprowadzania kosztownych działań naprawczych. W związku z powyższym istotnym jest rozwój pomiarów imisji pyłu zawieszonego z uwzględnieniem jego najdrobniejszych i zarazem najbardziej szkodliwych frakcji. Istotnym jest również określenie zawartości związków szkodliwych w pyłe, w celu określenia zagrożenia zdrowia ludności, narażonej na działanie podwyższonych wartości jego stężenia w powietrzu.

Zanieczyszczenia pyłowe dostają się do atmosfery z różnych źródeł naturalnych oraz antropogenicznych. Naturalnymi źródłami pyłów w atmosferze są: wietrzenie i rozpad skał, erozja gleb, pożary, wybuchy wulkanów itd. Pyły związane z działalnością człowieka są wydzielane podczas: ogrzewania, spalania, procesów mechanicznych i chemicznych. Ponadto źródłem pyłów jest również komunikacja drogowa i kolejowa oraz procesy produkcyjne.

Skład chemiczny ziaren pyłów może być różny, w zależności od jego pochodzenia. Pyły występujące w miastach pochodzą głównie ze spalania węgla do celów energetycznych (wytwarzanie energii oraz ciepła na potrzeby komunalne i technologiczne). Jego głównym składnikiem są cząstki skały płonnej, sadzy i niespalonych ziaren węgla [1]. Dodatkowo w składzie chemicznym ziaren pyłów znajdują się metale i ich związki, azbest oraz węglowodory (w szczególności 3-4 benzopiren, uważany za czynnik rakotwórczy [2]), pochodzące m.in. z emisji komunikacyjnej.

Według polskiej definicji GUS [2] zanieczyszczenia pyłowe dzielą się na następujące klasy w zależności od wymiarów ziaren pyłu, co decyduje o zdolności ich przenikania w głąb górnych dróg oddechowych:

- pyły o rozdrobieniu makroskopowym o wymiarach ziaren 1000 do 1µm,
- pyły o rozdrobieniu koloidalnym o wymiarach ziaren 1 do 0,001µm.

W zależności od źródła pochodzenia pyłu lub formy jego występowania przyjęto podział na:

- pyły dyspersyjne, tzn. powstałe wskutek mechanicznego rozdrabniania ciał stałych (np. pył węglowy, przy kruszeniu i mieleniu węgla w zakładach energetycznych),

- pyły kondensacyjne, powstałe wskutek skraplania się i zestalania par różnych substancji chemicznych (np. sadza). Występują one z zasady tylko w klasie o rozdrobieniu koloidalnym.

Ilość i charakterystyka pyłów, jakie powstają w procesie spalania paliw stałych zależy od:

- 1) rodzaju paliwa – stopnia rozdrobnienia, zawartości i składu mineralogicznego popiołu, spiekalności, zawartości części lotnych, wilgotności, itp.,
- 2) warunków spalania – rodzaju rusztu, natężenia ciepłego komory paleniskowej, temperatury spalania, warunków przepływu powietrza i spalin, itp.

Ponadto szczególnie „pyłotwórcze” są procesy metalurgiczne oraz produkcja materiałów budowlanych, a zwłaszcza cementu.

O stopniu szkodliwości pyłów decyduje przede wszystkim ich stężenie w atmosferze, skład chemiczny i mineralogiczny. Do pyłów szczególnie toksycznych należą związki arsenu, ołowiu, cynku, manganu, kadmu, miedzi i rtęci. Z pyłów mineralogicznych najbardziej szkodliwy jest kwarc [2].

Pył o średnicy ziaren większej niż 10µm, mierzony jest jako opad pyłu, gdyż w odróżnieniu od pyłu zawieszonego opada on szybko na podłoże przy małych prędkościach wiatru.

„Wyróżnia się dwie warstwy występowania pyłu: pierwsza warstwa o grubości 3-4 m nad powierzchnią terenu to pyły komunikacyjne, druga to warstwa pyłów pochodzących z ogrzewania, unoszących się ponad dachami budynków. ...” [1]

Według Światowej Organizacji Zdrowia [3] pył zawieszony w powietrzu reprezentuje złożoną mieszaninę organicznych i nieorganicznych substancji w postaci stałych oraz ciekłych cząstek zawieszonych w powietrzu. Masa i skład przyczynia się do podziału na dwie główne grupy:

1. pył *gruby* (ang. *coarse mode*) nie mniejszy niż 1µm oraz przeważnie większy niż 2,5µm średnicy aerodynamicznej ziaren pyłu,
2. pył *drobny* (ang. *fine mode*) przeważnie mniejszy niż 2,5µm średnicy aerodynamicznej ziaren (PM_{2,5}).

Te zawieszone cząstki różnią się wielkością, składem oraz genezą. Jest więc dogodnie klasyfikować pyły poprzez ich właściwości aerodynamiczne ponieważ:

- 1) rządzą one transportem i usuwaniem pyłów z powietrza;
- 2) rządzą one również i depozycją w układzie oddechowym;
- 3) są one związane ze składem chemicznym i źródłami pochodzenia pyłów.

Właściwości te są dobrze charakteryzowane przez średnicę aerodynamiczną, która jest jednostką gęstości warstwy o tej samej charakterystyce aerodynamicznej.

Drobniejsze pyły zawierają wtórnie sformowane aerozole (konwersja gazów w pył), w tym pyły ze

spalania i rekondensacji oparów oraz zarodkowania najdrobniejszych cząstek ($<0,1\mu\text{m}$), czyli kondensacji gazów przekształconych w reakcjach atmosferycznych w substancje nisko-temperaturowo-parujące (organiczne i metaliczne). Są one zwane także jądrami Aitkena. Na przykład dwutlenek siarki jest utleniany w atmosferze do postaci kwasu siarkowego (H_2SO_4). Dwutlenek azotu jest utleniany do kwasu azotowego (HNO_3), który na drodze reakcji z amoniakiem (NH_3) prowadzi do powstania azotanu amonowego (NH_4NO_3).

Pyły powstające poprzez pośrednie reakcje gazów w atmosferze nazywane są *pyłami wtórnymi*.

Drobna frakcja ($<2,5\mu\text{m}$ średnicy) zawiera większość kwasowości i aktywności mutagennej pyłu zawieszonego. Jednakże w mgłach występują również nieliczne *grube* krople o odczynie kwaśnym.

Największe pyły, zwane *grubymi* frakcjami są mechanicznie wytwarzane przez kruszenie większych pyłów stałych. Te cząstki mogą zawierać pył wywiewany z obszarów działalności rolniczej, nie pokrytych (nie porośniętych) gleb, nieutwardzonych dróg oraz działalności górniczej. Ruch kołowy powoduje powstanie pyłu drogowego. Ruch pojazdów powoduje turbulencje powietrza mogące ponownie wzbudzić pył drogowy. W pobliżu wybrzeży parowanie rozpylonej wody morskiej może powodować powstawanie ogromnej ilości ziaren. Ziarna pyłków, spory pleśni oraz rośliny i części owadów zawierają się w całości przedziale rozmiarów pyłu *grubego*. Ilość energii wymagana do rozbicia tych cząstek na mniejsze rozmiary rośnie gdy ich rozmiar maleje, faktycznie ustalając dolną granicę tworzenia się w/w pyłów *grubych* wynoszącą około $1\mu\text{m}$.

Cząsteczki z przedziału zarodkowania lub pyłu *grubego* rosną poprzez koagulację, to jest przez połączenie dwóch lub więcej cząstek w formę dużej cząstki lub przez kondensację gazów lub oparów molekuł na powierzchni istniejących pyłów. Koagulacja jest najbardziej wydajna dla dużej liczby cząstek, natomiast kondensacja jest najbardziej wydajna dla dużych części powierzchni. Dlatego wydajność obu, koagulacji i kondensacji maleje gdy rozmiary cząstek rosną, co w rezultacie powoduje powstanie górnej wielkości, powyżej której cząstki nie rosną w wyniku tych procesów (ponad $1\mu\text{m}$). W ten sposób cząstki dążą do „koncentracji” pomiędzy $0,1$, a $1\mu\text{m}$, tak zwanym zakresie akumulacji. Cząstki o średnicach w zakresie $0,1 - 2,0\mu\text{m}$ to frakcja akumulująca [4]. Stanowi ona najwyższy udział w całkowitej ilości cząstek w aerozolu atmosferycznym. Czas przebywania tych cząstek w atmosferze może dochodzić do dwóch tygodni i więcej, dlatego mogą one uczestniczyć w transporcie na dalekie odległości.

Spalanie paliw kopalnych takich jak węgiel, olej oraz benzyna może powodować powstawanie *grubych* pyłów poprzez uwalnianie niepalnych materiałów, popiołu lotnego, *drobnych* pyłów z kondensacji materiałów parujących w czasie spalania oraz *pyłów wtórnych*

poprzez atmosferyczne reakcje tlenków siarki oraz tlenków azotu wstępnie uwolnionych jako gazy.

Należy zauważyć, iż klasyfikacja frakcji pyłu zawieszonego istniejąca w krajach zachodniej Europy jest odmienna od stosowanej dotychczas w Polsce nomenklatury. Wiąże się to z koniecznością wdrożenia nowej klasyfikacji pyłu zawieszonego oraz nowoczesnych metod pomiaru stężenia pyłu zawieszonego, umożliwiających wybiórcze pomiary dla poszczególnych frakcji pyłu.

Ze względu na różnicowanie skutków zdrowotnych ekspozycji na pył zawieszony PM10, niezbędna jest ocena zapylenia powietrza z różnym uśrednieniem wyników pomiarów w czasie. Skutki zdrowotne ekspozycji na podwyższone stężenie pyłu zawieszonego, w podziale na długi i krótki czas oddziaływania, określone przez WHO [5] przedstawia tabela III.1-6.

Tabela III.1-6. Istotne skutki zdrowotne związane z ekspozycją na pył zawieszony

Efekty związane z ekspozycją krótkoterminową	Efekty związane z długoterminową ekspozycją
<ul style="list-style-type: none"> zapalenie płuc objawy oddechowe niekorzystne efekty w układzie krążenia zwiększenie spożycia leków zwiększenie liczby hospitalizacji zwiększenie umieralności 	<ul style="list-style-type: none"> przyrost objawów zmniejszenia czynności oddechowej zmniejszenie czynności oddechowych płuc u dzieci zwiększenie liczby chronicznych objawów chorób górnych dróg oddechowych zmniejszenie czynności oddechowych płuc u dorosłych zmniejszenie oczekiwanej długości życia, wynikające przede wszystkim z umieralności na choroby układu krążenia i prawdopodobnie na raka płuc

1.3.2. Ocena imisji pyłu zawieszonego PM10

Ocena poziomu zapylenia powietrza atmosferycznego w Polsce jest dokonywana na podstawie porównania stężenia pyłu o średnicy ziaren do $10\mu\text{m}$ z jego dopuszczalnym poziomem w powietrzu, określonym w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 03.03.2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. nr 47, poz. 281) [6]. Ze względu na konieczność dostosowania jakości powietrza w Polsce do wymogów Unii Europejskiej zostały ustanowione stopniowo zmniejszane marginesy tolerancji, dodawane do wartości dopuszczalnej stężenia pyłu zawieszonego PM10 oraz zawartości w nim ołowiu. Jednakże od 1 stycznia 2005 r. margines tolerancji stężenia pyłu PM10 oraz zawartość w nim związków ołowiu jest równy 0. Obecnie jedynymi wartościami normatywnymi dla imisji pyłu zawieszonego są surowe wartości rocznego i dobowego poziomu dopuszczalnego (tabela III.1-7.).

Tabela III.1-7. Dopuszczalne poziomy stężenia pyłu PM10 oraz docelowe poziomy stężenia metali ciężkich i WWA w pyłe PM10, ustanowione ze względu na ochronę zdrowia

Lp.	Nazwa substancji	okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny lub docelowy stężenie substancji w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekroczenia poziomu docelowego w roku kalendarzowym	Termin osiągnięcia poziomu
1	PM10	24 godziny	50 µg/m ³	35 razy	2005
		rok kalendarzowy	40 µg/m ³		2005
2	Ołów ^{a)}	rok kalendarzowy	0,5 µg/m ³		2005
3	Arsen ^{a)}	rok kalendarzowy	6 ng/m ³	-	2013
4	Benzo(a)piren ^{a)}	rok kalendarzowy	1 ng/m ³	-	2013
5	Kadm ^{a)}	rok kalendarzowy	5 ng/m ³	-	2013
6	Nikiel ^{a)}	rok kalendarzowy	20 ng/m ³	-	2013

^{a)} – całkowita zawartość tego pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10, a dla benzo(a)pirenu całkowita zawartość benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10,

Ze względu na duże zróżnicowanie stosowanych metod pomiaru stężenia pyłu zawieszonego w województwie, ocena jakości powietrza pod względem stężenia pyłu PM10 jest skomplikowanym zadaniem. Zróżnicowanie stosowanych metod pomiaru stężenia pyłu w sieci monitoringu wynika ze znacznych kosztów, jakie należy ponieść na jej modernizację. Dlatego też nadal szerokie zastosowanie, obok nowoczesnych metod wagowych ma starsza metoda reflektometrycznego pomiaru stężenia pyłu zawieszonego. Różni się ona od metody referencyjnej zarówno zasadą pomiaru (pomiar zaczernienia filtra), dokładnością oraz brakiem separacji frakcji pyłu. Obecnie trwają prace nad rozbudową sieci pomiarów wagowych pyłu PM10, pod kątem pomiarów zawartości metali ciężkich i benzo(a)pirenu w ziarnach pyłu, zgodnych z metodyką referencyjną UE oraz normą PN-EN 12341:2006.

W wyniku wdrożenia w województwie nowego systemu monitoringu powietrza w 2003 r., powstał szereg nowych stacji pomiarowych wyposażonych w sprzęt pomiarowy zgodny, lub porównywalny z metodyką referencyjną, określoną przez Komisję Europejską. Sieć pomiarów stężenia pyłu zawieszonego składa się obecnie ze stanowisk pomiarowych wykorzystujących 3 różne metodyki pomiarowe (patrz tabela III.1-8.).

Równolegle prowadzone są pomiary stężenia pyłu zawieszonego przy użyciu:

- manualnej metody referencyjnej z separacją frakcji pyłu o średnicy ziaren poniżej 10µm,
- automatycznej metody pomiaru stężenia PM10 za pomocą mikrowagi oscylacyjnej, porównywalnej z metodyką referencyjną,
- automatycznej metody pomiaru stężenia PM10 za pomocą pomiaru odbicia promieniowania β od wycinka taśmy filtracyjnej, porównywalnej z metodyką referencyjną,
- tradycyjnych pomiarów metodą zaczernienia filtra - bez separacji frakcji (BS¹).

¹ Pył zawieszony mierzony metodą reflektometryczną, nazywany jest również pyłem zawieszonym BS (od ang. Black Smoke)

Liczbę stanowisk pomiarów imisji pyłu zawieszonego przedstawia tabela III.1-8. Ze względu na wykorzystanie wyników pomiarów typu Black Smoke, zachodzi potrzeba przeliczania wyników na wskaźnik PM10.

Tabela III.1-8. Metody pomiarów stężenia pyłu zawieszonego stosowane w województwie łódzkim w 2007 r.

Lp.	Metoda	Typ pomiaru	Liczba stanowisk pomiarowych
1	pomiar reflektometryczny (BS)	manualny	29
2	pomiar wysokoprzepływowy o poborze prób z separacją frakcji poniżej 10µm	manualny	4
4	pomiar niskoprzepływowy o poborze prób z separacją frakcji poniżej 10µm	manualny	5
5	pomiar metodą mikrowagi oscylacyjnej o niskoprzepływowym poborze prób z separacją frakcji poniżej 10µm	automatyczny	8
6	pomiar metodą odbicia promieniowania beta o niskoprzepływowym poborze prób z separacją frakcji poniżej 10µm	automatyczny	2
7	pomiar wysokoprzepływowy o poborze prób z separacją frakcji poniżej 2,5µm	manualny	1

Stężenie pyłu zawieszonego PM10 było w 2007 r. mierzone w województwie łódzkim na 8 stanowiskach pomiarowych, wyposażonych w automatyczne analizatory stężenia pyłu oraz na 9 stanowiskach z pomiarem manualnym. Ponadto obok monitoringu imisji pyłu PM10 Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Łodzi prowadziła manualne pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM2,5 oraz pomiary zawartości ołowiu, niklu i kadmu w pyłe PM10. Wskaźnik PM2,5 nie jest jeszcze obecnie normowany, jednakże spodziewać się należy jego wprowadzenia w krajach członkowskich UE. Od stycznia 2008 r. zakres pomiarów składu chemicznego ziaren pyłu PM10 został rozszerzony o pomiary arsenu i benzo(a)pirenu.

Stanowisko ciągłych pomiarów stężenia pyłu PM10 znajduje się w:

1. Łodzi przy al. Rubinsteina 77 (stacja pomiaru śródmiejskiego tła imisji);
2. Łodzi przy ul. Zachodniej 40 (stacja komunikacyjna);
3. Łodzi przy ul. Czernika 1/3 (stacja pomiaru tła miejskiego);
4. Zgierzu przy ul. Mielczarskiego 1 (stacja pomiaru tła miejskiego);
5. Pabianicach przy ul. Konstantynowskiej (stacja pod wpływem oddziaływania przemysłu i napływu zanieczyszczeń z nadzórmiesteczka Pabianic);
6. Piotrkowie Trybunalskim przy ul. Belzackiej. Stanowisko obsługiwane jest przez Delegaturę Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Piotrkowie Trybunalskim;
7. Radomsku przy ul. Sokolej 4 (stacja pomiaru tła miejskiego);
8. Gajewie – powiat łęczycki, gmina Witonia (stacja ochrony roślin).

Dodatkowo dwa stanowiska pomiaru pyłu PM10 obsługiwane były przez Elektrownię „Bełchatów”. (stanowisko w Bełchatowie na osiedlu Przytorze oraz na terenie wiejskim w Parzniewicach, w gm. Wola Krzysztoporska, 14km na wschód od elektrowni). Oba stanowiska nie są brane pod uwagę w rocznych ocenach jakości powietrza.

Stanowiska manualnych pomiarów stężenia pyłu PM10 zgodnych z metodyką referencyjną przedstawia tabela III.1-9.

Tabela III.1-9. Stanowiska manualnych pomiarów stężenia pyłu PM10 w województwie łódzkim

Lp.	Adres	Instytucja nadzorująca	Typ pobornika pyłu*
1	Kutno ul. Wilcza 5	WIOŚ	HV
2	Łódź ul. Czernika 1/3	WSSE	HV
3	Łódź ul. Legionów 1	WSSE	HV
4	Łódź ul. Rudzka 60	WSSE	HV
5	Pabianice ul. Konstantynowska (POLFA)	WSSE	LV
6	Radomsko ul. Żeromskiego 15	WSSE	LV
7	Sieradz ul. Grunwaldzka 8	WSSE	LV
8	Skierniewice ul. Reymonta 33	WSSE	LV
9	Zgierz pl. Jana Pawła II 1	WSSE	LV

* poborniki pyłu różnią się wielkością przepływu powietrza przez filtr w jednostce czasu.

HV (z ang. High Volume) to pomiar wysokiego przepływu – umożliwia on wykonanie późniejszych analiz zawartości metali w składzie pyłu zawieszonego.

LV (z ang. Low Volume) to pomiar niskiego przepływu – jego wprowadzenie ma na celu ograniczenie kosztów pomiarów stężenia pyłu PM10.

Ze względu na brak wartości dopuszczalnych dla pyłu zawieszonego BS, wartości stężenia uzyskane tą metodą pomiarową muszą zostać przeliczone w celu oszacowania wielkości stężenia pyłu PM10. Wartość stosownych przeliczników przyjęta została na podstawie „Wskazówek do modernizacji monitoringu jakości powietrza pod kątem dostosowania systemu do wymagań przepisów Unii Europejskiej ze szczególnym uwzględnieniem dużych miast” [7]. Wyniki pomiarów stężenia pyłu zawieszonego zostały przemnożone na potrzeby rocznych ocen jakości powietrza o wartość 1,5.

Wykorzystano średnie wartości przeliczników, ze względu na brak określonych proporcji pomiędzy wynikami powyższych pomiarów zróżnicowanych dla poszczególnych stacji pomiarowych. Niezbędne jest do tego celu m.in. określenie struktury emisji pyłów na obszarze reprezentatywności danej stacji pomiarowej.

Przeliczanie wartości stężenia pyłu BS na PM10 wynika z faktu, iż metoda reflektometryczna znacznie zaniża rzeczywisty poziom imisji pyłu względem pomiarów PM10. Największe różnice w wynikach pomiarów występują dla półroczia ciepłego. Dzieje się tak gdyż większość emisji pyłu z dużą zawartością sadzy zaczerniającej filtr pomiarowy występuje w okresie grzewczym. Poza nim dominuje emisja pyłu z innych źródeł niż energetyczne spalanie paliw, który nie zaczernia filtra w tym samym stopniu.

W ciągu ostatnich 20 lat wartości stężenia pyłu wykazywane przez pomiary reflektometryczne znacznie malały. Natomiast wyniki pomiarów wagowych charakteryzują się znacznie mniejszą redukcją wartości. Zjawisko to związane może być ze zmianą składu ziaren pyłu.

Dlatego pomiary reflektometryczne są obecnie wykorzystywane jako metoda pomocnicza w ocenie jakości powietrza, zwłaszcza na obszarach mniejszych miast powiatowych. Z czasem przewiduje się ich wycofanie i zastąpienie pomiarami zgodnymi z metodyką referencyjną.

Pył zawieszony jest w większej części tworzony przez spalanie węgla w okresie zimowym. W środowisku zurbanizowanym i zindustrializowanym, węglowy składnik jest coraz bardziej zdominowany przez sadzę z silników diesla. Specyficzne zaczernienie na jednostkę masy sadzy z diesla jest większe niż ze spalania węgla. W następstwie czego standardy angielskie oraz OECD dotyczące transformacji zaczernienia na ekwiwalent stężenia pyłu BS (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nie mogą mieć dłuższej prostej interpretacji [8]. Z tego względu analiza wyników pomiarów stężenia pyłu BS wymaga rozwoju badań składu ziaren pyłu zawieszonego, w oparciu o wagowe metody pomiarowe.

Na podstawie wstępnej oceny jakości powietrza w województwie łódzkim dla As, Ni, Cd, B(a)P w pyłe PM10 w latach 2001-2005, stwierdzono konieczność rozbudowy sieci pomiarów pyłu PM10 o kolejne stanowiska manualne, pod kątem analizy składu chemicznego ziaren pyłu.

Szacuje się, że pojazdy napędzane silnikami diesla są istotnym źródłem emisji groźnych dla zdrowia, drobnych frakcji pyłu zawieszonego PM_{2,5}. Szczególnie uciążliwe są pojazdy oznaczane skrótem BDV (Big Diesel Vehicles). Emitują one duże ilości spalin, z których w ramach przemian w powietrzu powstają ziarna pyłu zawieszonego o dużej toksyczności. Może to stanowić w przyszłości coraz poważniejszy problem, ze względu na stale rosnącą liczbę tych pojazdów.

Na podstawie wyników „Rocznej oceny jakości powietrza województwie łódzkim w 2007 r.” [9] stwierdzono potrzebę realizacji programu ochrony powietrza ze względu na ponadnormatywne stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀, we wszystkich 7 strefach oceny jakości powietrza dla zanieczyszczeń pyłowych. Obszary przekroczeń znajdują się w: Aglomeracji Łódzkiej (centrum Łodzi, Zgierza i Pabianic), Brzezcinach, Kutnie, Opocznie, Piotrkowie Trybunalskim, Radomsku, Skierniewicach, Zduńskiej Woli. Łączna powierzchnia obszarów przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężenia pyłu PM₁₀ w powietrzu wyniosła w 2007 r. w województwie łódzkim 21 km². Szacuje się, że obszary te są zamieszkałe przez około 200 tys. mieszkańców, co stanowi ok. 12% liczby mieszkańców wszystkich miast województwa łódzkiego.

We wszystkich obszarach przekroczeń konieczność wykonania programu ochrony powietrza stwierdzona została ze względu na przekroczenie dopuszczalnej liczby dni z poziomem stężenia pyłu PM₁₀ powyżej 50 µg/m³. Dodatkowo w Opocznie została przekroczona roczna wartość dopuszczalna stężenia pyłu PM₁₀ ($S_a = 43,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tj. 108,5% D_a). We wszystkich strefach oceny, jak co roku główną przyczyną przekroczenia wartości dopuszczalnych jest nadmierna emisja niska, z dużych obszarów nieocieplonej zabudowy śródmiejskiej, opalanej węglem kamiennym.

Należy stwierdzić, że emisja niska stanowi główny problem wszystkich miast Polski. Na podstawie danych z Narodowego Spisu Powszechnego GUS przeprowadzonego w 2005 r. wynika, że w spośród 879 tys. mieszkań w województwie łódzkim 52,5% ogrzewanych jest przez indywidualną instalacją centralnego ogrzewania w budynkach jednorodzinnych, bądź piece.

Częstokroć duże skupiska jednorodzinnej zabudowy mieszkaniowej, wyposażonej w indywidualne źródła emisji, mimo że położone na obrzeżach miast są także lokalnymi obszarami przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężenia pyłu PM₁₀. Dzieje się tak mimo, iż osiedla takie wydają się mieszkańcom obszarami o lepszej jakości powietrza niż w centrum miasta, ze względu na ich peryferyjne położenie. Są to obszary problematyczne przy wszelkich działaniach naprawczych w ramach programów ochrony powietrza. Dzieje się tak, ze względu na duże oddalenie od miejskiej sieci grzewczej (zmniejszające opłacalność podłączenia do niej) oraz formę własności budynków i ich źródeł ciepła (trudności ze zmianą rodza-

ju używanych paliw, bądź modernizacji źródeł).

Na podstawie wyników modelowania matematycznego za pomocą modelu Calmet/Calpuff zweryfikowanych przez wyniki pomiarów, wyznaczono zasięgi poszczególnych rocznych i 24-godzinnych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀. Na podstawie obliczeń oraz szacunków określono, że w 2007 roku obszary przekroczeń średniorocznej wartości dopuszczalnej były mniejsze niż w roku ubiegłym.

Przestrzenne zróżnicowanie średniorocznych wartości stężenia pyłu PM₁₀ w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej, Piotrkowie Trybunalskim, Skierniewicach i Sieradzu przedstawiają mapy III.1-6 – III.1-9.

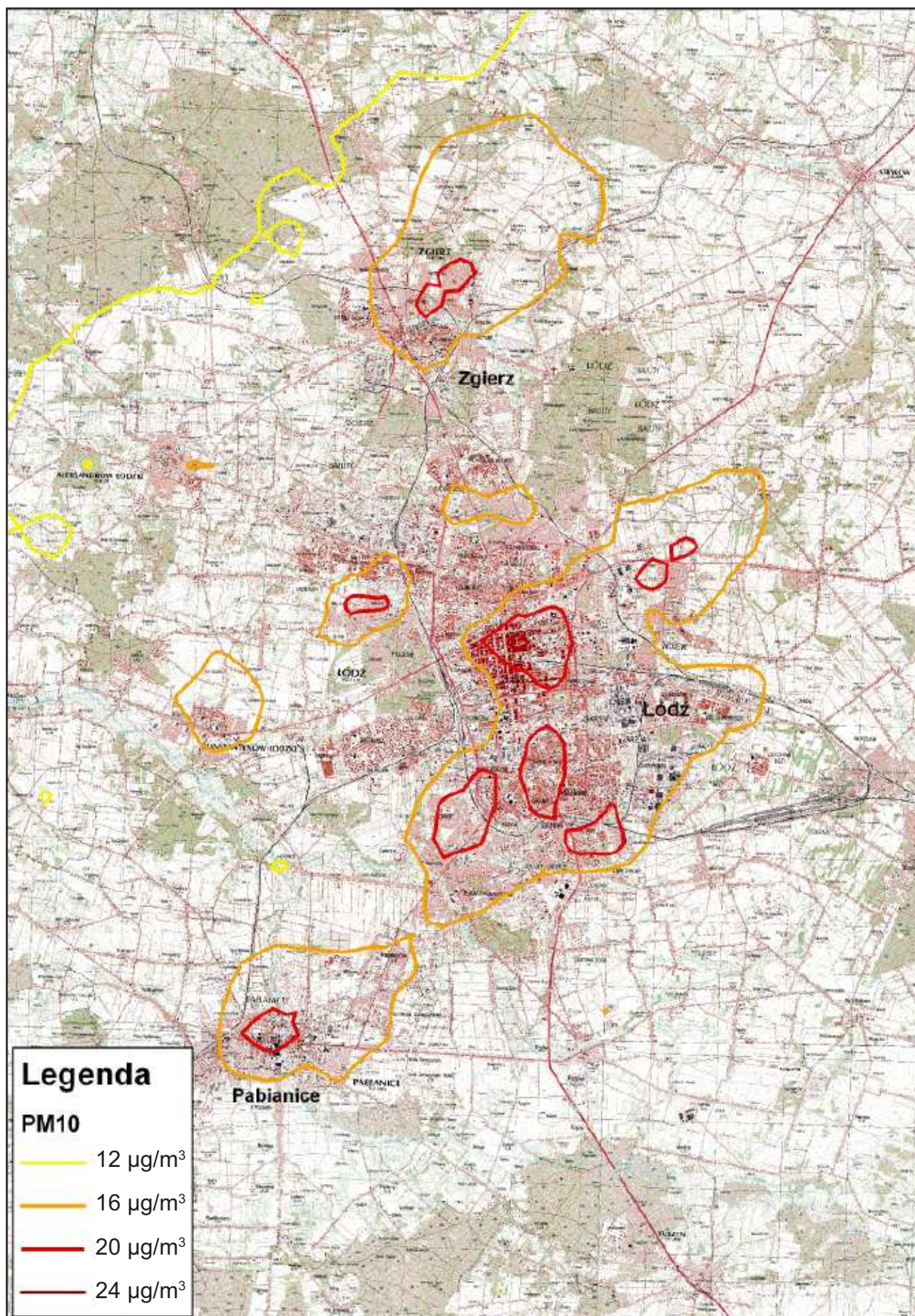
W 2007 r. nastąpiła zauważalna poprawa jakości powietrza. Zmniejszyła się liczba obszarów przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ (z 11 w 2006 r. - do 8 w 2007 r.). Jest to związane z wyjątkowo łagodnym półroczem zimowym. Szczególnie wyraźnie jest to widoczne w sezonie grzewczym 2006 – 2007. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w pierwszym kwartale 2007 r. wzrosły średnio o 2,5-5,0°C. Ze względu na wyższą temperaturę powietrza zmniejszyła się emisja z energetycznego spalania paliw do celów grzewczych, w tym szczególnie uciążliwej dla jakości powietrza emisji niskiej z palenisk domowych. Wartość średnioroczna stężenia pyłu PM₁₀ zmalała w miastach województwa średnio o 15%, malejąc miejscami o 30-45% w Łodzi, Bełchatowie, Tomaszowie Mazowieckim i Wieluniu. Liczba dni z przekroczeniem 24-godzinnego poziomu dopuszczalnego stężenia pyłu PM₁₀ zmalała średnio w miastach województwa łódzkiego aż o 53%.

W większych miastach województwa liczba dni z przekroczeniem D_{24} zmalała względem 2006 r. nawet o 80-150%, a w Aglomeracji Łódzkiej miejscami nawet 3-krotnie.

Od kilku lat obserwuje się tendencję spadkową liczby stacji z przekroczeniem rocznej wartości dopuszczalnej stężenia pyłu PM₁₀. Towarzyszą temu stale utrzymujące się, lub nawet rosnące liczby dni z zanotowanym przekroczeniem dobowej wartości dopuszczalnej.

Analizując rozkład przestrzenny wartości stężenia pyłu PM₁₀ w mieście, można stwierdzić, iż rosną one zazwyczaj od wartości 16 µg/m³ (36% D_a) na obrzeżach miast, do wartości maksymalnych występujących w centrum.

W 2007 roku maksymalne wartości stężenia pyłu PM₁₀ poza komunikacją w miastach Aglomeracji Łódzkiej nie były tak wyrównane jak w roku poprzednim. Podobnie jak w latach ubiegłych największe maksymalne średnie roczne stężenie pyłu PM₁₀ wystąpiło w centrum Zgierza (sięgając 37,1 µg/m³ tj. 93% D_a). Najwyższe stężenie w Pabianicach zanotowane w 2007 r. wyniosło 32,46 µg/m³ (81% D_a), w Łodzi 28,0 µg/m³ (70% D_a), w Aleksandrowie Łódzkim 29,6 µg/m³ (74% D_a) (patrz tabela III.1-10).



Mapa III.1-6. Rozmieszczenie średniorocznych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej w 2007 r.



Mapa III.1-7. Rozmieszczenie średniorocznych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Piotrkowie Trybunalskim w 2007 r.



Mapa III.1-8. Rozmieszczenie średniorocznych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Sieradzu w 2007 r.



Mapa III.1-9. Rozmieszczenie średniorocznych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Skierniewicach w 2007 r.

Powierzchnię obszarów przekroczeń dobowego poziomu dopuszczalnego stężenia pyłu PM10 w 2007 r. w poszczególnych miastach w województwie przedstawia tabela III.1-10. Obszary przekroczeń wyznaczono na podstawie obliczeń modelowych dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu z uwzględnieniem przemian fizykochemicznych wyemitowanych substancji w atmosferze. Wyniki obliczeń zostały zweryfikowane względem wyników pomiarów. Na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza oszacowano liczby ludności żyjącej na obszarach przekroczeń. W szacunkach wykorzystano analizy przestrzenne rozkładu pól imisji pyłu PM10 względem podziału obszaru województwa na obwody spisowe GUS. Na podstawie definicji obwodu spisowego oszacowana została maksymalna liczba ludności narażonej na ponadnormatywny poziom stężenia pyłu w powietrzu.

Średniodobowa wartość dopuszczalna była przekraczana w 2007 r. w większości miast województwa. Największy udział stanowisk pomiarowych z przekroczeniem wartości dopuszczalnej $D_{24}=50\mu\text{g}/\text{m}^3$ w ogólnej liczbie stanowisk w sieci pomiarowej pyłu zawieszonego wystąpił w marcu oraz październiku i listopadzie (Rys. III.1-7.).

Tabela III.1-10. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego 24-godzinnej wartości stężenia pyłu PM10 w miastach województwa łódzkiego w 2007 r.

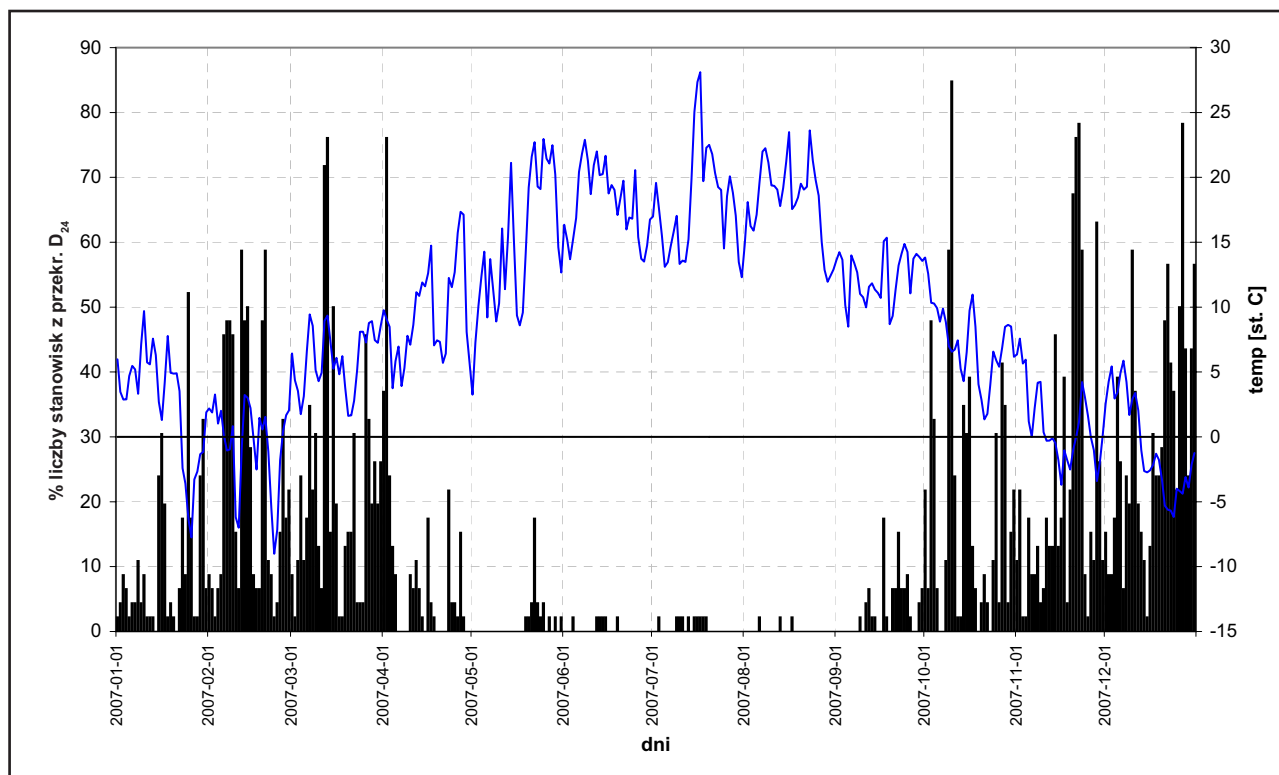
(na podstawie pomiarów WSSE, WIOŚ oraz modelowania matematycznego)

Miasto	Powierzchnia przekroczeniem 24-godz. poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10 [km ²]	
	Oszacowana liczba mieszkańców narażonych na przekroczenie [tys.]	
	po-wier-zchnia [km ²]	
Aglomeracja Łódzka	17,4	108,5
w tym:		
Łódź	14,7	99,5
Pabianice	1,7	6,0
Zgierz	1,0	3,0
Piotrków Trybunalski	0,7	32,5
Skierniewice	0,5	25,0
Zduńska Wola	0,5	20,0
Kutno	0,2	15,0
Radomsko	0,9	8,0
Opoczno	0,5	7,0
Brzeziny	0,2	2,0

Dopuszczalna liczba przekroczeń średniodobowej wartości dopuszczalnej w 2007 r. została przekroczona na 24 stanowiskach pomiarowych, w tym na 12 w Aglomeracji Łódzkiej. Wartości stężenia średniego rocznego, liczby przekroczeń dobowej wartości dopuszczalnej oraz kompletności serii pomiarowych w latach 2006 - 2007 przedstawia tabela III.1-11.

Zmienność stężenia pyłu zawieszonego PM10 ulega cyklicznym wahaniom. Zmienność koncentracji pyłu zawieszonego w powietrzu w obrębie obszarów zurbanizowanych charakteryzuje się widocznym cyklem rocznym, tygodniowym oraz dobowym. Jest to związane z cyklicznością emisji pyłu oraz częściowo zmiennością warunków jego rozprzestrzeniania w różnych porach roku, czy doby. Na występowanie cyklu tygodniowego ma wpływ zróżnicowanie aktywności przemysłowej i transportowej w dni robocze i weekend. Istotny wpływ na dobowy przebieg zapylenia powietrza ma dobowy cykl emisji w mieście oraz występowanie szczytów komunikacyjnych na głównych arteriach komunikacyjnych miast (wzniesienie pyłu w kanionach ulicznych).

Dobowe wahania koncentracji pyłu zawieszonego są największe w okresie zimowym, przy wzmożonej emisji niskiej. Wartości 1-godzinnej stężenia PM10 mogą sięgać chwilowo nawet kilkuset $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. III.1-7. Udział stanowisk z przekroczeniem $D_{24} = 50\mu\text{g}/\text{m}^3$ w ogólnej liczbie stanowisk pomiarowych pyłu zawieszonego w województwie łódzkim w 2007 r.

Tabela III.1-11. Wyniki pomiarów stężenia pyłu zawieszonego w województwie łódzkim w latach 2006 - 2007.
 Pył zawieszony BS oraz PM10 (pomiaru stężeń średniodobowych metodą reflektometryczną i wagową z separacją frakcji PM10)

Nazwa stacji	Wskaźnik *	2006					2007				
		S _a	S _a >D _a	S ₂₄ >D ₂₄	l. pom.	kompl. %	S _a	S _a >D _a	S ₂₄ >D ₂₄	l. pom.	kompl. %
Aleksandrów Ł.-Sklodowskiej Curie1	BS	26,4	0	26	199	95,7	19,7	0	17	199	95,2
Bełchatów-Okrzei49	BS	14,8	0	17	362	99,5	8,1	0	2	362	99,2
Brzeziny-Reformacka	BS	39,3	0	52	187	89,9	31,6	0	44	200	95,7
Kutno-Grunwaldzka2	BS	23,1	0	15	177	85,1	8,3	0	2	216	82,8
Łask-Warszawska	BS	19,1	0	10	187	89,9	15,4	0	7	191	91,4
Łowicz-Św.Floriana3	BS	34,1	0	16	70	95,9	24,7	0	12	73	100,0
Łódź-Astronautów	BS	20,1	0	16	194	93,3	17,5	0	9	195	93,3
Łódź-Deczyńskiego	BS	21,5	0	31	350	96,2	16,2	0	15	352	96,4
Łódź-Przybyszewskiego10	BS	30,2	0	30	191	91,8	20,9	0	18	198	94,7
Łódź-Rudzka60	BS	29,8	0	29	183	88,0	22,2	0	21	197	94,3
Łódź-Wici3	BS	19,4	0	24	355	97,5	13,4	0	14	344	94,2
Łódź-Wileńska25	BS	14,5	0	7	192	92,3	13,8	0	7	199	95,2
Łódź-W SSE Wodna40	BS	26,2	0	27	257	98,8	18,8	0	17	357	97,8
Łódź-Zachodnia81	BS	50,8	1	68	176	84,6	49,9	1	80	194	92,8
Opoczno-PI Kościuszki	BS	53,8	1	149	363	99,7	43,4	1	116	349	95,6
Ozorków-Wigury 1	BS	26,0	0	24	191	91,8	22,6	0	16	195	93,3
Pabianice-Nowa1	BS	28,7	0	25	185	88,9	22,5	0	22	190	90,9
Pajęczno-Żeromskiego 7	BS	14,0	0	5	73	100,0	12,1	0	2	73	100,0
Piotrków Tryb. - Karolinowska 51	BS	19,0	0	15	207	79,6	18,5	0	10	211	80,8
Piotrków Tryb.-3-go Maja8	BS	36,2	0	93	364	100,0	27,1	0	56	365	100,0
Radomsko-Komuny Paryskiej5	BS	28,2	0	54	324	89,0	21,4	0	33	362	99,2
Sieradz-Kościuszk16	BS	19,0	0	12	195	93,8	27,0	0	33	189	90,4
Sieradz-POW52	BS	32,5	0	46	225	86,5	18,2	0	11	216	82,8
Skierniewice-Kopernika5	BS	22,4	0	20	188	90,4	17,0	0	11	192	91,9
Tomaszów Maz.-Św.Antoniego24	BS	30,7	0	65	365	100,3	19,3	0	22	348	95,3
Wieluń-POW14	BS	25,7	0	45	365	100,3	16,6	0	19	365	100,0
Zduńska Wola-Dąbrowskiego1	BS	36,5	0	91	365	100,3	29,9	0	50	250	95,8
Zgierz-PI Jana Pawła II	BS	39,7	0	50	193	92,8	31,4	0	39	200	95,7
Aleksandrów Ł.-Sklodowskiej Curie1	BSx1.5	33,6	0	42	199	95,7	29,6	0	35	199	95,2
Bełchatów-Okrzei49	BSx1.5	19,1	0	28	362	99,5	12,1	0	10	362	99,2
Brzeziny-Reformacka	BSx1.5	51,9	1	64	187	89,9	47,4	1	76	200	95,7
Kutno-Grunwaldzka2	BSx1.5	32,0	0	33	177	85,1	12,4	0	3	216	82,8
Łask-Warszawska	BSx1.5	24,6	0	22	187	89,9	23,0	0	21	191	91,4
Łowicz-Św.Floriana3	BSx1.5	40,5	1	22	70	95,9	37,1	0	22	73	100,0
Łódź-Astronautów	BSx1.5	25,1	0	29	194	93,3	26,3	0	23	195	93,3
Łódź-Deczyńskiego	BSx1.5	29,3	0	65	350	96,2	24,3	0	38	352	96,4
Łódź-Przybyszewskiego10	BSx1.5	37,4	0	45	191	91,8	31,3	0	40	198	94,7
Łódź-Rudzka60	BSx1.5	36,8	0	43	183	88,0	33,3	0	37	197	94,3
Łódź-Wici3	BSx1.5	25,1	0	46	355	97,5	20,1	0	26	344	94,2
Łódź-Wileńska25	BSx1.5	18,7	0	12	192	92,3	20,7	0	14	199	95,2
Łódź-W SSE Wodna40	BSx1.5	35,3	0	62	257	98,8	28,2	0	55	357	97,8
Łódź-Zachodnia81	BSx1.5	67,6	1	111	176	84,6	74,8	1	126	194	92,8
Opoczno-PI Kościuszki	BSx1.5	64,4	1	142	363	99,7	65,1	1	158	349	95,6
Ozorków-Wigury 1	BSx1.5	34,3	0	34	191	91,8	33,9	0	42	195	93,3
Pabianice-Nowa1	BSx1.5	34,8	0	40	185	88,9	33,8	0	42	190	90,9
Pajęczno-Żeromskiego 7	BSx1.5	20,2	0	12	73	100,0	18,2	0	8	73	100,0
Piotrków Tryb. - Karolinowska 51	BSx1.5	24,5	0	25	207	79,6	27,8	0	22	211	80,8
Piotrków Tryb.-3-go Maja8	BSx1.5	45,6	1	118	364	100,0	40,7	1	107	365	100,0
Radomsko-Komuny Paryskiej5	BSx1.5	37,3	0	86	324	89,0	32,1	0	75	362	99,2
Sieradz-Kościuszk16	BSx1.5	23,4	0	24	195	93,8	40,5	1	48	189	90,4

Nazwa stacji	Wskaźnik *	2006					2007				
		S _a	S _a >D _a	S ₂₄ >D ₂₄	l. pom.	kompl. %	S _a	S _a >D _a	S ₂₄ >D ₂₄	l. pom.	kompl. %
Sieradz-POW52	BSx1.5	43,4	1	49	225	86,5	27,3	0	30	216	82,8
Skierniewice-Kopernika5	BSx1.5	28,9	0	29	188	90,4	25,5	0	29	192	91,9
TomaszówMaz.-Św.Antoniego24	BSx1.5	36,2	0	82	365	100,3	28,9	0	52	348	95,3
Wieluń-POW14	BSx1.5	33,1	0	66	365	100,3	24,9	0	45	365	100,0
ZduńskaWola-Dąbrowskiego1	BSx1.5	43,7	1	107	365	100,3	44,9	1	89	250	95,8
Zgierz-Pl Jana Pawła II	BSx1.5	52,7	1	68	193	92,8	47,1	1	73	200	95,7
Kutno Wilcza	PM10	60,7	1	133	263	72,1	52,6	1	93	244	66,8
Łódź-Widzew	PM10	21,2	0	10	320	87,7	20,9	0	15	345	94,5
Łódź-Legionów 1	PM10	43,8	1	99	363	99,5	27,1	0	22	354	97,0
Łódź-Legionów 1	PM2.5	24,6	n	n	327	89,6	21,2	n	n	312	85,5
Łódź-Rudzka60	PM10	28,3	0	32	359	98,4	28,0	0	41	335	91,8
Pabianice-Polfa	PM10	43,6	1	97	341	93,4	32,4	0	60	356	97,5
Radomsko-Żeromskiego 15	PM10	35,8	0	82	364	99,7	31,1	0	42	307	84,1
Sieradz-Grunwaldzka 28	PM10	40,5	1	71	329	90,1	27,9	0	32	361	98,9
Skierniewice-Reymonta 33	PM10	41,0	1	82	347	95,1	31,3	0	48	335	91,8
Zgierz-Pl Jana Pawła II	PM10	43,5	1	85	346	94,8	37,1	0	66	331	90,7
Gajew	PM10-autom.	26,1	0	24	335	91,8	18,9	0	6	354	97,0
Łódź-Widzew	PM10-autom.	26,7	0	24	325	89,0	21,1	0	8	365	100,0
Łódź-Śródmieście	PM10-autom.	30,7	0	47	356	97,5	24,6	0	16	365	100,0
Łódź-Zachodnia 40	PM10-autom.	37,0	0	74	364	99,7	29,3	0	34	362	99,2
Pabianice-Polfa	PM10-autom.	35,7	0	61	352	96,4	27,2	0	32	359	98,4
Piotrków Belzacka	PM10-autom.	31,0	0	33	295	80,8	24,0	0	11	318	87,1
Radomsko-Sokola4	PM10-autom.	26,2	0	25	365	100,0	24,3	0	16	359	98,4
Zgierz-Śródmieście	PM10-autom.	37,5	0	80	360	98,6	29,1	0	37	365	100,0

kolorem czerwonym - oznaczono serie o kompletności poniżej 90% możliwych wyników w roku, przy danym cyklu pomiarowym na stanowisku. Wartości średniego rocznego stężenia pyłu obliczone z takich serii pomiarowych nie są miarodajne. Natomiast liczby przekroczeń 24-godzinnej wartości dopuszczalnego poziomu stężenia pyłu PM10 obliczone na podstawie takich serii pomiarowych należy traktować jako nie mniejsze, niż podane w tabeli.

wytluszczonym drukiem - podano liczby przekroczeń dopuszczalnych poziomów pyłu PM10 w powietrzu.

* BSx1.5 – wyniki pomiarów stężenia pyłu zawieszonego metodą reflektometryczną (Black Smoke) przemnożone przez średni współczynnik korekcyjny dla obszaru kraju (1,5)

PM10 – wyniki pomiarów stężenia pyłu mierzonego metodą referencyjną lub zgodną z referencyjną, z separacją frakcji do 10µm.

PM10-autom. – wyniki pomiarów stężenia pyłu PM10 metodą mikrowagi oscylacyjnej wykonywane w cyklu ciągłym, z wykorzystaniem automatycznych pyłomierzy MLU TEOM1400a

1.3.3. Depozycja metali ciężkich w pyle zawieszonym PM10

Zawartość metali ciężkich w pyle zawieszonym PM10 była mierzona w województwie na 3 stanowiskach pomiarowych w Łodzi obsługiwanych przez Państwową Inspekcję Sanitarną. Do pomiarów wykorzystywane były poborniki pyłu typu HV. Analizie poddawana była zawartość ołowiu oraz kadmu i niklu. W styczniu 2008r. zakres analiz składu ziaren pyłu rozszerzono o arsen i benzo(a)piren jako wskaźnik WWA w pyle PM10. Na podstawie wyników pomiarów należy

stwierdzić, iż poziom stężenia wszystkich trzech mierzonych metali w pyle PM10 nie przekraczał dopuszczalnego poziomu ołowiu oraz poziomów docelowych niklu i kadmu w pyle. Imisja metali ciężkich w województwie łódzkim nie stanowi większego zagrożenia, ze względu na brak w regionie silnie rozwiniętego przemysłu metalurgicznego.

Średnie roczne stężenie ołowiu w pyle PM10 na obszarze gęstej zabudowy śródmiejskiej, w dzielnicy Łódź-Śródmieście wyniosło 0,013µg/m³ (tj. 2,6% D_a), w dzielnicy Łódź-Górna wyniosło 0,013µg/m³ (tj. 2,2% D_a). Natomiast poza zwartą nieucieplonion-

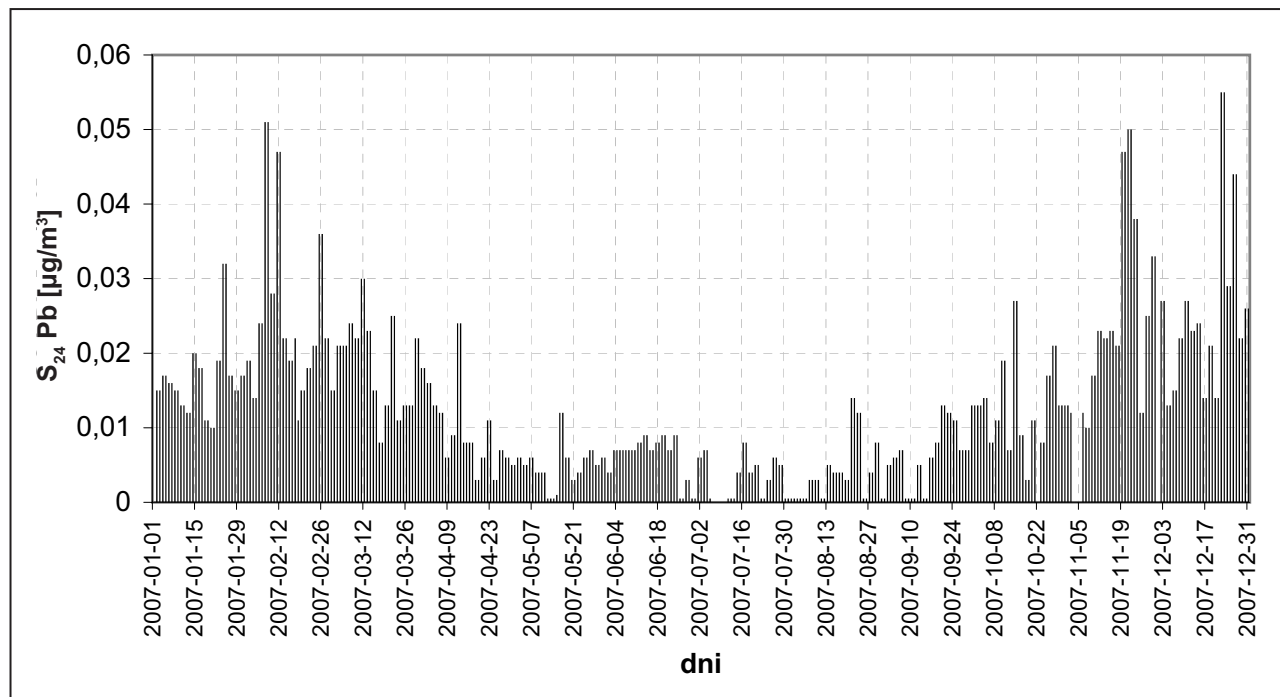
na zabudową miasta, na osiedlu Łódź-Widzew średnie roczne stężenie ołowiu wyniosło zaledwie $0,008\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tj. 1,6% D_a). Dobowe wartości stężenia ołowiu w pyłe PM10 nie przekraczały na wszystkich 3 stanowiskach pomiarowych $0,03\mu\text{g}/\text{m}^3$ w około 95% liczby dni w roku.

Średnie roczne stężenia kadmu wynosiło w 2007 r. w śródmieściu Łodzi $0,75\text{ng}/\text{m}^3$ (tj. 14,9% D_a), w dzielnicy Łódź-Górna (południowa część miasta) $0,72\text{ng}/\text{m}^3$ (tj. 14,4% D_a), na osiedlu Łódź-Widzew $0,58\text{ng}/\text{m}^3$ (tj. 11,6% D_a).

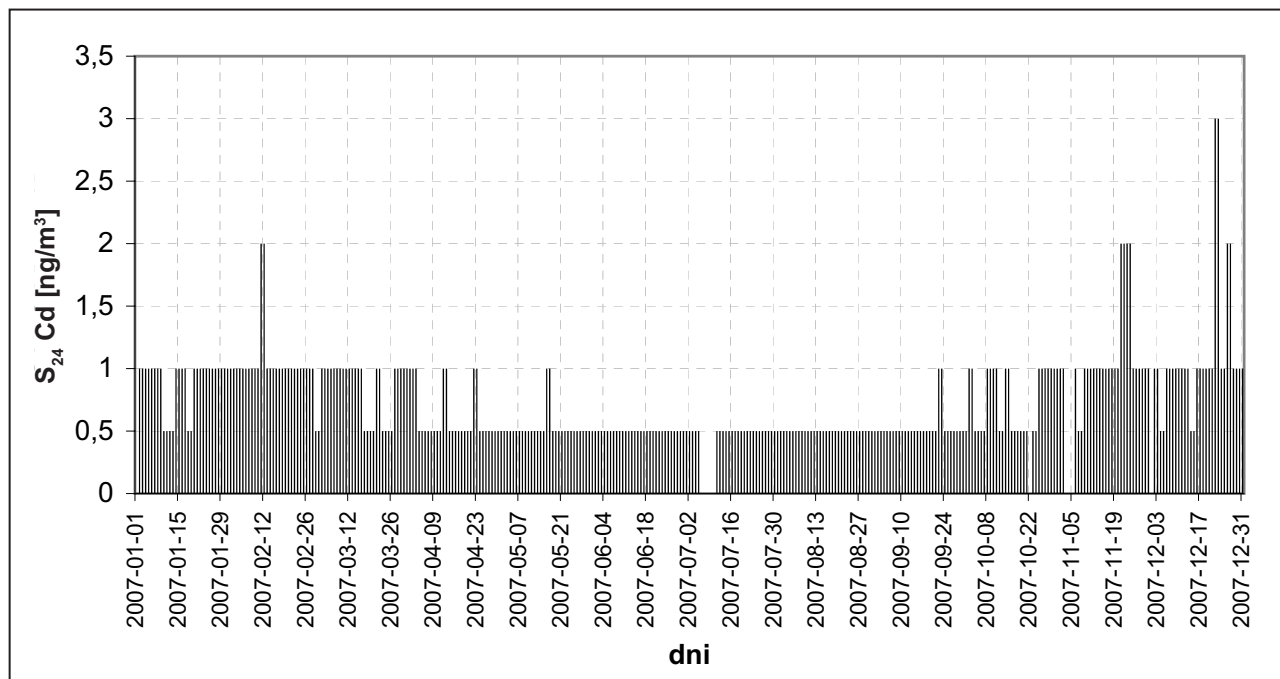
Średnie roczne wartości stężenia niklu w pyłe PM10 wyniosły w śródmieściu Łodzi $0,69\text{ng}/\text{m}^3$

(tj. 3,4% D_a), na osiedlu Łódź-Widzew $0,64\text{ng}/\text{m}^3$ (tj. 3,2% D_a), w dzielnicy Łódź-Górna $0,59\text{ng}/\text{m}^3$ (tj. 2,9% D_a).

Roczny przebieg dobowych wartości stężenia związków ołowiu i kadmu w pyłe PM10 najwyraźniej uwidacznia się na obszarach o przewadze niskiej emisji z energetycznego spalania węgla (Łódź-Śródmieście oraz Łódź-Górna). Wartości dobowe stężenia związków niklu nie wykazują przebiegu rocznego na obszarze całego miasta. Przebieg roczny stężenia ołowiu i kadmu w śródmieściu Łodzi w 2007 r. przedstawiają rysunki III.1-8 i III.1-9.



Rys. III.1-8. Roczny przebieg wartości stężenia ołowiu w pyłe PM10 w Łodzi przy ul. Legionów 1



Rys. III.1-9. Roczny przebieg wartości stężenia kadmu w pyłe PM10 w Łodzi przy ul. Legionów 1

1.3.4. Ocena imisji pyłu zawieszonego PM_{2,5}

Ze względu na niepełną serię pomiarową stężenia pyłu PM_{2,5} (awaria pobornika pyłu), określenie wartości średniej rocznej stężenia było niemożliwe. Na podstawie pomiarów z lat poprzednich oraz porównania wyników pomiarów z 8 miesięcy 2007r. wynika, że udział frakcji do 2,5µm w ogólnej masie pyłu do 10µm nie uległ większym zmianom i wyniósł ok. 50% średniej rocznej masy pyłu PM₁₀ w przeliczeniu na 1 m³.

Należy zauważyć, że obecnie wskaźnik ten nie jest normowany, lecz w związku z wejściem w życie dyrektywy CAFE (*Clean Air for Europe*) należy spodziewać się wprowadzenia w prawodawstwie polskim wartości poziomu dopuszczalnego pyłu PM_{2,5}.

Notowany w śródmieściu Łodzi udział frakcji ziaren pyłu o średnicy do 2,5µm, w całkowitej masie pyłu o średnicy do 10µm wyniósł mniej niż zazwyczaj podawany przez źródła zagraniczne (udział rzędu 70%). Nie jest to jednak w kraju przypadek odosobniony. W zależności przede wszystkim od struktury emisji na danym obszarze, udział poszczególnych frakcji pyłu w ogólnej jego masie występującej w stanie zawieszonym w atmosferze jest zróżnicowany.

Zważywszy, iż pył PM_{2,5} stanowi połowę masy pyłu zaliczanego do wskaźnika PM₁₀ w śródmieściu Łodzi, ograniczenie jego emisji będzie mieć istotne znaczenia dla zmniejszenia zagrożenia zdrowia ludności Aglomeracji Łódzkiej.

Opracował: Bartłomiej Świątczak

Bibliografia:

1. Grochowicz E., Korytkowski J.: Ochrona powietrza, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1996.
2. Definicje pojęć z zakresu ochrony środowiska, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 1993.
3. Air Quality Guidelines- Second Edition, Chapter 7.3 Particulate Matter, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000.
4. Regionalny monitoring środowiska przyrodniczego, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, z. 3, Kielce 2002.
5. Health risk of particulate matter from long-range transboundary air pollution, Draft 5, WHO, European Centre for Environment and Health, Bonn Office, 2005.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 03.03.2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008r. nr 47, poz. 281).
7. Wskazówki do modernizacji monitoringu jakości powietrza pod kątem dostosowania systemu do wymagań przepisów Unii Europejskiej ze szczególnym uwzględnieniem dużych miast, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2000.
8. GEMS/AIR Methodology Review Handbook Series, Volume 3: Measurement of Suspended Particulate Matter in Ambient Air, UNEP and WHO 1994.
9. Roczna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim w 2007 r., WIOŚ, Łódź 2008.
10. G. Mitosek i inni „Zasady projektowania elementów sieci monitoringu zanieczyszczenia atmosfery” str 2-21
11. Rocznik Statystyczny Woj. Łódzkiego 2002

1.4. Oceny jakości powietrza w województwie łódzkim

Podstawowym celem monitoringu jakości powietrza jest dostarczanie informacji na potrzeby wykonania ocen jakości powietrza na danym obszarze. Według zapisów ustawy Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. z 2008r. nr 25, poz. 150 z późn. zmianami) ocen jakości powietrza w województwie dokonuje Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska. Przepisy ustalają 2 rodzaje ocen jakości powietrza: oceny pięcioletnie oraz oceny roczne.

Ocen jakości powietrza dokonuje się dla stref ocen. Od marca 2008r. są to obszary aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys., bądź obszary sąsiadujących ze sobą powiatów, niewchodzących w skład aglomeracji, pogrupowanych według istotnych dla oceny jakości powietrza cech (podobnego poziomu imisji substancji w powietrzu, struktury emisji zanieczyszczeń do powietrza, wielkości i struktury przemysłu, zabudowy, itd.). Ustawodawca starał się więc, aby były to obszary jednorodne pod względem stanu jakości powietrza.

Pięcioletnie oceny jakości powietrza są dokonywane cyklicznie co pięć lat, w celu określenia potrzeb w zakresie modernizacji i przebudowy wojewódzkiego systemu rocznych ocen jakości powietrza. Na podstawie ocen pięcioletnich określone są dla każdej strefy w województwie metody ocen rocznych na najbliższe 5 lat.

Roczne oceny jakości powietrza, dokonywane są co roku za rok poprzedni. Ich celem jest stwierdzenie przekroczeń dopuszczalnych i docelowych poziomów substancji w powietrzu, oraz poziomów celu długoterminowego. Na podstawie wskazań z rocznych ocen jakości powietrza Marszałek Województwa ogłasza program ochrony powietrza dla stref oceny zaklasyfikowanych do działań naprawczych. Działania te mają na celu osiągnięcie standardów jakości powietrza.

1.4.1. Strefy oceny jakości powietrza w województwie łódzkim

Zgodnie z nowym brzmieniem ustawy Prawo ochrony środowiska, strefy oceny jakości powietrza określone zostały w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 06.03.2008r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008r. nr 52, poz. 310). Podział obszarów województwa na strefy oceny jest różny w zależności od ocenianego zanieczyszczenia.

Jest to uzależnione od rodzaju substancji i charakterystyki przestrzennej zjawisk, towarzyszących ich występowaniu. Ponadto strefy wydzielone ze względu na ochronę zdrowia ludzi, różnią się od stref wyznaczonych ze względu na ochronę roślin. W ocenie powietrza wg kryteriów dla ochrony roślin nie bierze się pod uwagę poziomu imisji substancji w powietrzu z obszarów aglomeracji oraz miast na prawach powiatów.

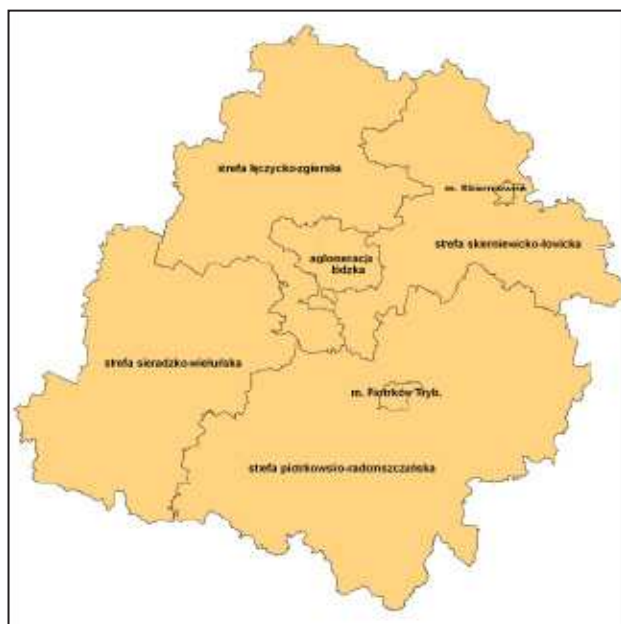
W przypadku oceny ze względu na ochronę zdrowia dla zanieczyszczeń gazowych takich jak: SO_2 , NO_2 , NO_x , CO i benzen oraz zanieczyszczeń pyłowych (pyłu PM_{10} oraz zawartości ołowiu, arsenu, niklu, kadmu i benzo(a)pirenu jako wskaźnika WWA w pyłe PM_{10}) dokonuje się w woj. łódzkim w podziale na 7 stref wydzielonych na podstawie:

- a) podziału podregionów GUS, na mniejsze obszary (powiatów z wyłączeniem aglomeracji oraz miast na prawach powiatu)
- b) granic Aglomeracji Łódzkiej,
- c) obszarów miast na prawach powiatu (Piotrków Trybunalski i Skierniewice).

Wydzielono w ten sposób następujące strefy oceny:

1. Aglomeracja Łódzka
2. m. Piotrków Trybunalski
3. m. Skierniewice
4. strefa łączyczo-zgierska
5. strefa piotrkowsko-radomszczańska
6. strefa sieradzko-wieluńska
7. strefa skierniewicko-łowicka

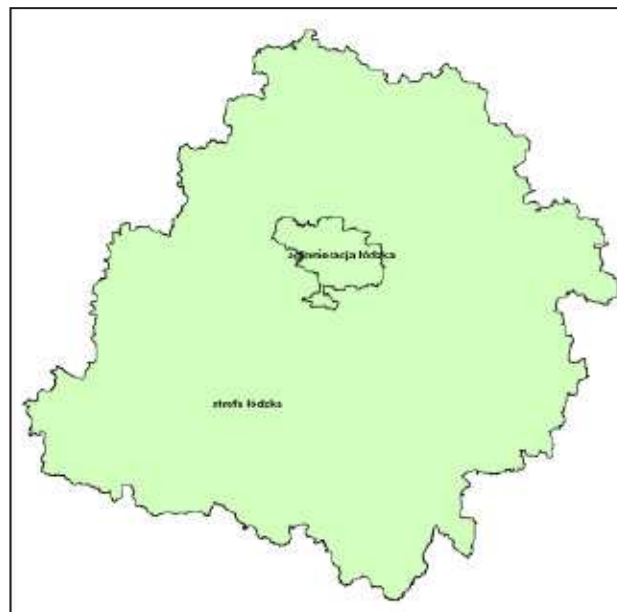
Podział na strefy oceny jakości powietrza ze względu na ochronę zdrowia dla powyższych substancji przedstawia mapa III.1-10.



Mapa III.1-10. Podział na strefy oceny jakości powietrza w woj. łódzkim pod względem ochrony zdrowia dla SO_2 , NO_2 , NO_x , CO, benzenu oraz pyłu PM_{10} , w tym Pb, As, Cd, Ni, WWA w pyłe PM_{10}

Przy wyznaczaniu stref oceny jakości powietrza ze względu na stężenie ozonu wg kryteriów dla ochrony roślin, podano strefę łódzką jako obszar całego województwa razem z miastami na prawach powiatów, z wyłączeniem jedynie Aglomeracji Łódzkiej. Mimo to zgodnie z wytycznymi GIOŚ wyniki pomiarów stężenia ozonu z miast na prawach powiatu nie zostały uwzględnione w ocenie tego wskaźnika dla ochrony roślin.

W związku z powyższym ocenę jakości powietrza dla stężenia ozonu wg kryteriów ustanowionych dla ochrony zdrowia dokonuje się w podziale na 2 strefy oceny, są to: Aglomeracja Łódzka oraz pozostały obszar województwa. Podział na strefy oceny jakości powietrza ze względu na stężenie ozonu przedstawia mapa III.1-11.

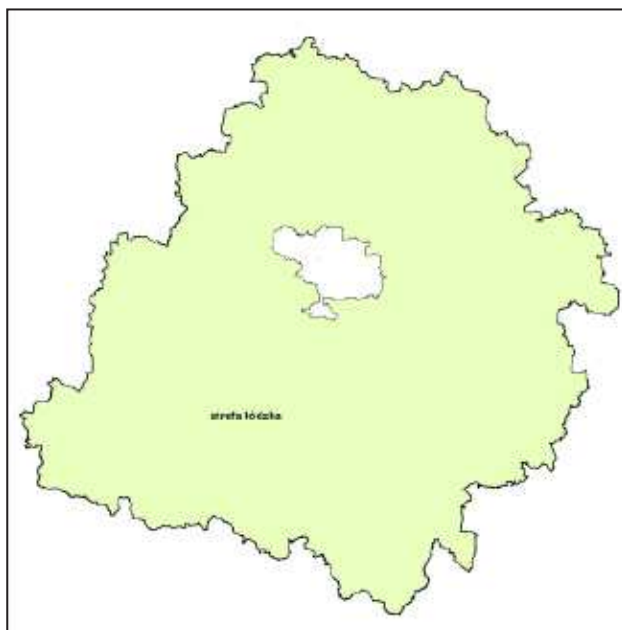


Mapa III.1-11. Podział na strefy oceny jakości powietrza w woj. łódzkim dla ozonu ze względu na ochronę zdrowia

Oceny jakości powietrza ze względu na ochronę roślin dokonuje się dla SO_2 , NO_x oraz O_3 . Ocenę dla SO_2 i NO_x wykonuje się w podziale na 4 strefy oceny będące połączonymi obszarami powiatów ziemskich, nie wchodzących w skład aglomeracji (mapa III.1-12). Ocenę jakości powietrza ze względu na ochronę roślin dla ozonu dokonuje się dla obszaru województwa z wyłączeniem Aglomeracji Łódzkiej (mapa III.1-13).



Mapa III.1-12. Podział na strefy oceny jakości powietrza w woj. łódzkim dla SO_2 i NO_x ze względu na ochronę roślin



Mapa III.1-13. Podział na strefy oceny jakości powietrza w woj. łódzkim dla ozonu ze względu na ochronę roślin

1.4.2. Kryteria rocznej oceny jakości powietrza w 2007 r.

Na mocy art. 89 ustawy Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2008 r. nr 25, poz. 150 z późn. zmianami), Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska w terminie do dnia 31 marca każdego roku, dokonuje oceny poziomów substancji w powietrzu za rok poprzedni, w podziale na strefy oceny jakości powietrza. Na podstawie wykonanej w 2007 r. pięcioletniej oceny jakości powietrza w województwie łódzkim za lata 2002 – 2006 [5], dla poszczególnych stref oceny zostały przyporządkowane metody kolejnych pięciu rocznych ocen jakości powietrza. Metody oceny w poszczególnych strefach są uzależnione od stopnia zagrożenia stanu jakości powietrza. Przepisy regulują, jakie metody oceny odpowiadają poszczególnym przedziałom stężenia zanieczyszczeń powietrza w danej strefie.

W odróżnieniu od ocen z lat poprzednich, roczna ocena jakości powietrza oparta została o nowy podział na strefy oceny, ustanowiony w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 06.03.2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r. nr 52, poz. 310). Ocena po raz pierwszy wykonana została również dla rozszerzonego zakresu substancji w oparciu o rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 03.03.2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. nr 47, poz. 281).

Podobnie jak w poprzednich ocenach, przy pracach nad „Roczną oceną jakości powietrza w województwie łódzkim w 2007 r.” zostały wzięte pod uwagę zalecenia Głównego Inspektora Ochrony Środowiska zawarte w opracowaniu „Wskazówki do pierwszej rocznej oceny jakości powietrza”.

Pierwszą i podstawową grupę metod rocznej oceny jakości powietrza stanowią pomiary. Podstawowym kryterium podziału metod pomiarowych jest ich jakość, częstotliwość wykonywania pomiarów, kompletności rocznych serii pomiarowych. Drugą grupą metod oceny jest szeroko pojęte matematyczne modelowanie jakości powietrza, w oparciu o dane o emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz dane meteorologiczne. Oczywistym jest, że wyższą rangę mają wyniki pomiarów, nad teoretycznym określeniem zanieczyszczenia powietrza. Jednakże matematyczne obliczenia jakości powietrza pozwalają na określenie granic obszarów przekroczeń normatywnych poziomów stężenia substancji w powietrzu.

Kolejną grupą metod oceny jest szacowanie stężenia zanieczyszczeń powietrza. Metody te są wystarczające dla obszarów o mniejszym zagrożeniu jakości powietrza. Są to sondáže pomiarowe przy użyciu laboratoriów mobilnych oraz pomiary z pasywnym poborem próby. Dopuszczalne jest również szacowanie stężenia zanieczyszczeń powietrza na obszarach nieobjętych pomiarami, na podstawie analogii z obszarami o rozpoznanym poziomie emisji, które posiadają podobną strukturę emisji oraz podobny rozkład zabudowy, itp.

Podstawowym zadaniem rocznej oceny jakości powietrza jest klasyfikacja jakości powietrza w strefach oceny dla poszczególnych substancji określonych przepisami. Ma to na celu określenie stref z przekroczeniem dopuszczalnego i docelowego poziomu substancji w powietrzu oraz poziomu celu długoterminowego. Obowiązkiem wykonującego ocenę jest w miarę precyzyjne określenie granic obszaru przekroczeń wartości normatywnych poziomów substancji w powietrzu. Obok określenia obszaru przekroczeń niezbędna jest identyfikacja przyczyn ich wystąpienia. Ponadto roczne oceny jakości powietrza mogą zawierać wnioski w zakresie potrzeb zmiany, lub wzmocnienia istniejącego systemu monitoringu i oceny.

Klasyfikacja stref jest podstawą do podjęcia decyzji o potrzebie zaplanowania działań na rzecz poprawy jakości powietrza w danej strefie w ramach programu ochrony powietrza.

Informacje uzyskane z pomiarów oraz matematycznego modelowania jakości powietrza o rozkładzie przestrzennym emisji są niezbędne do określenia obszarów wymagających podjęcia działań na rzecz poprawy jakości powietrza, lub do podjęcia dodatkowych badań we wskazanych rejonach (w przypadku uznania posiadanych informacji za niewystarczające).

Określenie przyczyn występowania ponadnormatywnych poziomów stężenia, w rozumieniu wskazania źródeł lub grup źródeł emisji odpowiedzialnych za zanieczyszczenie powietrza w danym rejonie, często wymaga przeprowadzenia złożonych analiz, z wykorzystaniem obliczeń za pomocą modeli matematycznych. Analizy takie stanowią element programu ochrony powietrza, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska

z 08.02.2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy ochrony powietrza (Dz. U. z 2008 r. nr 38, poz. 221).

Oceny jakości powietrza dokonuje się z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz oddzielnie ustanowionych ze względu na ochronę roślin. Ocena obejmuje wszystkie substancje, dla których rozporządzenie Ministra Środowiska, w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu..., określa wartości dopuszczalnego, docelowego poziomu stężenia substancji w powietrzu oraz poziom celu długoterminowego stężenia ozonu (tabela III.1-1.). Lista zanieczyszczeń, jakie należy uwzględnić w ocenie dokonywanej pod kątem spełnienia kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia, obejmuje więc: benzen, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki, tlenek węgla, ozon, pył PM10 oraz zawartość w nim ołowiu, arsenu, kadmu, niklu, benzo(a)pirenu (jako wskaźnika WWA).

Do zanieczyszczeń, które należy uwzględnić w ocenie rocznej dokonywanej pod kątem spełnienia kryteriów określonych w celu ochrony roślin zalicza się: dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz ozon.

Podstawę klasyfikacji stref w oparciu o wyniki rocznej oceny jakości powietrza w 2007r., zgodnie z art. 89 ustawy Prawo ochrony środowiska stanowiły:

- dopuszczalny poziom substancji w powietrzu (z ang. *limit value*) (w niektórych przypadkach, RMS w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określa dozwoloną liczbę przekroczeń określonego poziomu), zdefiniowany jako poziom substancji ustalony na podstawie wiedzy naukowej, w celu unikania, zapobiegania lub ograniczania szkodliwego oddziaływania na ludzkie zdrowie i/lub środowisko jako całość, który powinien być osiągnięty w podanym terminie oraz nie przekraczalny w czasie późniejszym [1];
- dopuszczalny poziom substancji w powietrzu powiększony o margines tolerancji (dozwolone przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego odnoszą się także do jego wartości powiększonej o margines tolerancji za rok 2007);
- poziom docelowy (z ang. *target value*) dla niektórych substancji w powietrzu, zróżnicowany ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin, zdefiniowany jako poziom substancji ustalony w celu unikania dalszego długoterminowego szkodliwego oddziaływania na zdrowie ludzkie i/lub środowisko jako całość, który ma być osiągnięty tam gdzie to jest możliwe i technicznie oraz ekonomicznie uzasadnione w określonym czasie [1];
- poziom celu długookresowego (z ang. *long-term objective*) zdefiniowany jako poziom substancji w powietrzu, poniżej którego, zgodnie z obecnym stanem wiedzy naukowej, bezpośredni szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi i/lub środowisko naturalne jako całość jest mało prawdopodobny; cel ten ma być osiągnięty w długim terminie, za wyjątkiem sytuacji kiedy nie może być

osiągnięty za pomocą proporcjonalnych działań, aby zapewnić skuteczną ochronę zdrowia ludzi i środowiska naturalnego. Pojęcie to odnosi się do ozonu, w podziale na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin [1].

Zgodnie z postanowieniami przepisów prawa, stężenie zanieczyszczeń powinno zostać zredukowane przynajmniej do poziomu stężenia dopuszczalnego/docelowego na całym terytorium kraju w określonym terminie i nie powinno przekraczać wartości dopuszczalnej po tym terminie. W ciągu kilku najbliższych lat stężenie ozonu powinno zostać zredukowane i nie powinno przekraczać poziomu celu długoterminowego.

Dla szeregu substancji ustanowiono tymczasowy margines tolerancji dopuszczalnego poziomu stężenia, stanowiący określony procent wartości dopuszczalnej. Wartość marginesów tolerancji jest stopniowo (corocznie) redukowana, aż do czasu przyjętego jako data wymaganego osiągnięcia stężenia, nie wyższego od wartości dopuszczalnej.

Wprowadzenie marginesu tolerancji miało na celu złagodzenie skutków jednoczesnego wdrażania programów ochrony powietrza w wielu strefach oceny. Często w wyniku działań podjętych wcześniej, lub aktualnie prowadzonych, możliwe jest obniżenie wartości stężenia substancji do wymaganego poziomu w przyjętym terminie, bez wdrażania programu ochrony powietrza. W 2007r. przyjęte marginesy tolerancji poziomów dopuszczalnych substancji obowiązywały już jedynie dla w przypadku NO₂, i benzenu. Dla pozostałych substancji marginesy tolerancji wygasły.

Zaliczenie strefy do określonej klasy zależy od najwyższych poziomów stężenia danego zanieczyszczenia występującego na jej obszarze. Zazwyczaj są to obszary centrum miast powiatowych. W przypadku, gdy nie są spełnione określone kryteria, wdrażany jest program ochrony powietrza, w ramach którego określa się obszar oraz zakres działań mających na celu poprawę jakości powietrza w obrębie wyznaczonego obszaru. W przypadku spełnienia wymaganej jakości powietrza wojewoda ma obowiązek jej utrzymania.

Klasyfikacji stref dokonuje się kilkietapowo, biorąc pod uwagę jakość powietrza na obszarach najwyższych stężeń w klasyfikowanej strefie. Pierwszym etapem oceny jest cząstkowa ocena poziomu stężenia poszczególnych substancji w konkretnym czasie uśredniania ich stężenia. Drugim etapem oceny jest określenie poszczególnych klas „wynikowych” dla poszczególnych substancji, równoznacznych z najgorszą klasą uzyskaną dla wszystkich normowanych czasów uśredniania danej substancji.

W odróżnieniu od lat poprzednich w niniejszej ocenie rocznej, zgodnie z zaleceniami Głównego Inspektora Ochrony Środowiska nie dokonano klasyfikacji łącznej. Wiąże się to ze zróżnicowanym podziałem obszaru województwa na strefy oceny jakości powietrza dla ozonu względem pozostałych zanieczyszczeń.

Zaliczenie strefy do określonej klasy wiąże się z określonymi wymaganiami, co do działań na rzecz poprawy jakości powietrza (w przypadku, gdy nie są spełnione określone kryteria) lub na rzecz utrzymania tej jakości (jeżeli spełnia ona przyjęte standardy). Podstawę zaliczenia strefy do określonej klasy, jak już wspomniano, stanowią wyniki oceny uzyskane na obszarach o najwyższych poziomach stężeń danego zanieczyszczenia w strefie.

W zależności od faktu ustanowienia marginesów tolerancji dla wartości dopuszczalnych poziomów substancji, lub też ich braku wyróżniono dwa rodzaje klasyfikacji stref.

Jeżeli ocenianej substancji przyznano margines tolerancji (MT), to możliwe klasy jakości powietrza to: A (najłagodniejsza klasa, poziom stężenia $< D^1$), B (poziom stężenia $> D$), C (najgorsza, poziom stężenia $> D + MT$). Powyższym klasom przyporządkowano różne działania wymagane (tabela III.1-12).

Tabela III.1-12. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza, dla przypadków gdy jest określony margines tolerancji

Poziom stężeń	Klasa strefy	Wymagane działania
nieprzekraczający wartości dopuszczalnej*	A	brak
powyżej wartości dopuszczalnej* lecz nie przekraczający wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji*	B	- określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych
powyżej wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji*	C	- określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji - opracowanie programu ochrony powietrza (POP)

* z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń określonych w RMŚ w sprawie dopuszczalnych poziomów

Jeżeli ocenianej substancji nie przyznano marginesu tolerancji (MT), to możliwe klasy jakości powietrza to: A (najłagodniejsza klasa, poziom stężenia $< D$), C (najgorsza, poziom stężenia $> D$). Powyższym klasom przyporządkowano różne działania wymagane (tabela III.1-13).

¹ D – wartości poziomu dopuszczalnego i docelowego, lub wartość celu długoterminowego poziomu substancji w powietrzu wg rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz. U. z 2008 r. nr 47, poz. 281)

Tabela III.1-13. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza, dla przypadków

Poziom stężeń	Klasa strefy	Wymagane działania
nieprzekraczający wartości dopuszczalnej*	A	brak
powyżej wartości dopuszczalnej*	C	- określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych - działania na rzecz poprawy jakości powietrza opracowanie programu ochrony powietrza (POP)

* z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń określonych w RMŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

1.4.3. Wyniki rocznej oceny jakości powietrza w województwie łódzkim w 2007r.

W wyniku rocznej oceny jakości powietrza w 2007 r. wyznaczono mniejszą liczbę obszarów przekroczeń dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu niż w roku poprzednim. Ze względu na komasację stref oceny jakości powietrza liczba stref oceny w województwie zmniejszyła się do 8 (w tym obszar całego województwa z wyłączeniem Aglomeracji Łódzkiej dla oceny stężenia ozonu).

Ze względu na likwidację marginesu tolerancji wartości dopuszczalnej stężenia pyłu zawieszonego PM10 oraz wysoki poziom jego stężenia, w rocznej ocenie jakości powietrza za 2007 r. wskazano konieczność realizacji POP we wszystkich 7 strefach oceny (8 obszarów przekroczeń poziomu dopuszczalnego stężenia 24-godzinne pyłu PM10).

W ocenie jakości powietrza za 2007 r. wykorzystano wyniki pomiarów z 41 stacji pomiarowych, w tym:

- pomiary ciągłe – na 9 stacjach automatycznych,
- pomiary dobowe – z 32 stacji pomiarów manualnych,
- miesięczne pomiary wskaźnikowe – metodą z pasywnym poborem próbek z 209 punktów pomiarowych.

Wyniki pomiarów z pozostałych stacji odrzucono ze względu na niewystarczającą kompletność serii pomiarowych, lub nieudokumentowany system zapewnienia jakości wyników.

Oprócz metod pomiarowych w ocenie rocznej wykorzystano wyniki matematycznych obliczeń poziomu imisji poszczególnych substancji w powietrzu, przy użyciu modelu Calmet/Calpuff. Wyniki modelowania zostały zweryfikowane względem wyników pomiarów. W przypadku niedoszacowania wartości stężenia wyniki obliczeń były rewaloryzowane.

Tabela III.1-16. Obszary przekroczeń dopuszczalnego poziomu stężenia pyłu PM10 w strefach oceny w 2007r.

Lp.	Nazwa strefy	Parametr przekroczenia	Obszary przekroczeń		
			miasto, gmina, dzielnica	obszar w km ²	liczba mieszkańców w tys.
1	2	3	4	5	6
1	Aglomeracja Łódzka	PM10 (24 godz.)	Łódź, Śródmieście, Górna, południowa część Bałut	14,7	99,5
		PM10 (24 godz.)	Pabianice, NE część miasta	1,7	6,0
		PM10 (24 godz.)	Zgierz, wschodnia część centrum miasta	1,0	3,0
2	miasto Piotrków Trybunalski	PM10 (24 godz.)	Centrum miasta	0,7	12,5
3	miasto Skierniewice	PM10 (24 godz.)	Centrum miasta	0,5	25,0
4	strefa łączyczko-zgierska	PM10 (24 godz.)	Kutno – centrum miasta	0,2	15,0
5	strefa piotrkowsko-radomszczańska	PM10 (rok)	Opoczno – centrum miasta	0,1	1,5
		PM10 (24 godz.)	Radomsko – centrum miasta	0,9	8,0
		PM10 (24 godz.)	Opoczno – centrum miasta	0,5	7,0
6	strefa sieradzko-wieluńska	PM10 (24 godz.)	Zduńska Wola – centrum miasta	0,5	20,0
7	strefa skierniewicko-łowicka	PM10 (24 godz.)	Brzeziny – centrum miasta z trasą tranzytową	0,2	2,0

Ocena stężenia ozonu dokonywana jest w całym kraju w podziale na całe obszary województw oraz aglomeracje miejsko-przemysłowe powyżej 250 tys. mieszkańców. O takim podziale na strefy oceny zdecydowała szeroka skala zjawiska występowania smogu fotochemicznego w Polsce i innych krajach Europy. Problem zbyt wysokich wartości stężenia ozonu wymaga działań o charakterze ogólnokrajowych programów naprawczych, w oparciu o współpracę międzynarodową w ramach Unii Europejskiej. Dlatego też należy stwierdzić, że działania naprawcze mające na celu ograniczenie stężenia ozonu wykraczają poza możliwości władz jednego województwa.

Zmniejszenie liczby obszarów przekroczeń poziomów dopuszczalnych pyłu PM10 względem roku 2006 wynika z warunków meteorologicznych panujące w województwie łódzkim w 2007 r. (łagodna zima w I kwartale 2007r.). Stąd w 2007r. zanotowano wyraźną poprawę stanu aerosanitarne powietrza w województwie.

Bibliografia:

1. Wskazówki do określania nowego układu stref na potrzeby pomiarów, ocen i zarządzania jakością powietrza, wykonania oceny wstępnej jakości powietrza pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10 oraz dostosowania systemu oceny do wymagań dyrektywy 2004/107/WE, GIOŚ, Warszawa 2006.
2. G. Mitosek, J. Iwanek, Wskazówki do przeprowadzenia drugiej pięcioletniej oceny jakości powietrza, Warszawa 2007.
3. G. Mitosek, i inni, Wskazówki do pierwszej rocznej oceny jakości powietrza, Warszawa 2003.
4. Wstępna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim dla As, Ni, Cd, B(a)P w pyłe PM10 w latach 2001-2005, WIOŚ, Łódź 2006.
5. Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie łódzkim w latach 2002 – 2006, WIOŚ, Łódź 2007.
6. Roczna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim w 2007r., WIOŚ, Łódź 2008.

Opracował: *Bartłomiej Świątczak*

1.5. Programy ochrony powietrza

Programy ochrony powietrza stanowią narzędzia służące zarządzaniu jakością powietrza w strefach, w których przekroczone zostały poziomy stężeń dopuszczalnych.

Obszar województwa łódzkiego został podzielony na:

- 7 stref dla celów oceny jakości powietrza pod kątem dwutlenku i tlenków azotu, dwutlenku siarki, tlenku węgla, benzenu, pyłu PM10 i zawartych w nim metali: ołowiu, arsenu, kadmu, niklu oraz benzo- α -pirenu stanowiących przez:
 - aglomerację łódzką,
 - m. Piotrków Trybunalski,
 - m. Skierniewice,
 - strefę łączycko-zgierską obejmującą powiaty: łączycki, kutnowski, poddębicki, zgierski, pabianicki,
 - strefę piotrkowsko-radomszczańską składającą się z powiatów: tomaszowskiego, piotrkowskiego, opoczyńskiego, bełchatowskiego, radomszczańskiego, pajęczańskiego,
 - strefę sieradzko-wieluńską z powiatami: sieradzkim, zduńskowolskim, łaskim, wieluńskim, wieruszowskim,
 - strefę skierniewicko-łowicką obejmującą powiaty: skierniewicki, łódzki wschodni, rawski, łowicki, brzeziński;
- strefę łódzką dla celów oceny jakości powietrza pod kątem zawartości ozonu, w skład której wchodzi wszystkie powiaty woj. łódzkiego.

Podział Polski na strefy ustanawia rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r., Nr 52, poz.310).

Przed wejściem w życie rozporządzenia, tj. do dnia 11 kwietnia 2008 roku strefę, zgodnie z art. 87 ust. 2 ustawy z dnia 21 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska, tworzyła aglomeracja o liczbie mieszkańców powyżej 200 tys. lub obszar powiatu nie wchodzący w skład aglomeracji

Na potrzeby niniejszej publikacji posłużono się podziałem na strefy zastosowanym przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi w rocznych ocenach jakości powietrza za lata 2002-2006.

Obowiązek określania programów naprawczych ochrony powietrza dla stref wynika z art. 91 ust.1 i ust.5 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska i jest obowiązkiem unijnym regulowanym wcześniej dyrektywą Rady 96/62/WE z dnia 27 września 1996 r w sprawie oceny i zarządzania jakością otaczającego powietrza, a obecnie dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia

21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza atmosferycznego i w sprawie czystszej powietrza dla Europy (CAFE).

Do dnia 31 grudnia 2007 r. organem właściwym do określania programów był Wojewoda. Od 1 stycznia 2008 r. wraz wejściem w życie ustawy z dnia 29 lipca 2005 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze zmianami w podziale zadań i kompetencji administracji terenowej wnoszącej zmiany do ustawy Prawo ochrony środowiska - Sejmik Województwa.

Obowiązek określania programów ochrony powietrza jest zadaniem z zakresu administracji rządowej i zgodnie z art. 84 ustawy aktem prawa miejscowego. Programy powinny być zaopiniowane przez właściwego starostę. Zgodnie z art. 91 ust. 9 ustawy w sporządzaniu programów winien być zapewniony udział społeczeństwa.

Podstawą do opracowania programów są wyniki klasyfikacji stref dokonywanej przez WIOŚ w ramach corocznej oceny jakości powietrza. Do programów naprawczych ochrony powietrza kwalifikuje przyznanie strefie klasy C.

Klasyfikacja stref przedstawiona w rocznych ocenach jakości powietrza za lata 2002-2007 zmienia się z roku na rok. Podstawą klasyfikacji stref są roczne wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń uzyskane z wojewódzkiej sieci monitoringu powietrza. Poziom stężeń natomiast uwarunkowany jest czynnikami klimatycznymi i meteorologicznymi. I tak, np. wysokie poziomy imisji notowane są w okresie zimowym przy niskich prędkościach wiatru lub w czasie ciszy, przy dominującej pogodzie typu antycyklonalnego (wyż) spowodowanej małym zachmurzeniem, niską temperaturą, brakiem opadów, powstawaniem warstw inwersji na stosunkowo niskich wysokościach, zaleganiem nad danym terytorium chłodnych warstw powietrza. Latem wysokie poziomy stężeń pyłu PM10 pochodzą najczęściej z zabrudzenia jezdni i powstają w warunkach antycyklonalnych, przy niskiej wilgotności powietrza i braku opadu.

W związku z tym, zmiana klasy strefy z C spowodowana korzystnymi w danym roku oceny warunkami meteorologicznymi na niekwalifikującą do programów naprawczych klasę A lub B, nie zwalnia z obowiązku sporządzenia programu ochrony powietrza.

Wyniki klasyfikacji stref zawarte w rocznych ocenach jakości powietrza pod kątem dotrzymania standardów jakości powietrza w zakresie pyłu PM10 i dwutlenku azotu przedstawia tabela III.1-17.

Zadaniem programów ochrony powietrza jest określenie zakresu działań naprawczych mających na celu osiągnięcie dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu.

W wyniku sporządzanych ocen rocznych jakości powietrza za lata 2002-2007 do programów ochrony powietrza WIOŚ w Łodzi wskazał:

- 11 stref województwa łódzkiego, z uwagi na przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM10 plus margines tolerancji,
- 1 strefę, ze względu na przekroczenia dwutlenku azotu plus margines tolerancji,
- woj. łódzkie z powodu przekroczenia poziomów docelowych ozonu.

Tabele nr III.1-18 i III.1-19 przedstawiają wykaz stref, wskazanych do programów ochrony powietrza,

z uwagi na przekroczenia dopuszczalnych stężeń pyłu PM10 i dwutlenku azotu plus margines tolerancji oraz poziomy stężeń odnotowane na stacjach pomiarowych, kwalifikujące obszary do programów ochrony powietrza.

Stan prac na dzień 1 listopada 2008 roku nad określaniem programów ochrony powietrza dla stref woj. łódzkiego przedstawia tabela III.1-20.

Tabela III.1-17. Wyniki klasyfikacji stref dla pyłu PM10 i dwutlenku azotu na podstawie ocen rocznych jakości powietrza za lata 2002-2007

Bieżąca ocena jakości powietrza rok	Przekroczenia Pył PM10		Obszar	Klasa wynikowa strefy PM10	Uwagi
	Stężenia 24 h częstość przekroczeń 35 x	Stężenia średnioroczne			
2002	C	C	aglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne klasa C
2003	C	C	aglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne klasa C
2004	C	C	aglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	C	radomszczański	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	C	m. Piotrków Tryb	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
2005	C	C	aglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	A	radomszczański	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	sieradzki	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	tomaszowski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	wieluński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	zduńskowolski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Piotrków	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Skierniewice	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Skierniewice	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
2006	C	C	Agglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne Klasa C
	C	A	brzeziński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	A	kutnowski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	C	opoczyński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	radomszczański	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	C	sieradzki	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	tomaszowski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	wieluński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	C	A	zduńskowolski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Piotrków	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	C	m. Skierniewice	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
2007 * Nowe strefy	C	A	aglomeracja łódzka	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	brzeziński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	kutnowski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	C	opoczyński	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	radomszczański	C	NO ₂ średnioroczne Klasa B
	A	A	sieradzki	A	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	A	A	tomaszowski	A	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	A	A	wieluński	A	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	zduńskowolski	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Piotrków	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A
	C	A	m. Skierniewice	C	NO ₂ średnioroczne Klasa A

Klasa A – poniżej poziomu stężeń dopuszczalnych

B- między poziomami dopuszczalnymi a poziomem z marginesem tolerancji

C – powyżej poziomów dopuszczalnych – kwalifikująca do programu.

Tabela III.1-18. Wykaz stref, w których zostały przekroczone poziomy stężenie dopuszczalnych pyłu PM10 plus margines tolerancji wskazane do programów ochrony powietrza oraz wysokości stężeń ponadnormatywnych odnotowane na stacjach pomiarowych

L.p.	Nazwa strefy. Rok oceny jakości powietrza klasyfikującej do programu ochrony powietrza	Lokalizacja stacji pomiarowych	Wysokość stężeń pyłu PM10/ % przekroczeń poziomu stężeń dopuszczalnych	
			Stężenia 24-godzinne	Stężenia średnioroczne
1.	Aglomeracja łódzka (Łódź, Pabianice, Zgierz) 2002	Zgierz Pl. Stary Rynek 1 Łódź, Zachodnia 81 Łódź, Zgierska 254 Łódź, Łódź, Limanowskiego 87 Łódź, Wodna 40 Łódź, Przybyszewskiego Pabianice, Św. Jana 46 Łódź, Gdańska 29 Łódź, Kopcińskiego 54	72,3 ¹ /44,6 91,8 ¹ /83,6 75,0 ² /50 60,0 ² /20 66,0(PM10)/32 51,9 ¹ /3,8 55 ¹ /10 60 ² /20 57 ² /14	80,18 ¹ /100,45% 102,49 ¹ /156,2 46,46 ² /16,5 41,13 ² /2,8 41,56 ² /3,9 65,71 ¹ /64,3 58,32 ¹ /45,8 42,81 ² /7 -
2	Powiat radomszczański 2004	Żeromskiego 15 Gliniana 26 Gołębia Prusa 27 Komuny Paryskiej 5	70.0 ³ /40 78.0 ² /56 63.0 ² /26 87.0 ² /74 120.0 ² /140	- 46.3 ² /116 - 50.7 ² /27 47.0 ² /18
3	Powiat miasto Piotrków Tryb. 2004	ul. Belzacka Al. 3 Maja 8	75.5 ^a /51 105.0 ² /110	- 43.4 ² /8,5
4	Powiat tomaszowski 2005	Św. Antoniego	93,0 ² /86%	-
5	Powiat miasto Skierniewice 2005	Reymonta W.	60,0 ³ /20	-
6	Powiat wieluński 2006	P.O.W. 14	55 ³ /10	-
7	Powiat sieradzki 2006	Grunwaldzka 28	58 ³ /16	-
8	Powiat zduńskowolski 2006	Dąbrowskiego 1 Szadkowska 4	75 ³ /50 52 ³ /0,4	- -
9	Powiat brzeziński 2006	Reformacka 3	81 ³ /62	-
10	Powiat kutnowski 2006	Strefy sklasyfikowane do programów . Programy nie zostały opracowane.		
11	Powiat opoczyński 2006			

¹ TSP– pomiar manualny, metoda grawimetryczna

² BS -pomiar manualny, metoda reflektometryczna

³ PM10 - pomiar manualny LVS, ^a automatyczny

Tabela III.1-19. Aglomeracja łódzka - strefa wskazana do programu ochrony powietrza, z uwagi na przekroczenia stężeń dopuszczalnych dwutlenku azotu plus margines tolerancji oraz poziomy stężenie dwutlenku azotu kwalifikujące do programu

Miejscowość	Adres	NO ₂ /rok	% prze- kroczeń
Zgierz	Armii Krajowej /Długa	55,1	37,8
Łódź	Zachodnia 81	43,73	9,3
	Zachodnia 40	46,6	16,5
	Legionów	43,3	8,3
	Uniwersytecka / Wierzbowa	40,09	2,3
	Tuwima/Sienkiewicza	40,05	2,2
	Al. Włókniarzy/Długosza	42,3	5,8
	Mickiewicza/Al. Włókniarzy	47,5	18,8
	Kopcińskiego 54	48,49	21,2
	Paderewskiego/Rzgowska	50,8	27
Pabianice	Św. Jana/Partyzancka	50,8	27

Opracowanie programów finansowane było z budżetu Wojewody. Z uwagi na to, że programy są zadaniami z zakresu administracji rządowej Wojewoda jest nadal zobowiązany do zagwarantowania środków finansowych na wykonanie programów. Wejście w życie z dniem 19 sierpnia 2007 r. zmiany ustawy Prawo ochrony środowiska i wprowadzenie przepisu art. 410c umożliwiło dofinansowanie zadań realizowanych przez jednostki budżetowe i udział Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi w sfinansowaniu opracowania programów dla powiatów: wieluńskiego, zduńskowolskiego, sieradzkiego i brzezińskiego.

Podstawą prawną do wykonania programów ochrony powietrza były przepisy rozporządzeń Ministra Środowiska:

- z dnia 5 lipca 2002 roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy ochrony powietrza (Dz. U. Nr 115, poz. 1003), zaktualizowane rozporządzeniem zawartym w Dz. U. z 2008 r. Nr 38, poz. 221,

Tabela III.1-20. Stan prac nad programami ochrony powietrza na dzień 1 listopada 2008 roku

L.p.	Nazwa strefy	Rok oceny jakości powietrza klasyfikującej do programu, rodzaj substancji	Stan zaawansowania prac
1	Aglomeracja łódzka (Łódź, Pabianice, Zgierz)	2002 pył PM10, dwutlenek azotu	Rozporządzenie Wojewody Łódzkiego Nr 3/2005 z dnia 01.04.2005r. (Dz. Urz. woj. łódzkiego Nr 101, poz.1004 z 11.04.2005 r.)
2	Powiat m. Piotrków Trybunalski	2004 pył PM10	Rozporządzenie Wojewody Łódzkiego Nr 7/2007 z dnia 05 .04.2005 r. (Dz. Urz. woj. łódzkiego Nr 103, poz.923 z 14.04.2005 r.)
3	Powiat radomskiego	2005 pył PM10	Programy opracowane. Projekty uchwał w sprawie programu po zaopiniowaniu Starosty i społeczeństwa
4	Powiat m . Skierniewice		
5	Powiat wieluński		
6	Powiat sieradzki		
7	Powiat zduńskowski		
8	Powiat tomaszowski	2006 pył PM10	W trakcie opracowania programu.
9	Powiat brzeziński		
10	Kutnowski		
11	Powiat opoczyński		

Programy ochrony powietrza były opracowywane przez BSiPP „EKOMETRIA” Sp. z o.o. z Gdańska, czasowo pracujące w Konsorcjum NDI Ekometria.

- z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji (Dz. U. z 2002 r. Nr 87, poz. 796), zaktualizowane rozporządzeniem z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r., Nr 47, poz. 281),
- z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2002 r. Nr 87, poz. 797), aktualizacja rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r., Nr 47, poz. 281),
- z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r., Nr 52, poz. 310)

oraz wskazówki metodyczne Ministerstwa Środowiska z 2003 r. pt. „Zasady sporządzania naprawczych programów ochrony powietrza w strefach”, opracowanych w Zakładzie Ochrony Atmosfery Instytutu Ochrony Środowiska.

Przy opracowaniu programów dla powiatu wieluńskiego, sieradzkiego, zduńskowskiego i brzezińskiego dodatkowo korzystano z przepisów rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 5.04.2006 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczeń powietrza (Dz. U. z 2006 r. Nr 63, poz.1728) uściślającego wymagania dot. wykonania programów.

Podstawą sformułowania działań naprawczych wskazanych w programach i projektach programów są obliczenia i analizy służące:

- oszacowaniu ilości emitowanych do powietrza substancji z podziałem na źródła punktowe, powierzchniowe i liniowe,

- oszacowaniu udziału poszczególnych rodzajów źródeł w powstawaniu ponadnormatywnych stężeń,
- identyfikacji rodzaju źródeł emisji odpowiedzialnych za powstawanie ponadnormatywnych stężeń,
- określeniu granic obszarów przekroczeń,
- opracowaniu wariantów działań naprawczych i wyborze wariantu najkorzystniejszego pod względem ekologicznym i ekonomicznym,
- oszacowaniu poziomu tła regionalnego i całkowitego.

W celu opracowania zakresu działań naprawczych wzięto pod uwagę priorytety i cele strategii i polityk państwowych oraz regionalnych z zakresu: ochrony środowiska, ochrony zdrowia, energetyki, komunikacji, zagospodarowania przestrzennego.

Do sporządzania programów posłużono się narzędziem informatycznym – modelem CALMET/CALPUFF. Obliczenia rozkładu stężeń zanieczyszczeń PM10 w strefach wykonano na podstawie danych emisyjnych i meteorologicznych. Obliczenia wykonano w podziale na źródła: punktowe, powierzchniowe i liniowe, z dodatkowym podziałem na źródła wewnątrz obszaru strefy oraz poza jej granicami, a następnie wyniki sumowano programem Calculator. Oceny oddziaływania komunikacji i wykonanie uściślających obliczeń dokonano modelem przeznaczonym do szacowania stężeń zanieczyszczeń w kanionie ulicznym przy użyciu modelu AEOLIUS FUL.

Na wysokość poziomu stężeń w powietrzu pyłu PM10 istotny wpływ mają warunki meteorologiczne, uwarunkowania mikro- i mezoklimatyczne, cyrkulacja powietrza, warunki topograficzne, sposób zagospodarowania i ukształtowania terenu. Stąd zastosowanie modelu CALMET/CALPUFF, który umożliwia przyjmowanie zmiennych w czasie parametrów emisji, trójwymiarowych pól meteorologicznych (wiatr, temperatura,

ciśnienie itp.), przestrzennej zmienności warstwy mieszanania, parametrów szorstkości, prędkości konwencjonalnej, długości Monina – Obuchowa, opadu, pionowej i poziomej turbulencji.

Do obliczeń wykorzystano dane o źródłach i parametrach emisji zinwentaryzowane przez WIOŚ w Łodzi uzupełnione informacjami ze starostw powiatowych i Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi.

Poziomy emisji powierzchniowej obliczono z danych statystycznych, a poziomy emisji liniowej na podstawie danych o natężeniu ruchu.

Dokładność modelowania uzyskano nie mniejszą niż wymagana rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2002 r. Nr 87, poz.797). W związku z tym, wyznaczone za pomocą modelowania granice obszarów przekroczeń należy uważać za wiarygodne.

Zasięg obszarów przekroczeń wyznaczonych metodą modelowania matematycznego oraz liczbę ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia przedstawiono w tabeli Nr III.1-21 i III.1-22.

Tabela III.1-21. Granice obszarów przekroczeń, liczba ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia oraz maksymalne poziomy stężenie pyłu PM10

L.p.	Nazwa strefy. Rok oceny jakości powietrza klasyfikującej do programu	Granice obszaru przekroczeń pył PM10	A. Powierzchnia obszaru narażenia na oddziaływanie ponadnormatywnych stężeń [ha] B. Liczba ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia			
			24 h		rok	
			A	B	A	B
1	2	3	4	5	6	7
1	Agglomeracja łódzka (Łódź, Pabianice, Zgierz) 2002	Łódź - Śródmieście - na północ od ulicy Piłsudskiego + płn. –zach. część Polesia (osiedla Żubradź, M. Reja, Wielkopolska, Reymonta).	564,7	98 989		-
		Centrum Łodzi, kwartał ulic: Żeromskiego - Sterlinga - Piłsudskiego – Północna.			168,5	43 108
		Zgierz - Stare Miasto	465,2	17 519	0,8	1 926
		Pabianice - centrum wzdłuż ul. Waryńskiego, od Zamkowej do Moniuszki.	4,493	1 168		
2	Powiat radomski 2004	Miasto Radomsko. Rejon ograniczony ulicami: od północy: ul. Górnickiego, od wschodu: ul. Wieniawskiego i ul. Źródlanej, od południa: ul. Jagiellońską od zachodu: ul. Kordeckiego	1928,3	39 244	105,1	4 334
3	Powiat miasto Piotrków Trybunalski 2004	Centrum miasta, obejmujące Stare Miasto i Osiedle Mickiewicza. Jest to rejon ograniczony ulicami: Partyzantów, Lelewela, Sportowa, Kochanowskiego, Niecała, Zjazdowa, Mieszka I, Pasaż Rudowskiego, Rondo Gierka, Wyzwolenia, Partyzantów	161	10 875	0,13	40
4		Osiedla Sadowa I i Sadowa II. Rejon ograniczony ulicami: Pawłowską, Migdałową, Jaworową Warzywną, Kostromską, Olchową, Sadową, Łódzką.	18,7	1 915		
5		Okolice Parku im. Ks. Józefa Poniatowskiego, rejon ograniczony ulicami: Roosevelta, Żwirki i Sosnową oraz ulicami: Żeromskiego, Zachodnią i Przedborską/	0,8	65	-	-
		Osiedle Wierzeje w obszarze ograniczonym ulicami: Wierzeje, Łowiecka i Jeziorna	0,8	65	-	-
6	Powiat m. Skierniewice 2005	Centrum Miasta. Jest to rejon ograniczony ulicami: od północy: ul. Rybickiego, od zachodu: ul. Piłsudskiego, ul. Floriana i ul. Czystą, od południa: Al. Niepodległości, od wschodu: ul. Reymonta i ul. Mireckiego.	35,5	2811	-	-

L.p.	Nazwa strefy. Rok oceny jakości powietrza klasyfikującej do programu	Granice obszaru przekroczeń pył PM10	A. Powierzchnia obszaru narażenia na oddziaływanie ponadnormatywnych stężeń [ha] B. Liczba ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia			
			24 h		rok	
			A	B	A	B
1	2	3	4	5	6	7
7	Powiat m. Skierniewice 2005	Okolice Dworca PKP. Jest to rejon ograniczony ulicami: od północy: ul. Dworcową i linią kolejową, od wschodu: ul. Sienkiewicza, od południa: ul. Jana III Sobieskiego, od zachodu: ul. Rataja.	10,58	2492	-	-
8		Osiedle Zadebie. Jest to rejon ograniczony ulicami: od północy: ul. Narcyzową, od wschodu: ul. Szarotek, od południa: Storczykową, od zachodu: ul. Młynarską.	1,41	123	-	-
9	Powiat Tomaszowski 2006	Osiedle Cekanów okolice ul. Głównej	5,3	90	-	-
10		Osiedle Cekanów okolice ul. Chopina i Tuwima	0,9	15	-	-
11		Osiedle Wilanów okolice ul. Bocznej	0,15	3	-	-
12		Osiedle Starzyce okolice ul. Piaskowej oraz Tamka/	2,8	48	-	-
13		Osiedle Kanonierów. Jest to rejon ograniczony ulicami: od północy: ul. Piłsudskiego, od wschodu: ul. Grunwaldzką, od południa: ul. Słowackiego, od zachodu: ul. Prawą.				
14	Śródmieście w okolicy ul. Jerozolimskiej oraz św. Antoniego					
15	Powiat wieluński 2006	od północy: ul. Wysockiego, Ciepłowniczą; od wschodu: ul. Zamiejską, Zamenhofa, Kopernika, Struga, 3 Maja; od południa: ul. Powstańców Warszawy, Graniczną; od zachodu: granicą miasta Wielunia, ul. Zieloną oraz ul. J. Żubr	261,2	6 500	-	-
16	Powiat sieradzki 2006	Rejon Sieradza ograniczony ulicami: od północy: ul. Zakładników, Wojska Polskiego, Mireckiego, Orzechową, Klonową, Sienkiewicza; od wschodu: ul. Grodzką, Podzamcze, od południa: ul. Sikorskiego, Wyspiańskiego, Broniewskiego, Targową; od zachodu: ul. Strzelców Kaniowskich, Daszyńskiego, Paderewskiego	281,8	5500	-	-
17	Powiat zduńskowski 2006	od północy: ul. Getta Żydowskiego oraz granica miasta Zduńska Wola; od wschodu: ul. Torową, ul. Jana III Sobieskiego, Długą, Kanałową, Wychodną; od południa: ul. Żurawią; od zachodu: ul. Dolną, Tkacką, Mostową	519,71	10 000	-	-
18	Powiat brzeziński 2006	od północy: ul. R. Traugutta; od wschodu: ul. Mickiewicza; od południa: ul. Sportową; od zachodu: ul. Matuszewskiego, ul. Moniuszki oraz ul. A. Fredry	31,7	1500	-	-

Tabela III.1-22. Granice obszarów przekroczeń w aglomeracji łódzkiej, liczba ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia oraz maksymalne poziomy stężeń dwutlenku azotu

L.p.	Charakterystyka obszaru	Granice obszaru przekroczeń pył NO ₂	A. Powierzchnia obszaru narażenia na oddziaływanie ponadnormatywnych stężeń [ha] B. Liczba ludności narażonej na ponadnormatywne stężenia			
			1 h		rok	
			A	B	A	B
1	Al. Włókniarzy – droga krajowa nr 1 - trasa tranzytowa; droga krajowa nr 14, trasa tranzytowa - ciąg ulic: Strykowska – Kopcińskiego - Rydza-Śmigłego; ul. Paderewskiego łącząca powyższe trasy; ul. Rzgowska – droga krajowa nr 1 prowadząca ruch tranzytowy; obszar Śródmieścia (w „kleszczach” ww. tras) z gęstą zabudową, siecią wąskich ulic o złym stanie technicznym i blokującym się ruchem: samochody – tramwaje).	Łódź - Śródmieście (cała dzielnica) oraz wzdłuż ul. Włókniarzy (część dzielnicy Bałuty i Polesie), oraz wzdłuż ul. Rzgowskiej i ul. Paderewskiego (część dzielnicy Góma)	4942,6	367 218	-	-
2	Bardzo gęsta, często przedwojenna zabudowa, podwórka studnie, dodatkowo zastawione przybudówkami, garażami, ponad 60% ogrzewane indywidualnie węglem kamiennym	Łódź Śródmieście, kwartał ulic Piłsudskiego, Północna, Zachodnia - Kościuszki, Wschodnia - Sienkiewicza	41,1ha	87 813	-	-
3	Główna droga tranzytowa, przechodząca przez całe miasto, również przez centrum.	Zgierz – wzdłuż głównego ciągu komunikacyjnego: ul. Łęczyckiej i Łódzkiej (droga krajowa nr 1), oraz mały obszar przy ul. Musierowicza.	201,85	5 255	-	-
4	Główny ciąg komunikacyjny, miejski przebieg drogi krajowej nr 14, na którym odbywa się ruch tranzytowy.	Pabianice - wzdłuż ul. Partyzanckiej, od skrzyżowania z ul. Sikorskiego do skrzyżowania z ul. Lutomiarską.	73, 106	1 459	-	-

Wyniki wykonanych na potrzeby programów obliczeń i analiz stanowią podstawę do następujących wniosków:

1. Wartości stężeń pyłu PM₁₀ na terenie stref województwa łódzkiego pochodzące od emisji napływowej rozkładają się są nierównomierne i kształtują się średnio na poziomie ca 30-35% wartości dopuszczalnej dla wartości średniodobowych i ca 27% dla wartości średniorocznych. Najniższe stężenia 24-h wynoszące ca 3% wykazano dla aglomeracji łódzkiej, najwyższe stanowiące ca 78% wartości dopuszczalnej dla Brzezin. W odniesieniu do stężeń średniorocznych – najniższe poziomy stężeń pochodzące od emisji napływowej dotyczą aglomeracji łódzkiej i stanowią ca 1,5% poziomu stężeń dopuszczalnych, najwyższe ca 51% wartości dopuszczalnej obliczono dla Brzezin.
2. Największy udział w imisji napływowej ma emisja powierzchniowa ze źródeł zlokalizowanych w pasie 30 km i poza województwem, średnio stanowi od 12-22% wartości dopuszczalnej dla stężeń średniodobowych pyłu PM₁₀ i średniorocznych od 6-9%. Maksymalne poziomy osiąga w Brzezinach do ca 48% poziomów stężeń dopuszczalnych 24-godzinnych i ca 35% stężeń średniorocznych.
3. Dzięki wysokim emitorom sprzyjającym znacznemu rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń udział w po-

ziomach stężeń pyłu PM₁₀ emisji punktowej ze źródeł zlokalizowanych zarówno poza strefą, jak i na obszarze przekroczeń jest niewielki. Ilość emitowanego pyłu PM₁₀ z Elektrowni Bełchatów - największego emitenta pyłu PM₁₀ stanowi ca 4,4 % wielkości stężeń dopuszczalnych średniodobowych i 0,6% stężeń średniorocznych.

Nieznaczne udziały emisji punktowej w powstawaniu ponadnormatywnych stężeń spowodowane są stosowaniem urządzeń odpylających o wysokiej skuteczności. Konieczność ciągłego ograniczenia emisji pyłu PM₁₀ wynika z decyzji administracyjnych uwzględniających wymogi przepisów unijnych i krajowych w zakresie stosowania standardów emisyjnych i najlepszych dostępnych technik (BAT). Do redukcji emisji pyłu PM₁₀ przyczyniają się ograniczenia w ilości spalanych paliw generowane zmniejszeniem przez Unię Europejską limitów uprawnień do emisji dwutlenku węgla.

Przepisy ustawy Prawo ochrony środowiska regulują problemy związane z lokalizacją na obszarach przekroczeń instalacji nowych lub zmienianych w istotny sposób, co wymaga postępowania kompensacyjnego skutkującego wydaniem decyzji zobowiązującej istniejącą instalację do redukcji emitowanego pyłu PM₁₀ w ilości co najmniej 30%.

Ze względu na to, że nie zidentyfikowano źródeł emisji pyłu PM10, którego emisja stanowiłaby znaczący udział w powstawaniu ponadnormatywnych stężeń, działania naprawcze nie są kierowane do źródeł punktowych. Nie dotyczy to źródeł energetycznego spalania paliw, których rezerwy mocy cieplnych wykorzystywane są w celu zmniejszenia wielkości emisji niskiej.

4. We wszystkich strefach woj. łódzkiego za ponadnormatywne stężenia pyłu PM10 odpowiedzialna jest głównie emisja powierzchniowa sektora komunalno-bytowego wykorzystującego do ogrzewania źródła opalane węglem. Stąd konieczność wyeliminowania z użytkowania palenisk i lokalnych kotłowni węglowych.

Z uwagi na najniższe dotąd koszty wdrażania preferowanym wariantem naprawczym programów ochrony powietrza jest rozbudowa miejskich sieci ciepłowniczych wykorzystujących rezerwy ciepła miejskich ciepłowni i elektrociepłowni oraz doprowadzenie ciepła sieciowego do budynków zlokalizowanych na obszarach przekroczeń.

Programy nie wykluczają wymiany istniejących źródeł ciepła na źródła o niskich wskaźnikach emisyjnych pyłu, za które uznaje się kotły opalane gazem lub olejem opałowym lekkim. Ten sposób modernizacji sposobów ogrzewania dotyczy szczególnie obszarów, dla których budowa sieci ciepłowniczej jest ekonomicznie nieuzasadniona. Powyższe działania wymagają niejednokrotnie zmiany w planach zagospodarowania przestrzennego.

Czynniki, w szczególności takie jak: brak gwarantowanych w długiej perspektywie czasu cen paliw, zmniejszanie limitów uprawnień do emisji dwutlenku węgla, ograniczające rozwój przedsiębiorstw energetycznych, mogą być przyczyną podwyżek cen ciepła i główną barierą we wdrażaniu programów ochrony powietrza.

5. W przypadku powiatów sieradzkiego i wieluńskiego istotny udział w powstawaniu ponadnormatywnych stężeń pyłu PM10 ma również emisja pyłu pochodząca z zabrudzenia jezdni. Emisja liniowa pochodząca z ruchu pojazdów jest przyczyną ponadnormatywnych stężeń dwutlenku azotu na obszarze aglomeracji łódzkiej obejmującej miasta: Łódź, Pabianice i Zgierz oraz jest powodem określenia programu naprawczego ochrony powietrza.

Działania naprawcze ograniczające emisję pyłu PM10 i dwutlenku azotu ze źródeł liniowych polegają głównie na wyprowadzeniu ruchu komunikacyjnego poza obszary miast, utrzymaniu nawierzchni dróg utwardzonych w sposób umożliwiający ograniczenie emisji wtórnej pyłu, wymianie nieutwardzonych nawierzchni na nawierzchnie utwardzone, tworzeniu pasów zieleni izolacyjnej w sąsiedztwie głównych szlaków komunikacyjnych, zmiany w organizacji ruchu, tworzeniu na obszarach przekroczeń stref bez ruchu samochodowego,

modernizacji transportu masowego, tworzeniu warunków do rozwoju transportu rowerowego itp.

Programy ochrony powietrza skierowane są w szczególności do gminnych organów administracji samorządowej, które na mocy ustawy o samorządzie gminnym są właściwe do spraw związanych: z zapewnieniem mieszkańców w ciepło, paliwa gazowe i energię elektryczną, do zmian planów zagospodarowania przestrzennego wymaganego w przypadku zmiany: sposobu ogrzewania budynków, przebiegu lub budowy dróg, organizacji przestrzeni umożliwiającej wentylowanie miast, do spraw związanych z transportem publicznym, utrzymaniem dróg gminnych i in.

Główną barierą we wdrażaniu programów jest bezrobocie i niskie dochody ludności zamieszkującej obszary przekroczeń. Mieszkańcy tych obszarów będą współuczestniczyć w finansowaniu zmian sposobu ogrzewania budynków i mieszkań oraz ponosić koszty utrzymania nowych instalacji grzewczych.

Do pozostałych czynników spowalniających realizację programów należą:

- niewystarczające budżety gmin,
- różne formy własności budynków mieszkalnych,
- różne formy własności centralnych źródeł ciepła wskazanych do realizacji programów oraz ich procesy przekształceniowe,
- niestabilne ceny paliw,
- nieprzewidywalność polityki energetycznej państwa uzależnionej od sytuacji międzynarodowej.

Programy winny być realizowane ze środków własnych, funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej oraz funduszy unijnych.

Koszty (kwalifikowane) wdrażania programów naprawczych w zakresie osiągnięcia poziomów dopuszczalnych pyłu PM10 są różne, uzależnione od wielkości obszarów przekroczeń, struktury zabudowy, form własności budynków, stopnia rozwoju sieci ciepłowniczych i gazowych itp. Oszacowano je na poziomie od 4,6 do 25 mln PLN (nie dot. aglomeracji łódzkiej).

Ministerstwo Środowiska na mocy art. 22 dyrektywy 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (CAFE) ma wystąpić do końca października 2008 r. z powiadomieniami derogacyjnymi skutkującymi przesunięciem stosowania standardów jakości powietrza w zakresie pyłu zawieszonego PM10 z dnia 1 stycznia 2005 roku do dnia 11 czerwca 2011 roku. Możliwość odstąpienia od stosowania dopuszczalnych poziomów stężeń dla pyłu PM10 będzie możliwa po uzyskaniu pozytywnej opinii Komisji Europejskiej, która przez okres 9 miesięcy zobowiązana jest do zweryfikowania powiadomień derogacyjnych pod kątem spełnienia kryteriów derogacji, tj.: posiadanie planu (programu) ochrony powietrza,

wdrożenia programu ochrony powietrza w terminie do dnia 11 czerwca 2011 roku, wykazania występowania szczególnych warunków klimatycznych, szczególnych warunków lokalnych rozprzestrzenia się pyłu PM10, istotnego udziału w powstawaniu ponadnormatywnych stężeń tła transgranicznego i tła naturalnego.

Dla obszarów przekroczeń stref województwa łódzkiego złożone zostały wnioski derogacyjne. Problem stanowi przedłożenie programów ochrony powietrza gwarantujących osiągnięcie standardów jakości powietrza w zakresie pyłu PM10 w terminie do dnia 11 czerwca 2011 r., co jest jednym z warunków derogacji.

Powodem takiego stanu rzeczy jest brak możliwości realizacji w tym terminie działań naprawczych określonych dotychczasowymi programami (projektami programów), polegających na: likwidacji lokalnych kotłowni i palenisk domowych ogrzewanych węglem, rozbudowie sieci ciepłowniczej i gazowej, podłączeniu budynków zlokalizowanych w granicach obszarów przekroczeń do miejskiej sieci ciepłowniczej lub gazowej, bądź wymianie kotłów i palenisk opalanych węglem na opalane paliwami niskoemisyjnymi (gazem lub olejem opałowym lekkim).

Opracowała: *Jadwiga Filarska-Młostoń*

1.6. Epizody wzrostu stężenia pyłu PM10 w województwie łódzkim w 2007 roku

Największa koncentracja zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM10 występuje w okresie grzewczym. Ma to związek przede wszystkim z wyższym udziałem emisji niskiej z energetycznego spalania paliw.

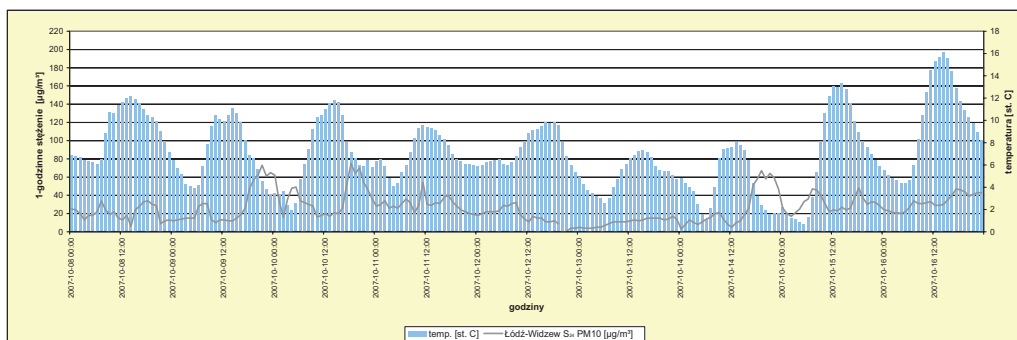
Dwa czynniki mają wpływ na wzrost stężenia pyłu zawieszonego PM10 w powietrzu. Pierwszy z nich to niska temperatura powietrza, co powoduje gwałtowny wzrost emisji zanieczyszczenia powietrza. Emisja niska pochodząca przede wszystkim ze spalania węgla kamiennego w indywidualnych paleniskach domowych oraz w niewielkich kotłowniach komunalnych ma związek ze wzrostem mierzonych wartości stężenia zanieczyszczeń w powietrzu pyłu zawieszonego PM10. Gwałtowne podwyższenie stężenia zanieczyszczenia widoczne jest na obszarach nieuciepłnionej, starej śródmiejskiej zabudowy.

Drugim czynnikiem powodującym wzrost zanieczyszczenia jest zmniejszenie prędkości wiatru, czynnika rozpraszającego smugi zanieczyszczeń. W czasie występowania cyrkulacji antycyklonalnej obok fal chłodu maleje również prędkość wiatru. Powoduje to zaleganie mas powietrza nad miastem i jej nasycanie się emitowanymi zanieczyszczeniami, w przypadku występowania warstw inwersyjnych na niskim poziomie. W skrajnych przypadkach może dojść do występowania zjawiska smogu zimowego (typu londyńskiego). Zjawisko to jednak w Polsce występuje rzadko.

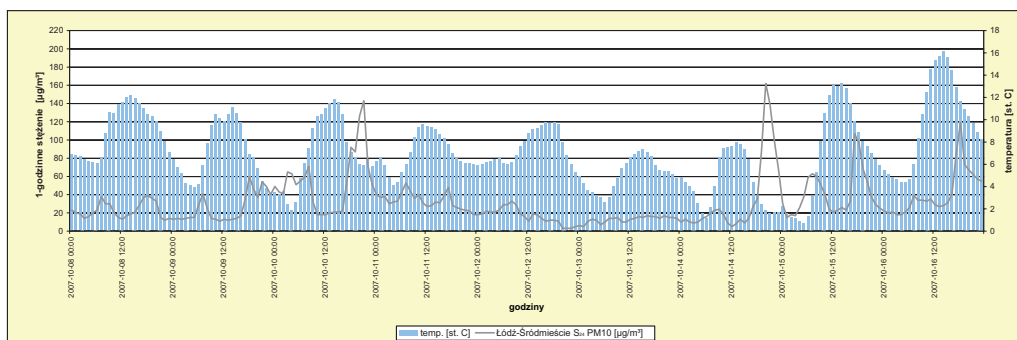
Dzięki uruchomieniu w województwie łódzkim automatycznej sieci ciągłych pomiarów jakości powietrza, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi uzyskał możliwość śledzenia krótkotrwałych zmian zanieczyszczenia powietrza.

W związku z ciepłym rokiem 2007 na terenie aglomeracji łódzkiej w większości zmierzone wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 na stacjach automatycznych były niskie. 93% całości zmierzonych, 1-godzinnych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 nie przekroczyło wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobnie przedstawiała się sytuacja w południowej części województwa łódzkiego. W Piotrkowie i Radomsku na stacjach automatycznych, 94% całości zmierzonych, 1-godzinnych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 również nie przekroczyło wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

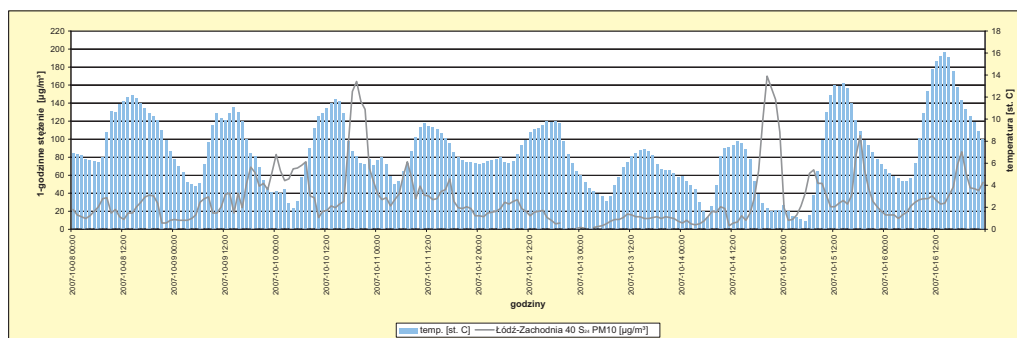
Znaczne, krótkotrwałe wzrosty kumulacji zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 odnotowano w okresie 08.10.2007 – 16.10.2007 na obszarze aglomeracji łódzkiej oraz w dniach 21.12.2007 – 28.12.2007 na terenie aglomeracji łódzkiej i na południu województwa w Piotrkowie i Radomsku. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 w powyższych okresach przedstawiają wykresy 1-10 na przykładzie stacji pomiarowych z aglomeracji łódzkiej.



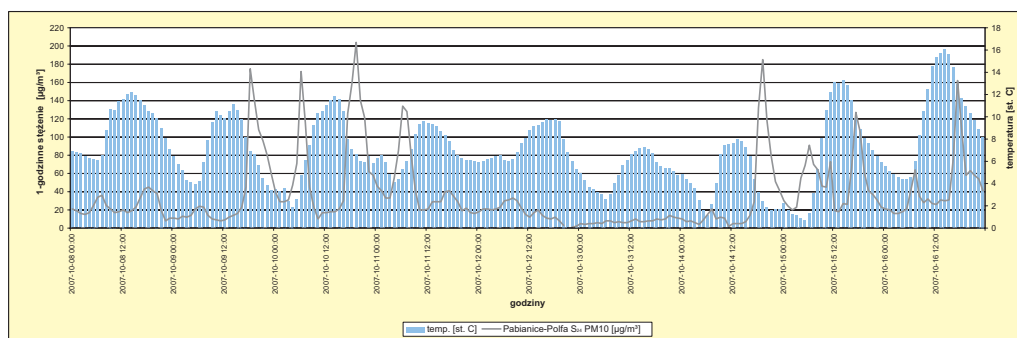
Rys. III.1-10. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Widzew w dniach 08.10.2007 - 16.10.2007



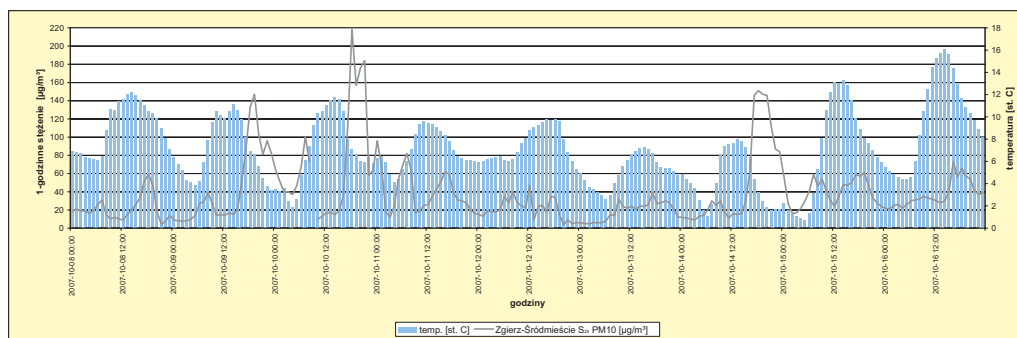
Rys. III.1-11. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Śródmieście w dniach 08.10.2007 - 16.10.2007



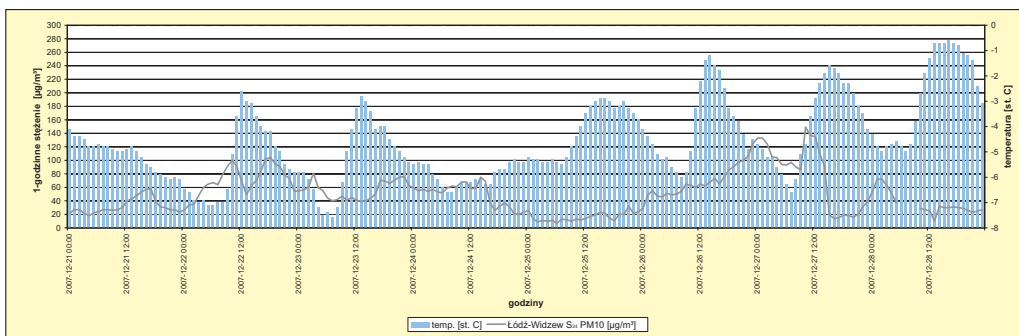
Rys. III.1-12. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Zachodnia w dniach 08.10.2007 - 16.10.2007



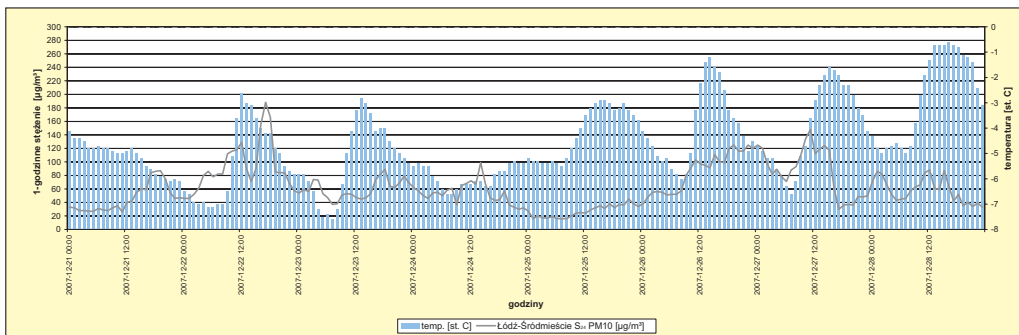
Rys. III.1-13. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Pabianice-Polfa w dniach 08.10.2007 - 16.10.2007



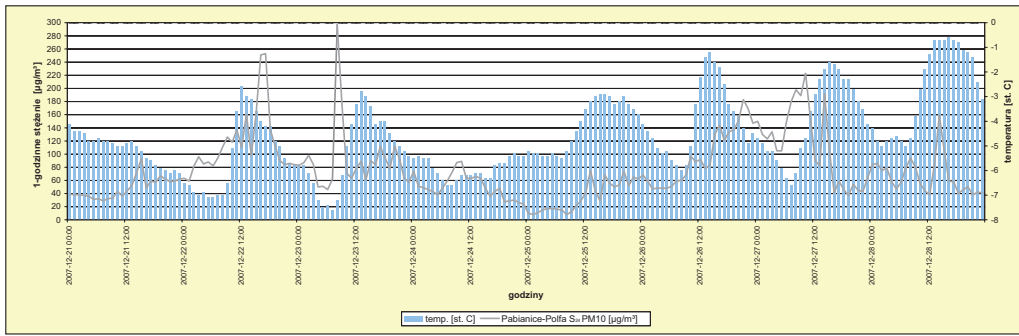
Rys. III.1-14. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Zgierz-Śródmieście w dniach 08.10.2007 - 16.10.2007



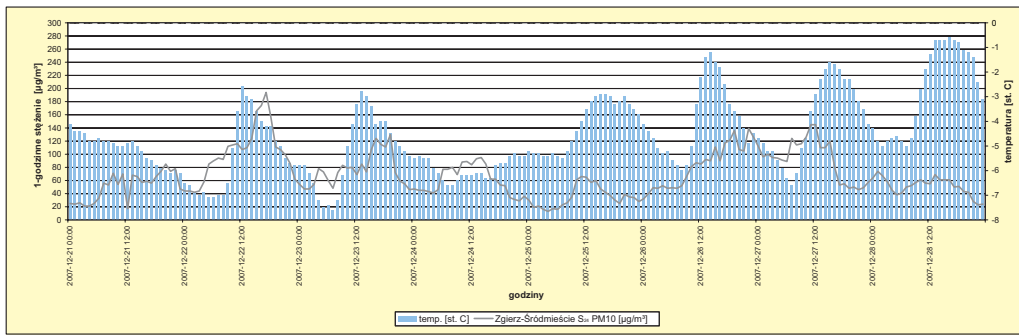
Rys. III.1-15. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Widzew w dniach 21.12.2007 - 28.12.2007



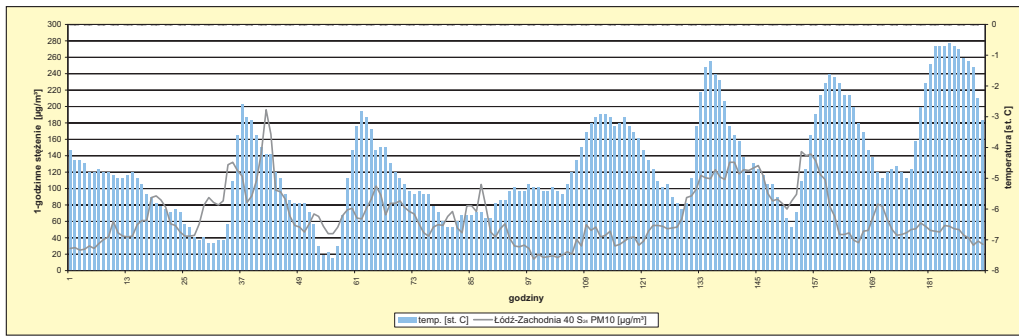
Rys. III.1-16. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Śródmieście w dniach 21.12.2007 - 28.12.2007



Rys. III.1-17. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Pabianice-Polfa w dniach 21.12.2007 - 28.12.2007



Rys. III.1-18. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Zgierz-Śródmieście w dniach 21.12.2007 - 28.12.2007



Rys. III.1-19. Przebieg wartości stężenia pyłu PM10 na stacji Łódź-Zachodnia 40 S. w dniach 21.12.2007 - 28.12.2007

W okresie jesiennym wartości stężenia pyłu PM10 w czasie występowania najniższych temperatur wzrosły do ok. 150-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (stężenie 1-godzinne). Najwyższe wartości stężeń odnotowano na stacji automatycznej w Pabianicach – Polfa.

W drugim terminie krótkotrwałych wzrostów kumulacji zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10, stężenia jednogodzinne były znacznie wyższe. Temperatura na terenie aglomeracji łódzkiej w tym okresie spadła poniżej 0°C i wahała się w granicach -0,7 ÷ -6,9°C.

Na obszarze aglomeracji łódzkiej najwyższe stężenia 1-godzinne pyłu zawieszonego PM10 odnotowano w godzinach nocnych przy najniższych temperaturach powietrza. Na stacji automatycznej w Pabianicach – Polfa odnotowano najwyższe wartości. Stężenie maksymalne zarejestrowane w dniu 22.12.2007 roku wynosiło 253 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

W południowej części województwa w okresie od dnia 21.12.2007 - 28.12.2007 roku temperatury powietrza sięgały od -1,7 ÷ -9,8°C. W tym okresie najwyższe stężenia 1-godzinne pyłu zawieszonego PM10 odnotowano w godzinach nocnych na stacji automatycznej w Radomsku przy ul. Sokolej 4. Stężenie maksymalne zarejestrowane w dniu 27.12.2007 roku wynosiło 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Opracował: *Jakub Grzesiak*

1.7. Epizody podwyższonych stężeń ozonu w województwie łódzkim

Ozon – alotropowa odmiana tlenu o cząsteczce trójatomowej (O_3) jest gazem o silnych właściwościach utleniających, aseptycznych i toksycznych, występującym w stanie wolnym w atmosferze, stanowiąc 0,00005 jej ogólnej masy. Powstaje w stratosferze, rozciągającej się 15 – 50 km nad powierzchnią Ziemi, jako wynik rozpadu cząsteczek O_2 pod wpływem krótkofalowego promieniowania ultrafioletowego ($\lambda < 200 \text{ nm}$) i dalszego łączenia się ich do postaci O_3 . Część ozonu ponownie przekształca się w tlen w reakcjach cyklicznych z udziałem promieniowania UV-B ($\lambda = 240 - 320 \text{ nm}$) – bardzo szkodliwego dla organizmów żywych. Największa koncentracja ozonu występuje na wysokości ok. 25 km nad powierzchnią Ziemi (90% ogólnej masy ozonu atmosferycznego), tworząc warstwę zwaną ozonosferą. Pochłaniając słoneczne promieniowanie UV-B stanowi ona filtr chroniący życie na Ziemi przed jego zabójczym działaniem. Wprowadzane przez człowieka do atmosfery lotne substancje chemiczne, głównie o bardzo długim okresie życia freony i halony (ich stosowanie jest już zabronione), ale także związki azotu i węglowodory, biorą udział w reakcjach fotolitycznych prowadzących do rozpadu cząstek ozonu i tym samym jego zaniku. Zanik stratosferycznej warstwy ozonowej powoduje wzrost promieniowania ultrafioletowego docierającego do powierzchni Ziemi, a zwłaszcza jego groźnej frakcji UV-B, co w konsekwencji prowadzi do zakłóceń równowagi całych ekosystemów, zmian klimatycznych, zachorowań ludzi na nowotwory skóry i choroby oczu.

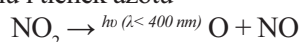
O ile w stratosferze obecność ozonu jest wręcz warunkiem naszego przetrwania, to już w dolnej warstwie atmosfery – troposferze (od gruntu do 8 - 15 km nad powierzchnią Ziemi) nadmierne stężenie tego gazu może stanowić zagrożenie dla ludzi i ekosystemów. Szkodliwe działanie ozonu, podobnie jak innych fotoutleniaczy, skierowane jest głównie na układ oddechowy – komórki nabłonka dróg oddechowych i śródbrónka pęcherzyków płucnych. W nadmiernych stężeniach ozon może wywoływać kaszel, napady astmy, nasilić trudności z oddychaniem. Bardzo wysokie stężenie rzędu kilku mg na m^3 powietrza wywołuje toksyczny obrzęk płuc, krwotok i śmierć. Szkodliwość wysokich stężeń ozonu dla roślin polega na uszkodzeniu ulistnienia, zahamowaniu wzrostu i obniżeniu plonów. Poza tym gaz ten, jako silny utleniacz, powoduje korozję materiałów i urządzeń.

Wzrost stężeń ozonu w powietrzu na poziomie przygruntowym wywołany jest destrukcyjną działalnością człowieka. Nie jest on jednak emitowany do atmosfery bezpośrednio, lecz tworzy się w wyniku reakcji fotochemicznych z udziałem tlenków azotu i lotnych związków

ków organicznych (LZO) – tzw. prekursorów ozonu. Głównym źródłem emisji prekursorów ozonu jest transport drogowy – w procesie spalania paliw powstają m.in. tlenek azotu, utleniany następnie do dwutlenku, niemetaliczne lotne związki organiczne o bardzo wysokim potencjale tworzenia ozonu, tlenek węgla, który podobnie jak LZO katalizuje proces utleniania NO. Inne źródła emisji tlenków azotu to energetyczne spalanie paliw (głównie w elektrowniach), pożary lasów, wyładowania atmosferyczne, zaś lotnych związków organicznych – procesy malowania, lakierowania, klejenia, przemysł chemiczny, dystrybucja paliw; nie można również pominąć naturalnego źródła LZO – roślinności kontynentalnej. Szkodliwość LZO polega na tworzeniu bardzo aktywnych chemicznie rodników nadtlenowych (RO_2^*) w wyniku błyskawicznych reakcji w obecności światła słonecznego z obecnymi w atmosferze rodnikami hydroksylowymi i tlenem.

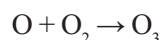
Cykl tworzenia się ozonu troposferycznego można w skrócie przedstawić następująco:

1. dwutlenek azotu (produkt utlenienia tlenku azotu) pod wpływem światła słonecznego rozpada się na atomy tlenu i tlenek azotu

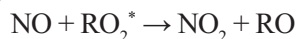


(jest to jedyna w troposferze reakcja generująca tlen atomowy)

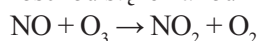
2. atomy tlenu reagują z tlenem cząsteczkowym tworząc ozon



3. tlenek azotu reaguje z rodnikami nadtlenowymi i znów tworzy NO_2 ulegający ponownie fotolizie (reakcja 1)



4. pewna część ozonu jest zużywana przez NO, w zależności od stężenia rodników nadtlenowych



Powyższy cykl reakcji jest możliwy wyłącznie gdy:

- jest pod dostatkiem światła słonecznego niezbędnego do skutecznej fotolizy,
- w powietrzu znajduje się odpowiednia ilość rodników nadtlenowych i tlenków azotu.

Jeśli w powietrzu nie ma tlenków azotu opisany cykl reakcji nie nastąpi. Jeżeli z kolei jest nadmiar NO – reaguje on nie tylko z rodnikami, ale i z ozonem (reakcja 4), usuwając go (tak często dzieje się w miastach w miejscach intensywnego ruchu samochodowego).

Proces niszczenia ozonu jest szczególnie efektywny w porze nocnej, kiedy brak światła słonecznego uniemożliwia fotolizę NO_2 i reakcje prowadzące do powstawania rodników nadtlenowych.

Najwyższe stężenia ozonu związane są zwykle z wystąpieniem tzw. smogu fotochemicznego zdarzającego się na obszarach o intensywnym ruchu samochodowym i wokół nich podczas upalnych, bezchmurnych

i bezwietrznych dni. Bogate w NO i LZO powietrze przenosi się poza obszary miejskie – tam zwykle rozpoczyna się proces tworzenia ozonu. Smog fotochemiczny ma postać żółtawej mgiełki; oprócz ozonu związane są z nim m.in. aldehydy, pochodne węglowodorów zawierające nadtlenki i cząstki stałe składające się głównie z azotanów i siarczanów.

Docelowy poziom emisji ozonu w powietrzu przyjęty przez Unię Europejską ze względu na ochronę zdrowia ludzi zakłada, że każdego roku 26 najgorszy smog z kolei (uśredniony w okresie trzech lat i mierzony jako maksymalna średnia ośmiogodzinna spośród średnich kroczących obliczanych ze średnich jednogodzinnych w ciągu doby) nie powinien zawierać ozonu w stężeniu większym niż $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W Polsce, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Tabela III.1-1.) poziom ten ma być osiągnięty do roku 2010. Od roku 2020 wartość S_8 w ogóle nie powinna przekraczać $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

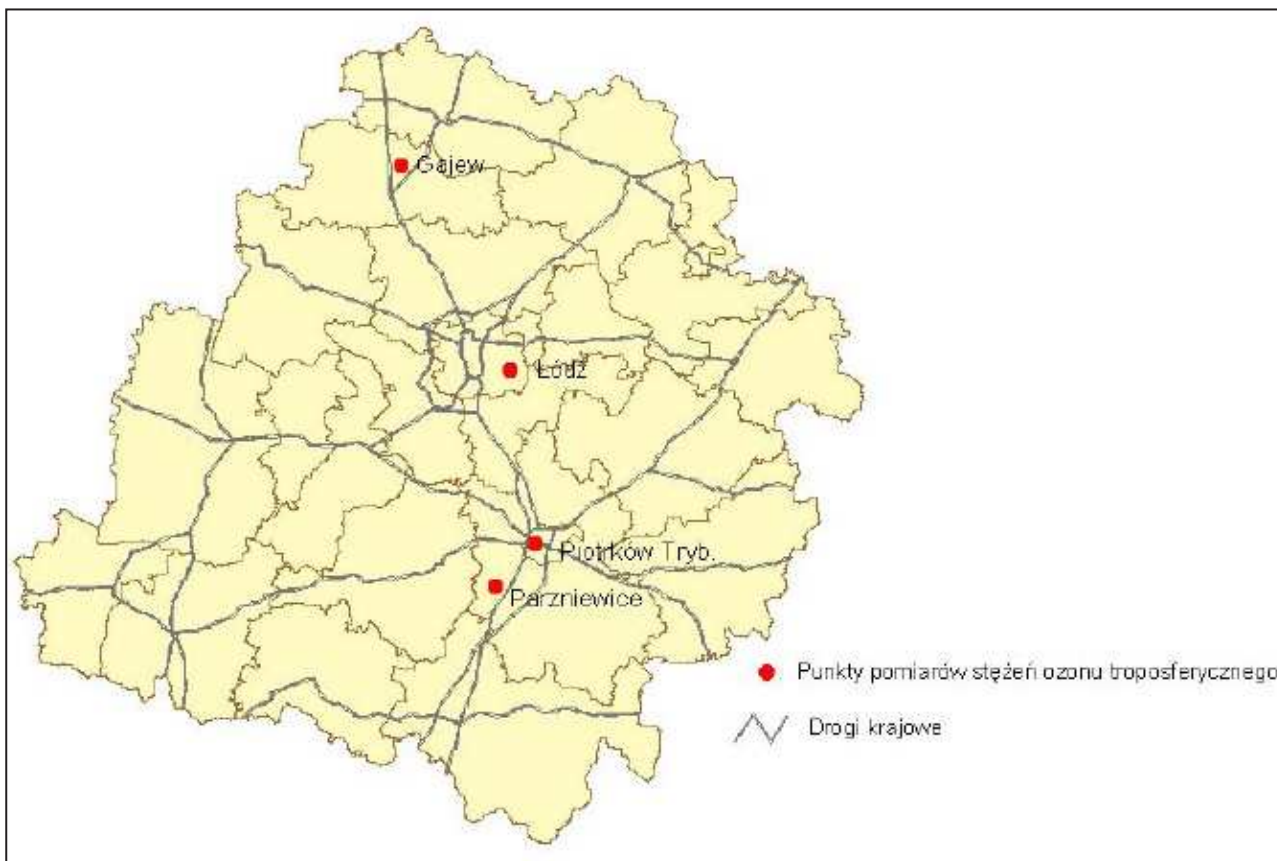
Rozporządzenie określa także poziom alarmowy ozonu – wynosi on $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w odniesieniu do jednej godziny, przy czym próg informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia poziomu alarmowego ustalony został na $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ze względu na ochronę roślin obowiązuje inny poziom stężenia docelowego; ustalony on został dla okresu wegetacyjnego (od 1 maja do 31 lipca), a jego wartości przedstawione są również w tabeli III.1-1.

W Europie, zwłaszcza w jej części południowej, istnieje problem z dotrzymaniem docelowych poziomów stężeń ozonu w powietrzu, zarówno ze względu na ochronę zdrowia, jak i ochronę roślin. Problem ten, głównie w zakresie ochrony zdrowia ludzi, dotyczy także Polski, w tym również województwa łódzkiego.

W naszym województwie funkcjonują 4 stacje monitoringu, na których mierzony jest w sposób automatyczny poziom stężeń ozonu troposferycznego. Obsługiwane są one przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Dwie stacje położone są na terenach miejskich: w Łodzi przy ul. Czernika i w Piotrkowie Tryb. przy ul. Belzackiej (oddalone od ważnych ciągów komunikacyjnych miast odpowiednio ok. 300 i 150 m, stacja w Piotrkowie dodatkowo ok. 2,5 km od autostrady A1), dwie pozostałe – na terenach wiejskich: w Gajewie w gm. Witonia, pow. łęczycki i w Parzniewicach w gm. Wola Krzysztoporska, pow. piotrkowski (oddalone od drogi krajowej Nr 1 ok. 3 i 2 km). Lokalizacja stacji przedstawiona została na mapie III.1-14.

Na wszystkich stacjach uśredniona w ciągu ostatnich trzech lat (2005 – 2007) liczba dni z przekroczeniami docelowego stężenia 8-godzinnego ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) była wyższa od 25 i wynosiła od 31 w Piotrkowie Tryb. do 40 w Parzniewicach. Stężenia S_8 wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały w okresie wiosenno – letnim: od marca do



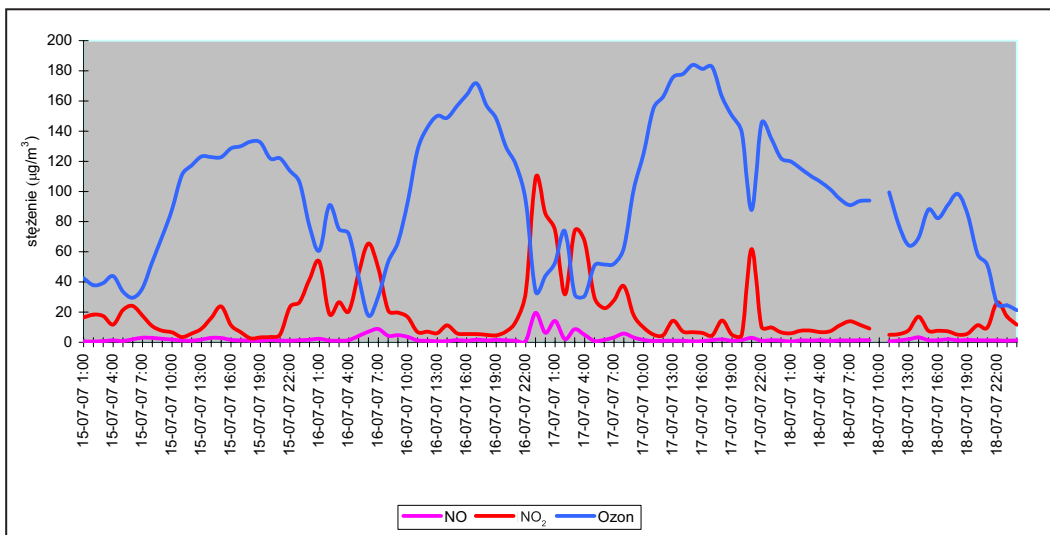
Mapa III.1-14. Lokalizacja automatycznych stacji monitoringu stężeń ozonu troposferycznego w woj. łódzkim

sierpnia. Najwyższe stężenia ozonu (1-godzinne dochodzące do $215\mu\text{g}/\text{m}^3$) i najwyższą częstość przekroczeń D_8 (od 40 do 48 dni) stwierdzono w 2006 r. charakteryzującym się wyjątkowo upalnym latem.

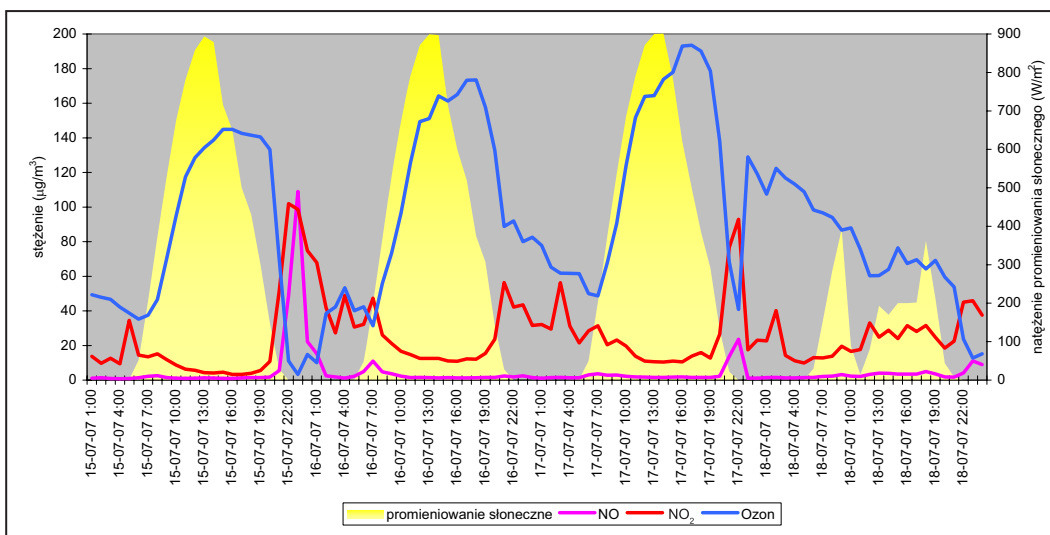
W roku 2007, zdecydowanie bardziej umiarkowanym pod względem pogodowym niż rok 2006, ilość dni z przekroczeniami poziomu $D_8 = 120\mu\text{g}/\text{m}^3$ wahała się od 23 w Gajewie do 37 w Parzniewicach. W Łodzi takich dni było po 31, w Piotrkowie – 30. Najczęściej przekroczenia zdarzały się w lipcu – najcieplejszym obok czerwca miesiącu roku, chociaż na tle ostatnich 5 lat średnia miesięczna temperatura lipca należała do jednej z najniższych. W tym też miesiącu na wszystkich stacjach zanotowano epizody znacząco podwyższonych stężeń ozonu troposferycznego, a na dwóch z nich: w Parzniewicach i w Piotrkowie Tryb. stężenia 1-godzinne przekroczyły nawet $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ – próg informowania społeczeństwa o niebezpieczeństwie wystąpienia poziomu alarmowego wynoszącego $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WIOŚ informuje o takim niebezpieczeństwie na swojej stronie internetowej www.wios.lodz.pl w zakładce „komunikaty i ostrzeżenia”). Epizody te miały miejsce w dniach 15-17 lipca; rozkład stężeń ozonu w tych dniach w powiązaniu z wielkościami stężeń tlenu i dwutlenku azotu oraz natężenia promieniowania słonecznego przedstawiono na rysunkach III.1-20 - III.1-23. Ich krótką analizę przedstawiono poniżej.

Warunki sprzyjające tworzeniu się ozonu rozpoczęły się już 14 lipca po południu, kiedy to po zimnej i deszczowej pierwszej połowie miesiąca zaczęła dość szybko rosnąć temperatura powietrza. Następnego dnia, 15 lipca (niedziela) temperatura wzrosła już do ok. 31°C , a nasłonecznienie osiągnęło prawie $890\text{W}/\text{m}^2$. Słaby wiatr, o prędkości do $1,5\text{ km/s}$ wiał z kierunku zachodniego. Stężenia ozonu rosły w ciągu dnia, maksymalne ($159\mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano w Gajewie o godz. 16^{00} . Wieczorem wiatr prawie zupełnie ustał; na stacjach miejskich (szczególnie w Piotrkowie) zarejestrowano wysokie stężenia zanieczyszczeń komunikacyjnych - tlenku węgla i tlenków azotu. W ciągu dwóch kolejnych dni - 16 i 17 lipca temperatura powietrza wzrosła prawie do 34°C , natężenie promieniowania słonecznego przekroczyło $900\text{W}/\text{m}^2$, a wilgotność spadła poniżej 30%. Wiatr był słaby - południowy i zachodni o prędkości ok. 1m/s ; jedynie w Gajewie notowano większe prędkości. Stężenia ozonu szybko rosły w ciągu dnia – wszędzie osiągając swe maksima 17 lipca, ale o innych godzinach. Najszybciej produkcja ozonu zakończyła się w Gajewie – maksimum 1-godzinne wynoszące $168,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło o godz. 12^{00} , później w Łodzi – max $173,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ o godz. 14^{00} , następnie w Parzniewicach – max $183,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ o godz. 15^{00} , a najpóźniej w Piotrkowie Tryb. – max $193,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ o godz. 17^{00} . Wykresy tłumaczą tę różnicę – w Parzniewicach i Piotrkowie w powietrzu znajdowało

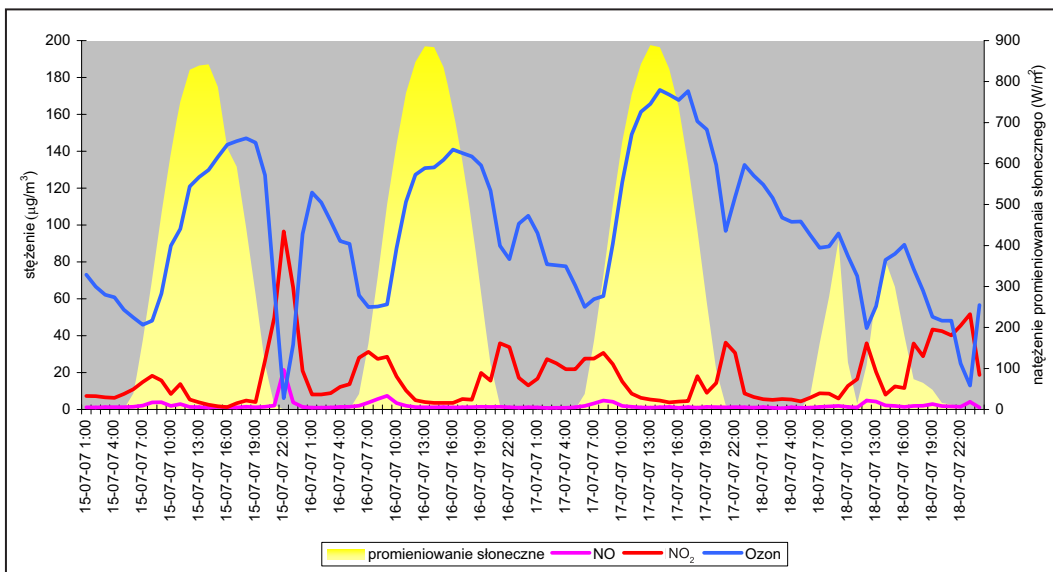
Epizody ozonowe w dniach 15 - 17 lipca 2007 r.



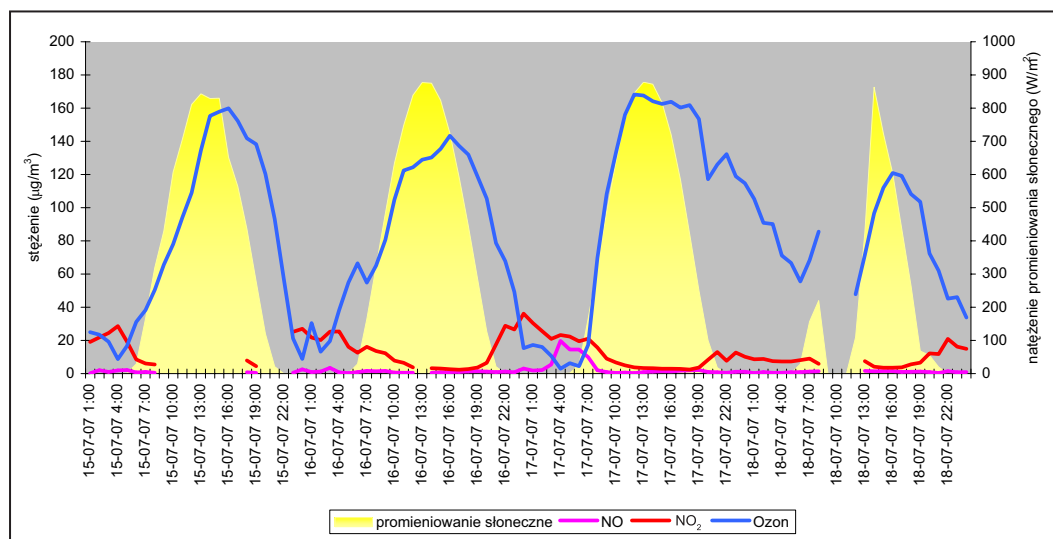
Rys. III.1-20. Parzniewice gm. Wola Krzysztoporska



Rys. III.1-21. Piotrków Trybunalski ul. Belzacka



Rys. III.1-22. Łódź ul. Czernika



Rys. III.1-23. Gajew gm. Witonia

się więcej dwutlenku azotu ulegającego fotolizie, większa musiała też tam być zawartość rodników nadtlennych. W godzinach nocnych stężenia ozonu obniżały się, najsilniej w momentach dopływu tlenu azotu, co widoczne jest na wszystkich stacjach (najmniej w Gajewie), jednak z 17 na 18 lipca wysokie stężenie utrzymywało się nawet przez całą noc. Proces tworzenia się ozonu wyraźnie osłabł 18 lipca, kiedy pojawiło się zachmurzenie, spadł deszcz i obniżyła się temperatura powietrza.

Przeanalizowany wybrany epizod potwierdza silną zależność stężeń ozonu troposferycznego od siły nasłonecznienia, temperatury powietrza i zawartości tlenków azotu w powietrzu. Sprzyjające warunki meteorologiczne towarzyszące znacznemu nagromadzeniu zanieczyszczeń komunikacyjnych mogą uruchomić intensywny proces produkcji ozonu i zaburzać typowy dobowy przebieg jego stężeń.

Ograniczenie stężeń ozonu troposferycznego jest niezwykle trudne, jest to bowiem rodzaj zanieczyszczenia wielkoobszarowego, zależnego nie tylko od wielkości emisji prekursorów, ale i od wielu złożonych zjawisk meteorologicznych i fizykochemicznych zachodzących w atmosferze, nie do końca jeszcze poznanych. Działania naprawcze muszą być skoordynowane na poziomie krajowym, a nawet międzynarodowym.

Efektem tych działań na poziomie europejskim jest Protokół z Göteborga dotyczący m.in. stężeń ozonu przy powierzchni ziemi, podpisany w 1999 r. w ramach Konwencji ds. Transgranicznego Przenoszenia Zanieczyszczeń, zawierający limity emisji prekursorów ozonu dla wszystkich krajów Europy (nie ratyfikowany przez Polskę). Limity mają być osiągnięte poprzez redukcję emisji, co jest regulowane przez władze Unii Europejskiej poprzez:

- dyrektywy ograniczające emisje lotnych związków organicznych;

- szereg aktów prawnych dotyczących standardów emisji i jakości paliwa dla ruchomych źródeł emisji.

Wdrażanie limitów poprzez ograniczanie emisji wiąże się z poważnymi kosztami; zdecydowana większość z nich to koszty redukcji emisji zanieczyszczeń z sektora transportu: stosowanie katalizatorów spalin, paliw lepszej jakości, prace nad nowymi konstrukcjami silników, prace nad wyeliminowaniem paliw węglowodorowych. Koszty te są bardzo ważnym czynnikiem determinującym końcowe efekty w procesie wdrażania strategii zmniejszania emisji ozonu, niestety nieuniknione, tym bardziej, że w najbliższej perspektywie nie zanośi się na ograniczenie korzystania z samochodów.

Opracowała: *Marzanna Krzezińska*

Bibliografia:

1. Europejska Agencja Środowiska – „Środowisko Europy 2005 - Stan i prognozy”, 2005
2. doc.dr hab. Z. Makles, dr inż. Galwas - Zakrzewska – “Ozon – bezpieczeństwo ludzi i środowiska” – Bezpieczeństwo pracy 6/2004
3. <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3ozon> i tlenki azotu..., 2005
4. <http://baztech.icm.edu.pl>

1.8. Chemizm opadów atmosferycznych

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża na terenie województwa łódzkiego prowadzony jest od 9 lat, tj. od 1999 roku. Stanowi on składową część monitoringu krajowego, którego koordynatorem jest Oddział IMGW we Wrocławiu współpracujący merytorycznie z Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska. Celem monitoringu jest dostarczenie danych o ładunkach substancji zakwaszających, biogenów oraz metali ciężkich deponowanych do podłoża wraz z opadami atmosferycznymi. Dane te mają umożliwić śledzenie trendów i tym samym ocenę skuteczności programów redukcji emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Monitoring realizowany jest w oparciu o sieć krajową składającą się z 25 stacji badań chemizmu opadów (są to stacje synoptyczne IMGW) oraz ze 162 punktów pomiaru wysokości opadu. Na stacjach badań, przy pomocy automatycznych kolektorów, zbierany jest w sposób ciągły opad atmosferyczny mokry i wykonuje się ilościowe oznaczenie zebranych próbek. Równocześnie prowadzone są pomiary i obserwacje wysokości i rodzaju opadu, kierunku i prędkości wiatru oraz temperatury powietrza. Ponadto na każdej stacji zbierane są dobowe próbki opadów i na bieżąco, po upływie doby pomiarowej, wykonywany jest w nich pomiar wartości pH. Uśrednione próby miesięczne przekazywane są do akredytowanych laboratoriów WIOŚ, gdzie dokonuje się analizy ich składu fizyko – chemicznego (21 oznaczeń). Na podstawie wyników badań otrzymanych z 25 stacji i wyników pomiarów wysokości opadów ze 162 posterunków opadowych, wrocławski Oddział IMGW szacuje miesięczne i roczne depozycje zanieczyszczeń na obszar całego kraju i jego jednostek administracyj-

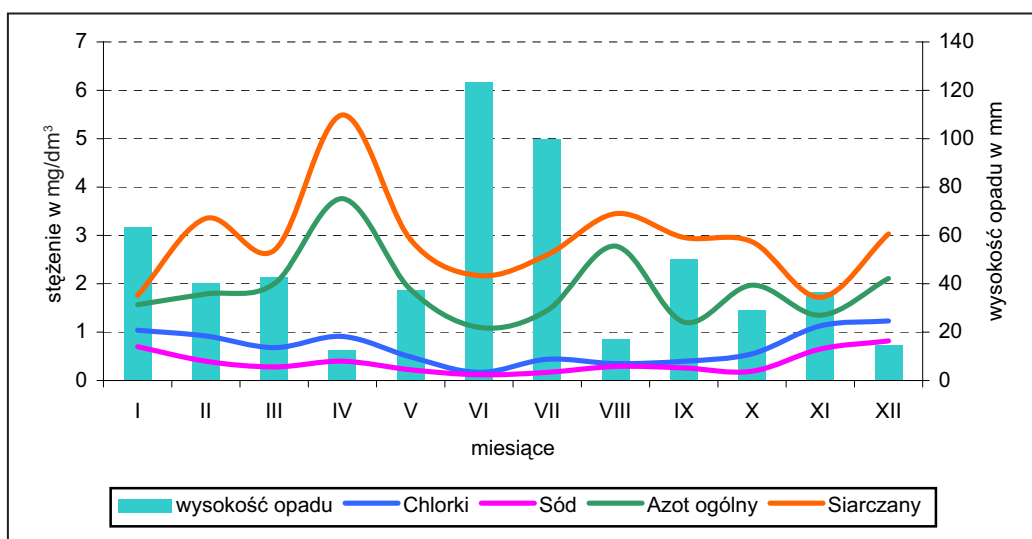
nych, a następnie prezentuje je w postaci tabel i map rozkładu przestrzennego w rocznych sprawozdaniach przekazywanych do GIOŚ i poszczególnych wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska.

W województwie łódzkim próby opadu atmosferycznego pobierane są na stacji IMGW w Sulejowie (powiat piotrkowski), zaś analizy chemiczne prób miesięcznych wykonuje laboratorium delegatury WIOŚ w Piotrkowie Tryb.

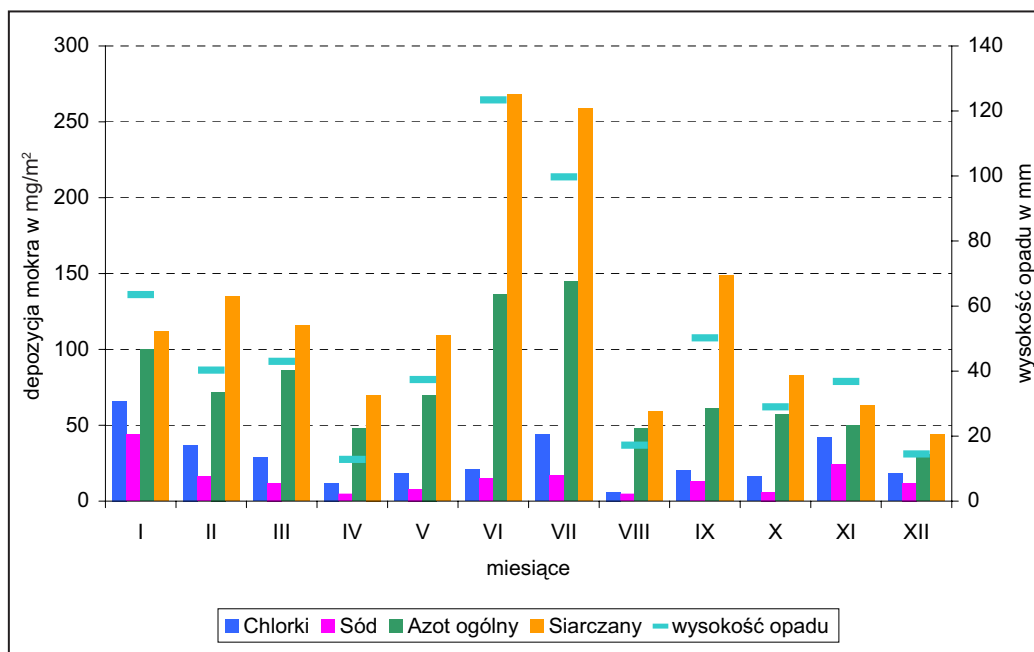
W 2007 roku, według pomiarów IMGW, wysokość opadu atmosferycznego w Sulejowie wynosiła 567,8 mm – najwięcej od czterech lat. Prawie 40% opadu rocznego (223,4 mm) przypadło na czerwiec i lipiec. Najbardziej suchymi miesiącami były: kwiecień i grudzień (12,8 i 14,5 mm).

Pomiary pH w próbkach dobowych wykazały, że 73% opadów charakteryzowało się odczynem kwaśnym (pH < 5,6), z czego 27% stanowiły opady bardzo kwaśne (o pH < 4,5), zdarzające się najczęściej w lutym. Odczyn naturalny, czyli lekko kwaśny posiadało tylko 9% prób. Pozostałe próby prawie w całości charakteryzowały się odczynem obojętnym, tylko w trzech stwierdzono odczyn zasadowy (pH > 7). Średnia ważona wartość pH wynosiła 4,73. W porównaniu z rokiem 2006 częstość występowania kwaśnych deszczy zmniejszyła się o ok. 10%.

Spośród oznaczanych w opadach zanieczyszczeń w największych stężeniach występowały siarczany i azot ogólny - do kilku mg/dm³, następnie azotany z azotynami (nie wchodzi w skład oznaczanego azotu ogólnego), chlorki i wapń – do ok. 1,5 mg/dm³; w najmniejszych natomiast kadm i chrom - poniżej 1 µg/dm³. Koncentracja zanieczyszczeń silnie zależała od pory roku i ilości opadu; i tak maksymalne stężenia siarczanów i związków azotu stwierdzono w skąpych opadach kwietniowych (Rys. III.1-24.), natomiast chlorki łącznie z sodem i potasem oraz niektóre metale ciężkie – ołów, kadm, chrom – maksimum stężeń osiągały w opadach grudniowych.



Rys. III.1-24. Stężenia wybranych zanieczyszczeń w miesięcznych próbkach opadów w roku 2007 – stacja IMGW w Sulejowie



Rys. III.1-25. Miesięczna depozycja wybranych zanieczyszczeń do podłoża w roku 2007 – stacja IMGW w Sulejowie

Ilość zanieczyszczeń docierających ostatecznie do podłoża zależała zarówno od stężenia w opadzie, jak i od ilości opadu. W Sulejowie w 2007 roku najwięcej zanieczyszczeń zostało zdeponowanych w lipcu i czerwcu, tylko chlorki, sól i większość metali ciężkich, tak jak co roku, maksymalne depozycje osiągały w miesiącach zimowych (styczeń, listopad).

Wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych obciążających całe województwo łódzkie oszacowane zostały przez wrocławski oddział IMGW przy użyciu komputerowego systemu informacji przestrzennej. Obliczone dane przedstawiono w tabeli III.1-23.

Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych zanieczyszczeń zdeponowany na obszar województwa łódzkiego wynosił 53,9 kg/ha i był mniejszy niż średni dla Polski o 4,8%. Największy udział w ogólnym ładunku miały siarczany (19,9 kg/ha), azot ogólny (12,8 kg/ha), chlorki (7,3 kg/ha) i wapń (6,3 kg/ha).

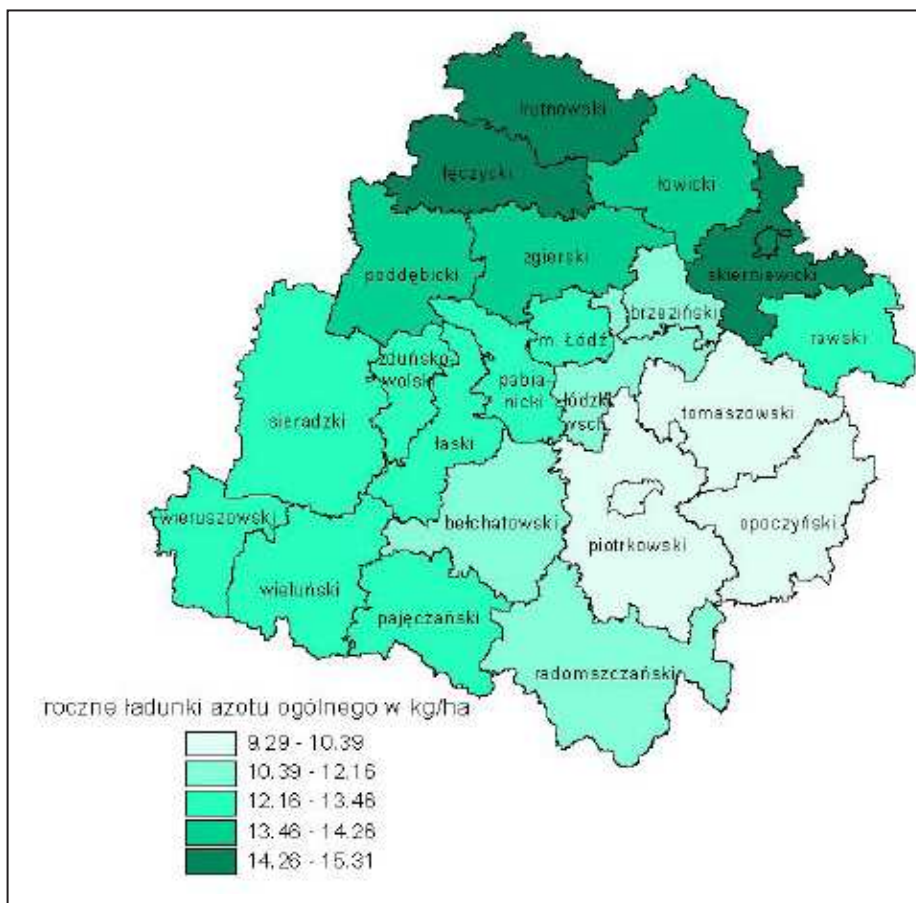
Analiza rozkładu zanieczyszczeń na terenach poszczególnych powiatów wykazała, że największe obciążenie zanieczyszczeniami decydującymi o wielkości ogólnego ładunku (siarczanami, chlorkami, wapniem, azotem ogólnym, sodem, potasem, żelazem, magnezem, fosforem ogólnym) wystąpiło w północnych powiatach województwa – skierniewickim łącznie ze Skierniewicami, kutnowskim, łowickim, poddębickim. Metale: miedź, ołów, kadm, nikiel, cynk, a także azotany z azotynami w największych ilościach dotarły na obszary powiatów pajęczańskiego i wieluńskiego oraz m. Łodzi. Z kolei jony wodorowe (decydujące o kwasowości) najbardziej obciążały m. Piotrków Tryb. i powiat piotrkowski. Sumarycznie najwyższą depozycję zanieczyszczeń stwierdzono w powiecie skierniewickim, najniższą – w powiecie piotrkowskim ziemskim. Przykładowe

rozkłady rocznych ładunków zanieczyszczeń (biogeny i jony wodorowe) wprowadzonych przez opady atmosferyczne na tereny powiatów województwa łódzkiego w 2007 r. przedstawiono na mapach III.1-15. – III.1-18.

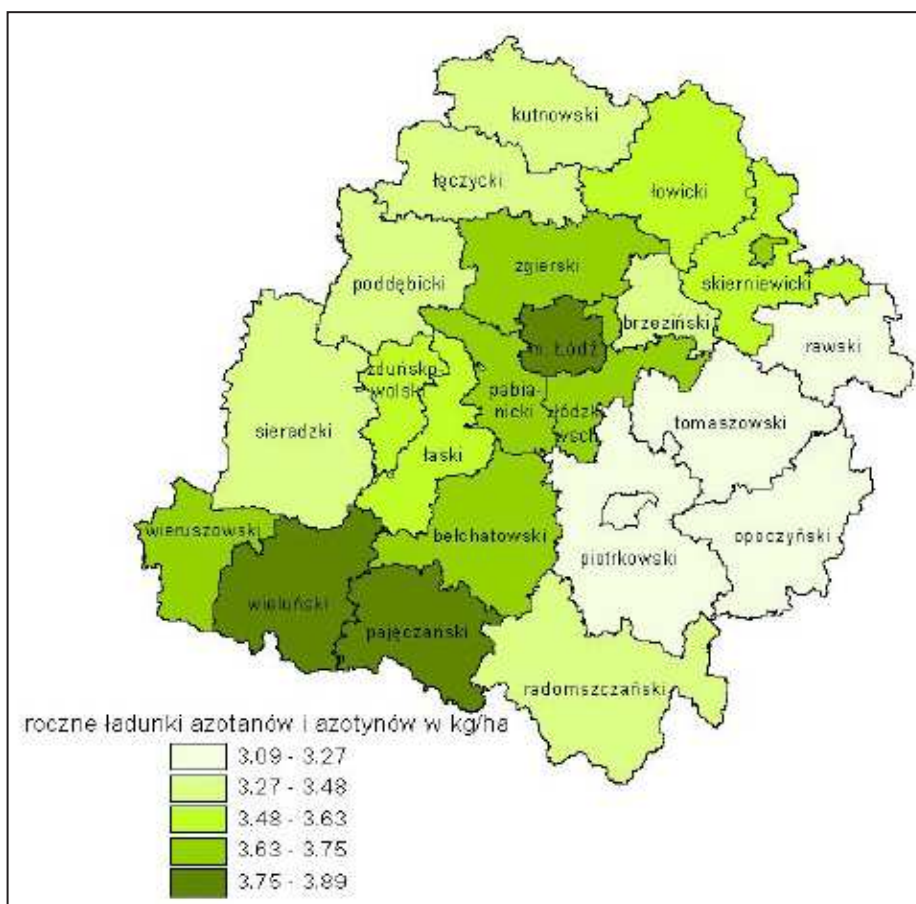
Tabela III.1-23. Roczne obciążenie powierzchniowe województwa łódzkiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w roku 2007 (oszacowane przez IMGW Oddział we Wrocławiu)

Lp.	Wskaźnik	Ładunek jednostkowy (kg/ha * rok)	Ładunek całkowity (tony)
1.	Siarczany	19,88	36226
2.	Chlorki	7,26	13227
3.	Azotyny + azotany	3,51	6392
4.	Azot amonowy	5,23	9531
5.	Azot ogólny	12,81	23332
6.	Fosfor ogólny	0,286	521,9
7.	Sód	3,46	6307
8.	Potas	2,09	3804
9.	Wapń	6,29	11451
10.	Magnez	0,93	1695
11.	Cynk	0,445	811,0
12.	Miedź	0,0509	92,8
13.	Żelazo	0,249	453,8
14.	Ołów	0,0164	29,80
15.	Kadm	0,00198	3,606
16.	Nikiel	0,0071	12,91
17.	Chrom	0,0026	4,755
18.	Mangan	0,0590	56,69
19.	Jon wodorowy	0,0627	107,50

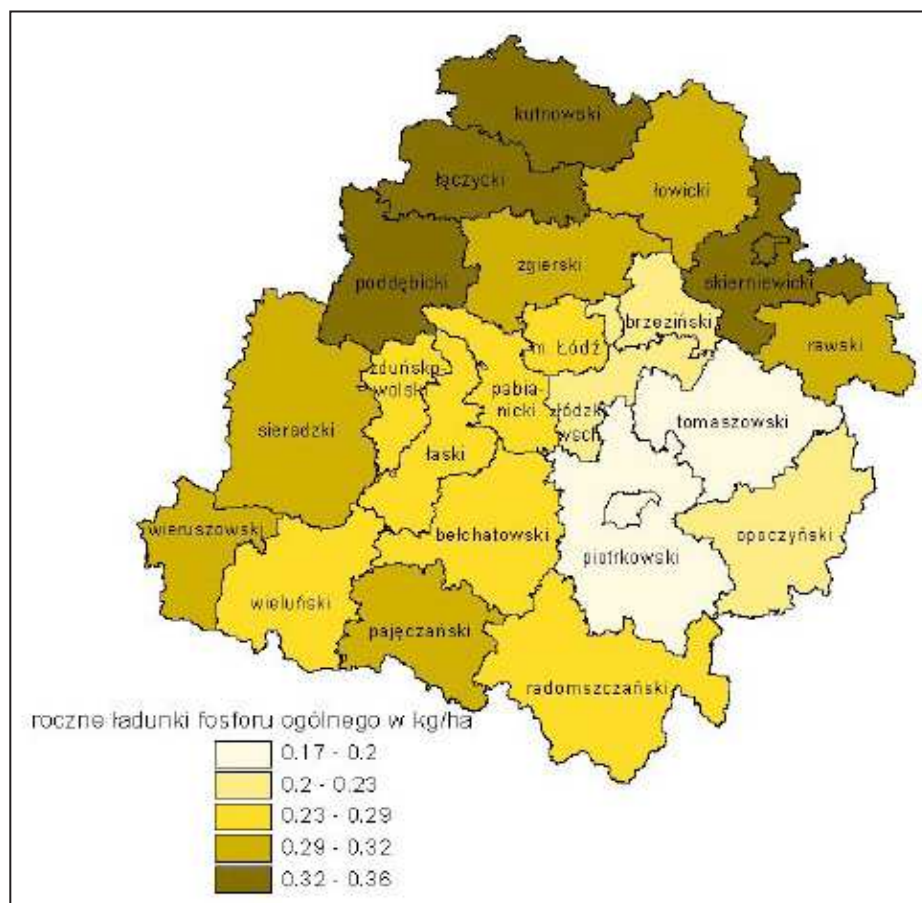
Ocena wyników dziewięcioletnich badań chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża wykazała, że roczna mokra depozycja większości oznaczanych substancji w roku 2007 była



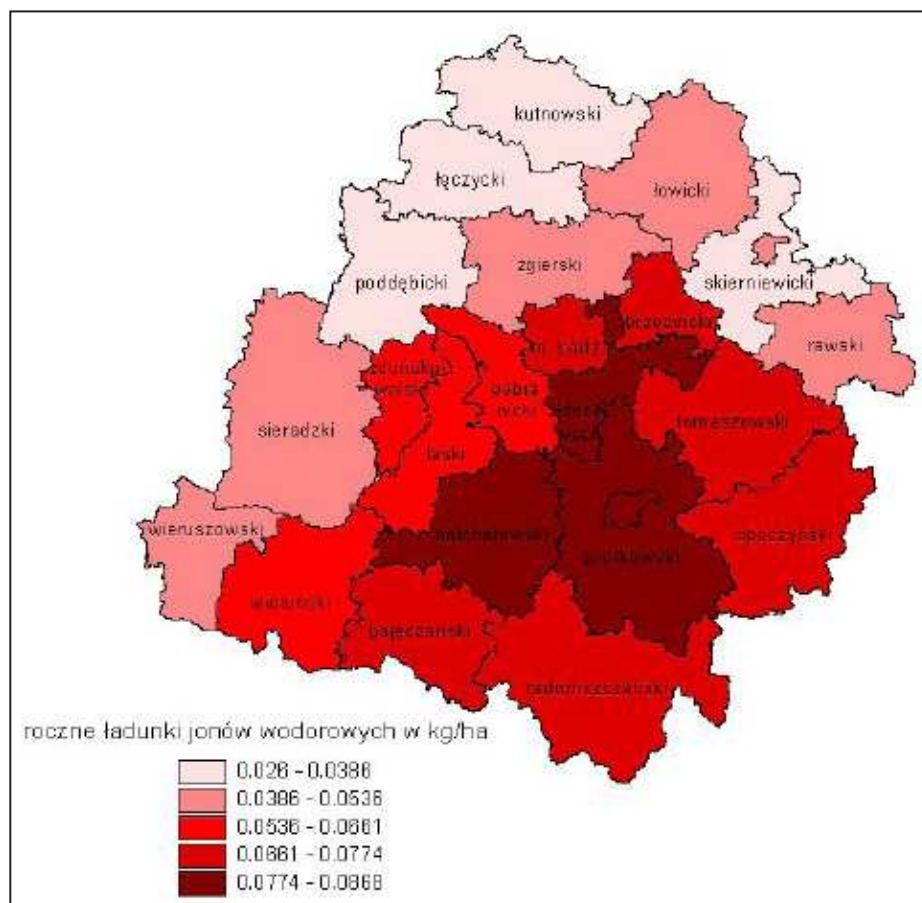
Mapa III.1-15. Rozkład ładunków azotu ogólnego wniesionych przez opady na obszary powiatów woj. łódzkiego w 2007 r.



Mapa III.1-16. Rozkład ładunków azotanów i azotynów wniesionych przez opady na obszary powiatów woj. łódzkiego w 2007 r.



Mapa III.1-17. Rozkład ładunków fosforu ogólnego wniesionych przez opady na obszary powiatów woj. łódzkiego w 2007 r.



Mapa III.1-18. Rozkład ładunków jonów wodorowych wniesionych przez opady na obszary powiatów woj. łódzkiego w 2007 r.

niższa w stosunku do średniej z wielolecia 1999 – 2006, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa ładunkiem zanieczyszczeń kształtowało się na poziomie wartości średniej z poprzednich lat badań, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 7%. Największy spadek ładunków w porównaniu do średniego z lat 1999-2006 dotyczył ołowiu (o 33,3%), kadmu (o 31,3%), chromu (o 27,8%), manganu (o 20,3%), niklu (o 18,4%), cynku (o 13,8%) i jonów wodorowych (o 13,1%). Ładunki azotanów i azotanów oraz potasu kształtowały się na poziomie wartości

średniej, natomiast nastąpił wzrost depozycji chlorków (o 10%), azotu amonowego (o 17%), azotu ogólnego (o 8,3%) i żelaza (o 17,5%).

Opracowano w oparciu o sprawozdanie Zakładu Ekologii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Oddział we Wrocławiu - „Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża. Wyniki badań monitoringowych w województwie łódzkim w 2007 roku”

Opracowała: *Marzanna Krzemińska*